

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

Integration der Buchungsfunktionalität in das Fahrzeug

„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]



Inhaltsverzeichnis

1. Motivation und Zielsetzung	- 3 -
1.1 Herausforderungen	- 3 -
1.2 Vision des Fördervorhabens	- 4 -
1.3 Resultierendes Optimierungsziel	- 5 -
1.4 Abgeleitete Use Cases	- 6 -
2. Definition der Schnittstelle zwischen Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und weiteren Backendsystemen	- 9 -
3. Definition des Datenaustausches zwischen Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und weiteren Backendsystemen	- 12 -
4. Spezifikation der Anforderungen für die Integration von Warteschlangen- und Reservierungsfunktionalitäten in beliebige Fahrzeuge	- 14 -
5. Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur optimierten Ladezeit-/ Ladestoppplanung	- 17 -
6. Fazit	- 22 -
Literaturverzeichnis	- 23 -
Unternehmensbeschreibungen	- 24 -

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 203 508 (Stand April 2026) [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 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.

1.3 Resultierendes Optimierungsziel

Im Rahmen des Projekts SeQueRe hat sich ein interdisziplinäres Konsortium aus relevanten Akteursgruppen der Elektromobilität gebildet. Dieses umfasst Automobilhersteller (BMW AG, Volkswagen AG), Ladeinfrastrukturbetreiber und E-Mobilitätsdienstleistende (IONITY GmbH, chargecloud 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 drei zentrale Anwendungsszenarien umfasst: die digitale Wartezeitprognose, das digitale Warteschlangenmanagement (Queuing) sowie eine zeitlich fixierte Reservierungsfunktion. Alle drei 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 Informationsbereitstellung als auch die Einreihung in Warteschlangen sowie die Reservierungen durchgeführt werden. Wartezeitinformationen und –Prognosen bilden die Grundlage und werden für das Queuing auf Basis der wartenden Fahrzeuge vor Ort bzw. im Umkreis gebildet. Beim kooperativen Queueing ist das Ziel, herstellerübergreifend Wartezeitprognosen vorausschauend zu berechnen. So bekommen die NutzerInnen transparente Informationen zu Verfügbarkeit und Wartezeit während der Fahrt und können vorausschauend ihre Route individuell anpassen.

Das digitale Warteschlangenmanagement ermöglicht es NutzerInnen, sich virtuell in eine Queue eines spezifischen Ladepools – bei bestehenden Warteschlangen- einzureihen. Dabei erhalten sie eine dynamische Position, die durch ein First-In-First-Out-Prinzip (FIFO) verwaltet wird. Ein fester Start der Ladezeit kann hier nicht garantiert werden, da sich die Wartezeit entsprechend der Auslastung laufend ändern kann. Die NutzerInnen 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. NutzerInnen 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 NutzerInnen blockiert, wodurch eine verlässliche Planung gewährleistet ist. Die Reservierung eines Slots ist somit insbesondere für NutzerInnen 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 allen Anwendungsszenarien als zentrale Kundenschnittstelle: Sie ermöglichen eine zielgerichtete Zuweisung von Ladepunkten basierend auf Nutzerpräferenzen und unterstützen die effiziente Allokation der Infrastruktur durch die Betreiber. 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.

1.4 Abgeleitete Use Cases

Use Case 1: Digitales Warteschlangenmanagement pro Ladepool

Der 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 NutzerInnen in eine virtuelle Warteschlange einreihen.

Über ihre App oder die Headunit ihres Fahrzeugs erhalten NutzerInnen 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 muss für NutzerInnen ohne App oder kompatible Headunit vorgesehen werden. 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 die NutzerInnen 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.

Erreichen NutzerInnen 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.

Verlassen NutzerInnen die Warteschlange vorzeitig oder starten den Ladevorgang nicht innerhalb eines definierten Zeitfensters, wird der Ladepunkt dem/der nächsten wartenden NutzerIn 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 NutzerInnen und ermöglicht eine effektivere Nutzung der Ladeinfrastruktur. POI-Daten, die Informationen zu Warteschlangenstatus und Ladepoolmerkmalen enthalten, unterstützen FahrerInnen 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. NutzerInnen 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 NutzerInnen 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 Queuing- als auch

Reservierungsfunktionen unterstützen, was erhöhte Anforderungen an das Zuteilungsmanagement stellt.

Im Fall einer geänderten Ankunftszeit kann die Reservierung dynamisch angepasst oder durch die NutzerInnen 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 Queuing über alle unterstützten Authentifizierungsmedien gestartet.

Der Use Case 2 umfasst folgende zentrale Operationen:

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 die Nutzerinnen (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 Lade-pools ermöglicht dabei eine flexible Steuerung und bietet NutzerInnen ein hohes Maß an Planbarkeit.

2. Definition der Schnittstelle zwischen Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und weiteren Backendsystemen

Ziel von SeQueRe ist es, einen Standard für die Kommunikationsschnittstellen und Datenanforderungen im Ökosystem der Elektromobilität zu schaffen, um barrierefreie Lösung für Warteschlangen- und Reservierungsfunktionen an (halb-)öffentlichen Ladepunkten zu ermöglichen und damit die Nutzererfahrung von E-FahrerInnen spürbar zu verbessern. Für die Gesamtfunktionalität des Systems ist hierzu ein umfassendes Netzwerk aller beteiligten Komponenten erforderlich. Laut der beschriebenen User Journeys ist die Planung eines Ladestopps nur möglich, wenn das System umfassende Informationen über die verfügbaren Infrastrukturdaten der Betreiber der Ladeinfrastruktur (Charge Point Operator, CPO) verfügt – typischerweise in Form standardisierter POI-Daten. Dafür muss vorausgesetzt werden, dass die relevanten Infrastrukturdaten vollständig, aktuell und korrekt durch den jeweiligen Betreiber der Ladeinfrastruktur bereitgestellt werden. Ohne eine solche standardisierte Implementierung ist eine nahtlose Integration in Routen- und Planungssysteme nicht möglich.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Qualität der bereitgestellten Daten. Insbesondere ist die Spezifikation der Ladeleistung entscheidend, da bei vollständig besetzten Ladepools die tatsächlich verfügbare Ladeleistung oft von der nominell angegebenen Leistung der einzelnen Stationen abweicht. Da die Ladeleistung üblicherweise als statisches Datenfeld gehalten wird, muss diese Einschränkung zumindest durch ausreichend präzise Berücksichtigung der Wartezeit und der Ladezeitprognose ausgeglichen werden, um realistische Planungsergebnisse zu erzielen.

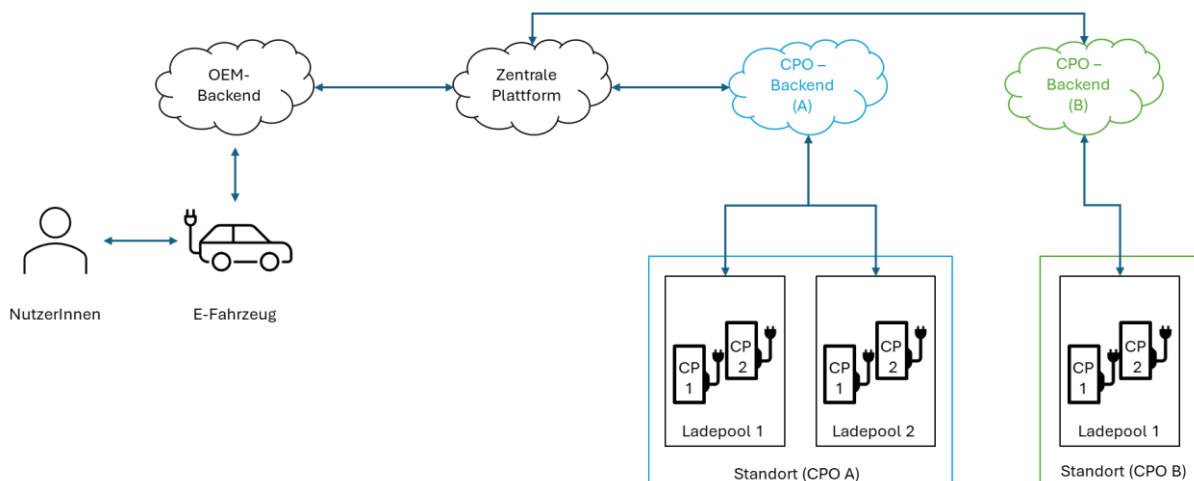


Abbildung 1: Anbindung des OEM und CPO an die Zentrale Plattform (ZP) zur Bereitstellung der POI-Daten

Die Daten der CPOs sollen über eine zentrale Plattform (ZP) an den OEM übermittelt werden, um eine direkte individuelle Verbindung eines OEMs zu allen Betreibern der Ladeinfrastruktur zu vermeiden.

Diese Architektur reduziert die Komplexität der Schnittstellen und gewährleistet eine skalierbare Verbindung.

Üblicherweise erhält der OEM die POI-Daten von einem Mobility Service Provider (MSP). In einer alternativen Anbindung ist es möglich, dass der OEM sich direkt an die ZP anbindet. Die Anpassung der Topologie bedingt die Umsetzung der Schnittstelle durch den OEM. Aufgrund der derzeit erforderlichen Anbieter-ID in OCPI und der bislang fehlenden Berücksichtigung von OEMs wird eine Erweiterung empfohlen, welche OEMs eine Teilnahme ohne Anbieter- oder MSP-Rolle ermöglicht.

Neben der zuvor beschriebenen Erweiterung zu Zwecken der Transparenz müssen dedizierte Erweiterungen für die Warteschlange implementiert werden. Über die standardmäßige OCPI-Implementierung hinaus wurde eine zusätzliche Ebene eingeführt. Diese beschreibt die spezifischen Eigenschaften einzelner Infrastruktureinheiten. Die Poolebene wird verwendet, um EVSEs mit denselben Eigenschaften zu gruppieren, zum Beispiel derselben Ladeleistung. Die bereits in OCPI vorhandene Location Ebene kann folglich mehrere Pools umfassen und beschreibt die durch einen CPO an dem Standort verfügbaren Cluster von Infrastruktureinheiten, was eine strukturierte und erweiterbare Kartierung der Ladeinfrastruktur ermöglicht. Alle drei Ebenen haben sowohl statischen als auch dynamischen Daten (Abbildung 2).

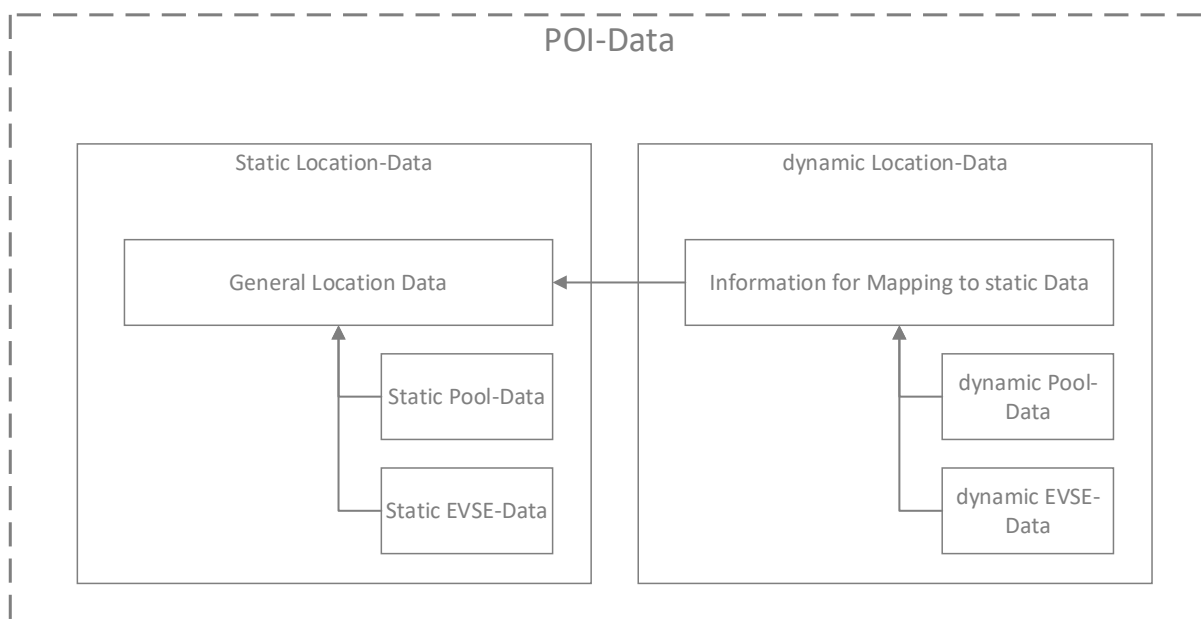


Abbildung 2: Beispiele für statische und dynamische POI-Daten auf Standort-, Pool- und EVSE-Ebene.

Die ZP fungiert als zentrale Instanz zur Aggregation und Verteilung relevanter Informationen, während der MSP die POI-Daten sowie weitere relevante Informationen für den OEM oder – bei Legacy-EVs – für die App bereitstellt, und der OEM die kundenseitige Darstellung und Integration in fahrzeugnahe Systeme übernimmt.

Zur Umsetzung solcher Funktionen ist die Einführung eines OEM-internen Backends erforderlich, welches als vermittelnde Instanz zwischen der Fahrzeugflotte und dem MSP/ der ZP agiert. Der Datenaustausch wird bewusst auf die Schnittstelle zwischen OEM und MSP/ZP beschränkt und nicht aus einzelnen Fahrzeugen heraus realisiert. Das bereits vorgesehene OEM-interne Backend übernimmt die zentrale Vorverarbeitung, persistente Speicherung und Verwaltung der relevanten Daten für die gesamte Fahrzeugflotte. Dadurch werden fahrzeugseitige Redundanzen vermieden, Kommunikationsaufwände reduziert und Synergien sowie Skalierungseffekte geschaffen. Da es sich um eine interne Schnittstelle handelt, ist keine zwingende Festlegung auf ein spezifisches Kommunikationsprotokoll erforderlich. Typischerweise kommen hierfür etablierte Protokolle wie MQTT zum Einsatz.

Notwendige weitere Anbindungen im Kontext der Authentifizierung

Ziel ist eine zentrale Anbindung von Mobility Service Providern (MSPs), um die Vielzahl potenzieller Kunden-MSPs nicht aus jeder Instanz heraus, beispielsweise durch den OEM, individuell anbinden zu müssen. Durch diesen Ansatz wird die Anzahl sowie die Diversität der benötigten Schnittstellen reduziert. Außerdem wird die Erweiterbarkeit des Systems erleichtert, insbesondere im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Kundenfrontends. Des Weiteren ermöglicht die zentrale MSP-Anbindung die bereits etablierten Schnittstellen bezüglich des Austauschs von vertrags- und authentifizierungsrelevanten Informationen.

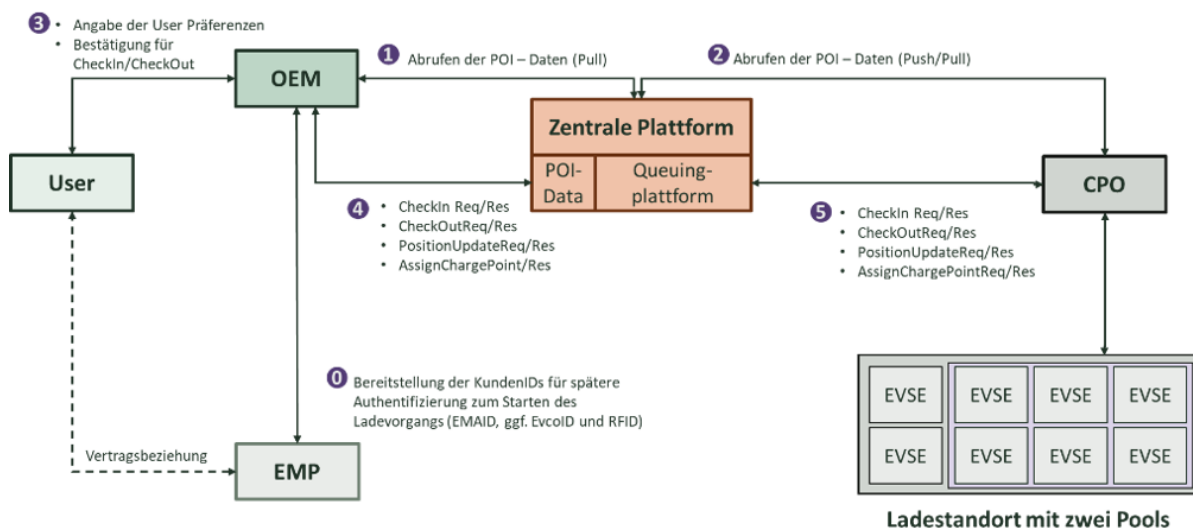


Abbildung 3: Systemarchitektur für Queuing -- Option 1: Der OEM ist an die zentrale Plattform angebunden und triggert die Anfragen. Voraussetzung: Vertragliche Vereinbarung zwischen OEM und EMP, dass dieser die UserIDs nutzen darf.

Für die Authentifizierung aus dem Fahrzeug heraus sollen bevorzugt jene Vertragsinformationen genutzt werden, die im Rahmen von Plug & Charge (PnC) als vertrauenswürdig eingestuft sind. Eine direkte Eingabe der Vertragsdaten durch den Kunden ist grundsätzlich möglich, jedoch mit Sicherheitsrisiken verbunden.

Alternativ zu einer direkten Bedienung aus dem Fahrzeug heraus kann das Frontend der OEM-APP genutzt werden. Aufgrund der weit verbreiteten Nutzung von RFID-Karten ist zusätzlich deren Nutzung vorgesehen; die hierfür notwendigen RFID-Informationen müssen zunächst manuell bereitgestellt werden. Langfristig wird eine zentralisierte Konsolidierung aller Vertragsinformationen (z.B. RFID zu EMAID) nach dem Prinzip von PnC angestrebt.

Für die Nutzung der Schnittstelle sind bestimmte Vertragsinformationen erforderlich. Dazu zählen insbesondere die EMAID und die EVCOID, wobei mindestens eine dieser Informationen bereitgestellt werden muss. Optional kann zusätzlich eine RFID-Information hinterlegt werden, um die Nutzung einer physischen Ladekarte zu ermöglichen. Darüber hinaus ist eine vertragliche Absicherung notwendig, die dem OEM die Nutzung der jeweiligen Vertragsinformationen ausdrücklich erlaubt.

Abschließend ist die Kompatibilität zwischen den angebundenen MSPs und dem jeweils gewählten Charge Point Operator (CPO) zu berücksichtigen. Diese spielt insbesondere bei der initialen Anzeige von Ladepunkten sowie bei der Routenplanung durch den OEM eine zentrale Rolle. Unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens sowie der Aktualisierbarkeit der Kundenfahrzeuge besteht die Möglichkeit das Feature jederzeit auch aus der MSP APP heraus zu nutzen. Sollte dies für den Kunden aus diversen Gründen nicht möglich sein, sieht das Konzept auch eine Nutzung von vor Ort bereitgestellten Interaktionsmöglichkeiten vor (z.B. Hubs)

3. Definition des Datenaustausches zwischen Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und weiteren Backendsystemen

Für Use Case 1 wurden vier wesentliche Sequenzinhalte für das Queueing definiert: CheckIn, PositionUpdate, Assign Chargepoint und CheckOut. Zusätzlich ist ein Wechsel der Queue vorgesehen, der durch die Kombination eines CheckOut mit einem anschließenden CheckIn realisiert wird. Diese Sequenzen bilden den standardisierten Ablauf für die Teilnahme eines Fahrzeugs am Queueing Prozess.

Jede Sequenz wird eindeutig durch einen Header identifiziert und durch die Übermittlung eines initialen Requests angestoßen. Auf jeden Request muss zwingend eine Response erfolgen, um einen klar definierten und nachvollziehbaren Ablauf sicherzustellen. Entsprechend der vorangegangenen Schnittstellenbeschreibung werden sämtliche Sequenzinhalte über die Zentrale Plattform (ZP) ausgetauscht, die als zentrale Kommunikationsplattform fungiert.

Rollenverteilung innerhalb der Sequenzen

Die Verantwortung für das Auslösen der einzelnen Sequenzen ist klar zwischen OEM, MSP, CPO und ZP aufgeteilt. Der CheckIn sowie der CheckOut werden jeweils durch einen Request aus dem OEM oder MSP heraus initiiert und durch die ZP beantwortet. Das Positionsupdate sowie die AssignChargepoint

Sequenz werden hingegen durch den CPO angestoßen und erfordern jeweils eine Response des OEM. Insbesondere die Positionsupdates können innerhalb einer Queueing Sitzung mehrfach durchlaufen werden.

Nach dem AssignChargepoint erfolgt eine automatische Terminierung der Queueing Sequenz. Auf dem Display des Fahrzeugs oder in der App wird die verbleibende Zeit bis zum Beginn des Ladevorgangs angezeigt.

Inhalt der Schnittstelle und Autorisierung

Aufbauend auf den in Kapitel 2.1 beschriebenen Authentifizierungs- und Vertragsanforderungen werden innerhalb der Queueing- und Reservierungssequenzen lediglich die für den jeweiligen Prozess erforderlichen Identifikations- und Vertragsinformationen übermittelt. Die Zentrale Plattform (ZP) übernimmt dabei die Weiterleitung der relevanten Credentials an den Charge Point Operator (CPO) beziehungsweise an die zugewiesene Infrastruktureinheit. Die Nutzung des zugewiesenen Ladepunkts setzt voraus, dass die zuvor übermittelten Vertragsinformationen beim Start des Ladevorgangs eindeutig zugeordnet werden können. Dies kann automatisiert, beispielsweise über Plug & Charge, oder über weiterhin unterstützte Authentifizierungsmedien wie RFID erfolgen.

Angabe der Infrastruktureinheit und Add-Ons

Im Rahmen der Schnittstelle ist zudem die Angabe der Art der Infrastruktureinheit sowie möglicher Add-Ons vorgesehen. Dazu zählen unter anderem Batteriewechselsysteme, Automatic Connection Device Side (ACD-S), Automatic Connection Device Underbody (ACD-U) Varianten, und Wireless Power Transfer (WPT). Diese Informationen ermöglichen eine bedarfsgerechte Zuweisung und die Berücksichtigung künftiger infrastrukturenspezifischer Merkmale, beispielsweise im Zusammenhang mit autonomen Fahrzeugen im Queueing-Prozess.

4. Spezifikation der Anforderungen für die Integration von Warteschlangen- und Reservierungsfunktionalitäten in beliebige Fahrzeuge

Die Integration von Queueing und Reservierungsfunktionen erfordert klar definierte Datenformate für die Schnittstellen zu externen Hubs wie Hubeject sowie zu CPO Plattformen, beispielsweise Ionity. Der funktionale Schwerpunkt dieser Integration liegt auf der Unterstützung von Warteschlangenmechanismen, einschließlich Statusaustausch und Zuweisungslogik, bei gleichzeitiger Sicherstellung von Skalierbarkeit und Interoperabilität über unterschiedliche Fahrzeugplattformen hinweg.

Das OEM interne Backend fungiert als zentrale Aggregation und Steuerungsschicht zwischen den Fahrzeug Frontends und externen Plattformen. Zu seinen Aufgaben zählen die Handhabung der OCPI-Schnittstelle zum Charge Point Operator (CPO) über den Hub, die Konsolidierung statischer und dynamischer Point of Interest (POI) Informationen sowie deren konsistente Bereitstellung für alle angebundenen Frontends. Neben der Aggregation und konsistenten Darstellung innerhalb der Flotte ist auch eine Anzeige und Interaktion aus zugehörigen mobilen Anwendungen (Apps) zu berücksichtigen. Entsprechend des zuvor eingeführten OEM-Backends können auch an dieser Stelle die geschaffenen Synergien ausgenutzt werden und eine einheitliches Kundenerlebnis sichergestellt werden.

Die Fahrzeug Benutzeroberfläche muss bereits in der Kartenansicht klar anzeigen, ob ein Ladeort Queueing unterstützt und welche Wartezeit aktuell zu erwarten ist. Sind die notwendigen Voraussetzungen für das Queueing nicht erfüllt, wird eine eindeutige Kundeninformation empfohlen. Beim Annähern an die definierte Check-In-Zone soll für NutzerInnen transparent erkennbar sein, ob ein Check-In aktuell möglich ist (Abbildung 4).

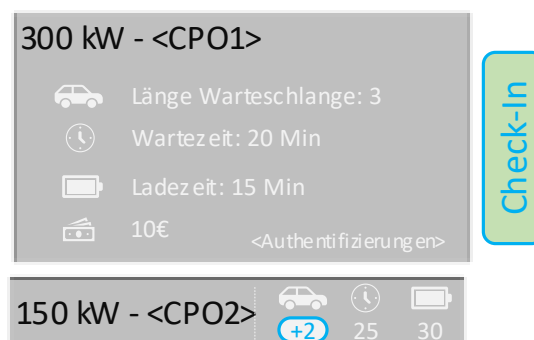


Abbildung 4: Der Check-In-Status wird als verfügbar dargestellt

Die Kartenansicht soll eine konsolidierte Darstellung der erwarteten Situation über alle an einem Standort verfügbaren Lademöglichkeiten hinweg bieten. Die dargestellten Informationen werden kontinuierlich aktualisiert, um die tatsächliche Situation während der Anfahrt und zum Zeitpunkt der Ankunft möglichst realitätsnah abzubilden. Bei Auswahl einer Location sind die verfügbaren Pools sowie deren spezifische Eigenschaften darzustellen. Es ist zu berücksichtigen, dass außerhalb der Kundeneinstellungen und Filterungen eine Optimierung der Gesamtzeit möglich ist. Entsprechend können Pools mit geringerer Ladeleistung relevant sein, sofern sie kürzere Wartezeiten aufweisen.

Besondere Kundenanforderungen, etwa hinsichtlich Barrierefreiheit, Rollstuhltauglichkeit oder Anhängerbetrieb, sollten bereits bei der Auswahl eines Ladepools berücksichtigt und idealerweise aus bestehenden Nutzer-, Fahrzeug- oder Filtereinstellungen abgeleitet werden. Dadurch kann die Anzeige verfügbarer Pools bedarfsgerecht eingegrenzt werden. Ergänzend ist die Ladefähigkeit des Fahrzeugs zu berücksichtigen. Detaillierte EVSE-Informationen über die reine Anzahl hinaus sind nicht erforderlich, da für den Kunden primär der Pool und nicht die einzelne Ladeeinheit relevant ist.

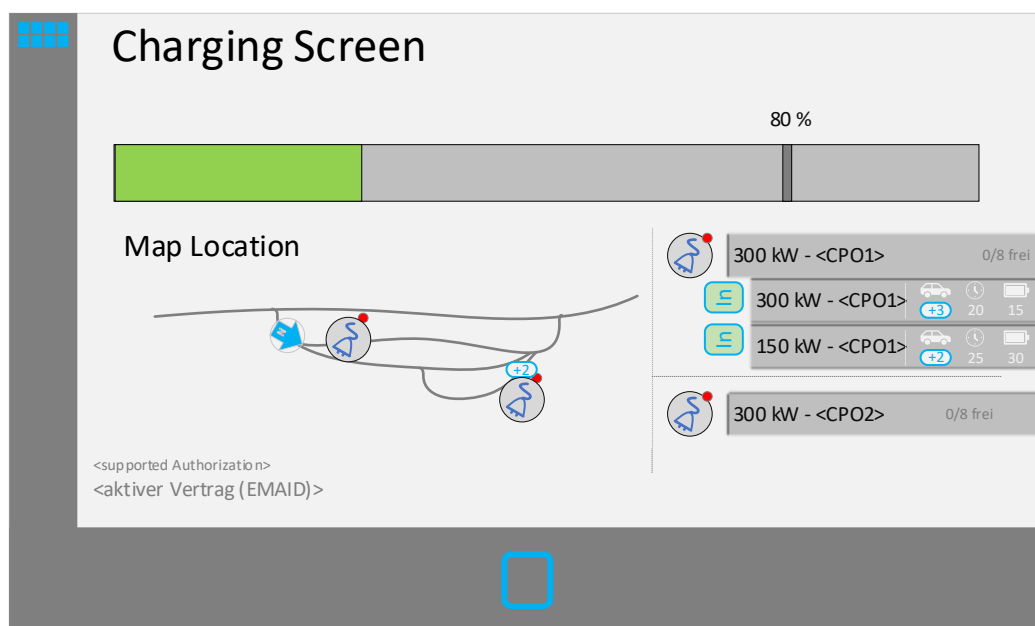


Abbildung 5: Der Queueing-Status der einzelnen Pools wird angezeigt.

Der aktuelle Queueing-Status muss dem Kunden jederzeit angezeigt werden können (Abbildung 5). Sobald eine Ladestation zugewiesen wurde, ist die Nutzerin oder der Nutzer über alle verfügbaren Frontends hinweg zu informieren. Die zugewiesene Ladestation muss klar erkennbar sein und sollte idealerweise durch eine Navigation innerhalb des Standorts unterstützt werden. Zusätzlich ist eine frühzeitige Benachrichtigung vor Erreichen eines Timeouts sinnvoll, um unbeabsichtigte Abbrüche des Queueings zu vermeiden.

Die Einordnung in eine Queue erfolgt gemäß der Pool-Ebene-Spezifikation. KundInnen sollten jedoch insbesondere bei navigationsbasierten Anwendungsfällen nicht gezwungen sein, aktiv einen Pool auszuwählen. Poolspezifische Zusatzfilter können ergänzend unterstützt werden; ihr Nutzen hängt jedoch stark von der Verbreitung der jeweiligen Implementierung ab. Für Legacy-Fahrzeuge ist eine entsprechende Unterstützung über MSP-Applikationen vorzusehen.

Um eine konsistente Nutzung über unterschiedliche Bedienmedien hinweg sicherzustellen, sollte eine einmal erzeugte Identifikation frontendübergreifend nutzbar sein. Dies ist insbesondere relevant, wenn NutzerInnen zunächst einen Vor-Ort-Check-in durchführen und anschließend auf ein anderes Frontend, beispielsweise eine Smartphone-App, wechseln. Eine einheitliche und übertragbare Datenstruktur reduziert Medienbrüche, erhöht die Nutzerfreundlichkeit und schafft zugleich die Grundlage für die Integration zukünftiger Fahrzeuggenerationen. Daher sollte die in diesem Konzept definierte Datenstruktur frühzeitig berücksichtigt werden.

Während beim Queueing die aktuelle Wartesituation und die Position in der Warteschlange im Fokus stehen, erweitert die Reservierungsfunktion diesen Ansatz um eine zeitliche Planungskomponente. Dafür ist die Anzeige verfügbarer Zeitfenster in einer kalenderähnlichen Darstellung erforderlich. Insbesondere für High Power Charging (HPC) Standorte wird eine Trennung zwischen dem erwarteten Ankunftsfenster und dem tatsächlich zu reservierenden Ladefenster empfohlen, um die Auslastung der Infrastruktur zu maximieren. Eine mögliche Umsetzung ist, dass das Ankunftsfenster flexibel ist und sich aus der aktuellen Route sowie der Entfernung des Kunden ableitet, während das Ladefenster eine fixe Dauer aufweist, jedoch innerhalb des Ankunftsfensters variabel positionierbar ist. Andere Kunden dürfen innerhalb des Ankunftsfensters laden, jedoch nicht im reservierten Ladefenster. Aufgrund des Risikos von Zeitüberschreitungen und der hohen Bedeutung der Auslastungsoptimierung an HPC-Standorten wird die Reservierungsfunktion vorrangig für langsamere Ladeinfrastruktur, wie beispielsweise AC-Ladestationen, empfohlen. Eine APP basierte Lösung spielt eine zentrale Rolle, insbesondere für AC-Laden im urbanen Umfeld, da Kunden diese häufig im Voraus planen. Dennoch sollte der Zugriff auf Queueing und Reservierungsfunktionen auch direkt aus dem Fahrzeug heraus möglich sein, um ein konsistentes und kanalübergreifende Ladeerlebnis sicherzustellen.

5. Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur optimierten Ladezeit-/ Ladestoppplanung

Die folgenden Abschnitte bündeln zentrale Handlungsempfehlungen und Gestaltungsprinzipien für die Einführung und den Betrieb von Warteschlangen² und Reservierungsfunktionen an öffentlicher Ladeinfrastruktur. Sie adressieren sowohl technische als auch nutzerzentrierte Fragestellungen und spannen den Bogen von der transparenten Informationsdarstellung über Prognose² und Routingmechanismen bis hin zu vertraglichen, betrieblichen und datenbezogenen Rahmenbedingungen. Ziel ist es, Akzeptanz und Vertrauen bei den NutzerInnen zu stärken, Fehlanreize und Frustration zu vermeiden sowie gleichzeitig Skaleneffekte und eine effiziente Nutzung der Ladeinfrastruktur zu ermöglichen. Besonderes Augenmerk gilt dabei auch der Behandlung atypischer oder problematischer Nutzungssituationen, um eine konsistente und faire Nutzererfahrung sicherzustellen.

Integration von Warteschlangenfunktionen

Zielbild der Warteschlangenfunktionalität ist eine möglichst weitreichende Verbreitung über verschiedene Betreiber und Standorte hinweg, um NutzerInnen marktweit mehr Transparenz und Planungssicherheit zu bieten. Die im Projekt erzielten Ergebnisse beschreiben hierfür Verfahren zum Umgang mit bereits vollständig ausgelasteten Ladeorten. Eine erste Implementierung durch einzelne Charge Point Operatoren (CPOs) kann bereits einen Mehrwert schaffen, indem sie die Transparenz an ausgewählten Standorten erhöht und zur weiteren Verbreitung des Features beiträgt. Gleichzeitig ist bei einer selektiven Einführung zu berücksichtigen, dass das daraus resultierende Kundenverhalten derzeit nicht eindeutig vorhersehbar ist.

Bei einer Umsetzung durch einzelne CPOs innerhalb eines Marktes kann Queueing einerseits, insbesondere bei kurzen Warteschlangen, eine stärkere Nutzerbindung bewirken, da die Verfügbarkeit alternativer Standorte für NutzerInnen nicht immer eindeutig einschätzbar ist. Andererseits besteht insbesondere bei längeren Wartezeiten die Möglichkeit, dass NutzerInnen ihre Ladeplanung frühzeitig ändern und alternative Standorte anfahren.

Transparente Darstellung als Voraussetzung für Akzeptanz

Auf Grundlage der im Projekt durchgeführten Umfrage wurde empfohlen, eine transparente und vergleichbare Statusanzeige einzurichten [10]. NutzerInnen benötigen eine Übersicht aller für sie relevanten Informationen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können; dies gilt sowohl für die spontane Auswahl eines Ladeorts als auch für die Routenplanung. Die reine Anzeige der Anzahl

wartender Fahrzeuge ist hierfür nicht ausreichend, da sie die tatsächliche Abarbeitungsgeschwindigkeit der Warteschlange nicht berücksichtigt und zu Fehlinterpretationen führen kann, etwa der Annahme, dass längere Warteschlangen automatisch mit längeren Wartezeiten einhergehen.

Für NutzerInnen und insbesondere für Navigationssysteme ist daher die Bereitstellung konkreter Wartezeiten deutlich aussagekräftiger. Diese sollten auf einer übersichtlichen Ebene, beispielsweise in der Kartenansicht, dargestellt werden. Detailinformationen zur Warteschlange selbst sollten erst auf tieferen Ebenen verfügbar sein. Eine besondere Herausforderung stellt die Darstellung von Standorten dar, für die keine Wartezeitprognose bereitgestellt werden kann. In diesen Fällen muss klar erkennbar sein, dass keine Prognose verfügbar ist und dies zu Unsicherheiten in der Planung führen kann.

Wartezeitdarstellung und Prognosebildung

Das aktuelle Konzept bildet jeweils den Status eines Ladeorts zum Zeitpunkt der Abfrage ab, der nicht zwingend mit der Situation bei der tatsächlichen Ankunft übereinstimmen muss. Dieser Umstand ist bei der Darstellung zu berücksichtigen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Die angezeigte Wartezeit sollte dabei nicht nur den aktuellen Status des Ladeorts abbilden, sondern auch die voraussichtliche Situation zum Zeitpunkt der Ankunft berücksichtigen. Dadurch wird deutlich, welche Wartezeit unter Einbeziehung der Anfahrtszeit tatsächlich zu erwarten ist. Dieser Aspekt wird im folgenden Abschnitt zum kooperativen Queueing aufgegriffen und weiter konkretisiert.

Entsprechend kann die Kartenansicht diese Logik abbilden oder die Anzeige auf einen definierten Umkreis beschränken. Ergänzend ist perspektivisch eine Prognosebildung vorgesehen, wie sie beispielsweise im Konzept des kooperativen Queueings beschrieben wird. Die Bereitstellung der Wartezeitprognosen für während des Queueings bekannte Fahrzeuge erfolgt durch den Charge Point Operator (CPO).

Kooperatives Queueing

Ein zentrales Ziel des kooperativen Queueing Ansatzes ist die Vermeidung von Warteschlangen, bevor diese überhaupt entstehen. Da gemäß dem vorherigen Kapitel ein CheckIn für das Queueing aktuell erst kurz vor der Ankunft an einem Ladeort möglich ist, müssen präventive Mechanismen greifen, um eine Überlastung einzelner Standorte frühzeitig zu vermeiden. Aktuelle Fahrzeuge berücksichtigen bei der Routenplanung bereits die aktuelle Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Dabei wird jedoch in der Regel nicht einbezogen, wie viele Fahrzeuge sich bereits in einer Warteschlange befinden oder sich auf dem Weg zu demselben Ladeort befinden. Dieses Vorgehen ist bei vielen OEMs verbreitet und führt zu der Annahme, dass Fahrzeuge bevorzugt zu aktuell freien Ladepunkten im Umfeld geroutet werden. Eine hohe Verbreitung dieser Implementierung kann jedoch dazu führen, dass mehrere Fahrzeuge zeitgleich denselben vermeintlich freien Standort anfahren und dort trotz anfänglicher Verfügbarkeit mit einer hohen Auslastung konfrontiert werden. In der Folge kann ein erneutes Umrouten erforderlich werden.

Zur Vermeidung derartiger Probleme, sowie der qualitativen Steigerung von Anzeige und Planungsdaten ist das Konzept des Kooperativen Queueings erarbeitet worden. Dieses Konzept hat einen zentralen Aggregator, welcher mittels bereitgestellter Flotten- und Infrastrukturdaten Prognosen für Wartezeit bzw. Warteschlangenlänge an partizipierende Instanzen bereitstellt. Entsprechend ist es bereits frühzeitig möglich einen Ladestopp auf Grundlage der zu erwartende Situation zu wählen. Zur Steigerung der Prognosequalität ist die Bereitstellung der Daten aus einem Navigationssystem heraus zu empfehlen.

Bereits bei einer vergleichsweise geringen Marktdurchdringung, beispielsweise durch die Beteiligung weniger OEMs, kann durch die schiere Menge verfügbarer Daten ein signifikanter Mehrwert generiert werden. Dabei ist keine Übermittlung nutzerbezogener oder personenbezogener Daten erforderlich. Ein Austausch auf abstrahierter Ebene ist ausreichend, um belastbare Aussagen über erwartete Auslastungen treffen zu können.

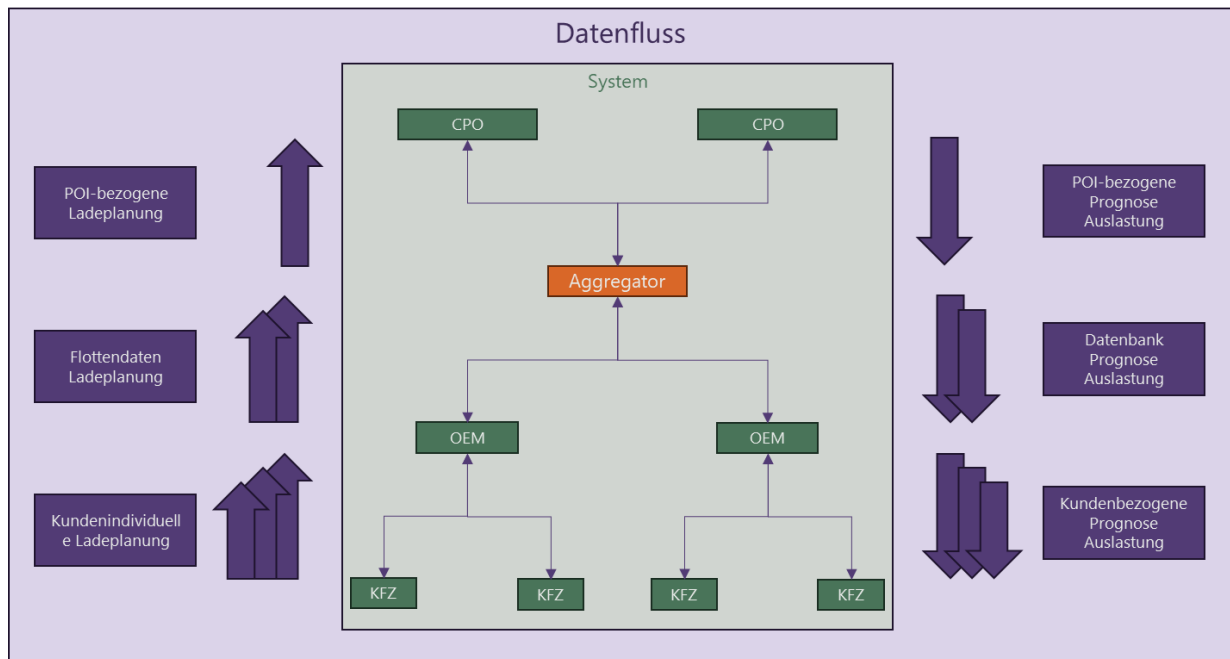


Abbildung 6: Übersicht über den aggregierten Datenfluss

So könnte beispielsweise ein OEM aggregierte Informationen zur erwarteten Verteilung seiner Fahrzeuge auf verschiedene Ladestandorte bereitstellen. Die abstrahierten Daten erlauben es, Lastspitzen frühzeitig zu erkennen und Routing Empfehlungen entsprechend anzupassen, ohne sensible Nutzerdaten offenzulegen.

Das kooperative Queueing ist in der Lage einen wesentlichen Beitrag zur präventiven Steuerung von Ladeinfrastruktur und zur Vermeidung von Warteschlangen mittels markenübergreifender Datengrundlage zu leisten.

Intelligente Routenplanung

Um Warteschlangen bereits im Vorfeld möglichst gering zu halten, ist eine intelligente Routenplanung erforderlich, welche prognostizierte Wartezeiten schon mitberücksichtigt. Die Informationen zu Wartezeiten sollte idealerweise auf einer gemeinsamen Plattform generiert werden, die alle relevanten Marktteilnehmer anbindet. Ein solcher Ansatz ermöglicht den Zugang für alle Teilnehmer, die aktiv Daten bereitstellen, und schafft im Gegenzug einen Mehrwert durch erweiterte Informationen zu erwarteten Wartezeiten sowie zur Anzahl der Fahrzeuge, die sich bereits auf dem Weg zu einem Ladehalt befinden.

Die Vertrauenswürdigkeit der bereitgestellten Daten besitzt dabei einen hohen Stellenwert, da Routing Entscheidungen unmittelbar das Kundenerlebnis beeinflussen. Ziel ist es, eine dauerhafte manuelle Neuplanung durch die NutzerInnen zu vermeiden und stattdessen automatisierte Systeme wie eine integrierte Routenplanung zu nutzen, idealerweise direkt im Fahrzeug. Dadurch kann eine konsistente und kontinuierliche Optimierung der Route erfolgen.

Validierung von nicht selbst zu verantwortenden Nutzerproblemen

Ein zentrales Thema im Kontext von Queueing ist der Umgang mit Nutzerproblemen, die nicht durch den NutzerInnen selbst verursacht werden. Ein typisches Szenario ist eine belegte Ladesäule (EVSE), bei der der Kunde trotz korrekter Nutzung keine Möglichkeit zum Laden erhält. Für solche Fälle ist eine klare Validierung und Handhabungslogik erforderlich, um Frustration und Akzeptanzprobleme zu vermeiden.

Ist ein Elektrofahrzeug mit gestecktem Ladekabel an einer Ladesäule angeschlossen und blockiert diese, kann dem Missbrauch durch geeignete Gebührenmodelle begegnet werden. Ergänzend sollte vor Ort ein transparentes Anzeigekonzept umgesetzt werden, das die aktuelle Situation verständlich darstellt. Vergleichbar mit Abfluganzeigen an Flughäfen oder Ticketsystemen in Restaurants kann eine visuelle Darstellung der Belegung und Wartesituation dazu beitragen, Unsicherheiten zu reduzieren und die Nachvollziehbarkeit für den NutzerInnen zu erhöhen.

Umgang mit blockierten, aber nicht belegten Ladepunkten

Problematischer sind Fälle, in denen eine Ladesäule blockiert ist, ohne dass ein Ladekabel gesteckt ist. In der aktuellen Ausgestaltung läuft der betroffene Kunde in solchen Situationen Gefahr, nach Ablauf eines Timeouts aus der Warteschlange entfernt zu werden und sich erneut einreihen zu müssen. Dies führt voraussichtlich zu hoher Frustration und geringer Akzeptanz des Queueing-Features.

Für diese Szenarien muss den NutzerInnen eine valide Möglichkeit eingeräumt werden, in der Warteschlange zu verbleiben. Ziel sollte es sein, den NutzerInnen bei Verfügbarkeit automatisch einer alternativen Ladeeinheit zuzuweisen, anstatt ihn aus dem Prozess auszuschließen. Eine solche Logik

erhöht die wahrgenommene Fairness des Systems und trägt maßgeblich zur Akzeptanz und zum Vertrauen in die Warteschlangenfunktion bei.

Unterstützung durch Leistungsangaben und indirekte Anreize

Zur Steigerung der Transparenz sollten Leistungsangaben, die im jeweiligen Auslastungsszenario tatsächlich verfügbare Ladeleistung berücksichtigen. Hierfür könnten CPOs verpflichtet werden, Leistungswerte für Infrastruktureinheiten eines Pools oder einer Location zumindest für minimale und maximale Auslastungsszenarien bereitzustellen. Dies ermöglicht dem MSP, auch für Standorte ohne Queueing-Funktion die zu erwartenden Wartezeiten besser abzuschätzen.

Vor dem Hintergrund, dass Wartezeiten typischerweise erst bei vollständiger Auslastung auftreten, ist in diesem Zusammenhang von der Nutzung der Minimalwerte sowie von einem eher leistungsstarken Ladehub auszugehen. Auf diese Weise können auch weitere CPOs indirekt zur Implementierung motiviert werden, indem die Bereitstellung realer Leistungsdaten einen Wettbewerbsvorteil schafft.

Anpassung von Filterkriterien zur Optimierung des Kundenerlebnisses

Zur Optimierung des Kundenerlebnisses ist eine Anpassung der Filterkriterien erforderlich. Aktuell verbreitete Filtermechanismen orientieren sich primär an der Ladeleistung. Mit der Verfügbarkeit von Wartezeitprognosen wird jedoch eine zeitbasierte Filterung deutlich hilfreicher. Hintergrund ist, dass eine Infrastruktur mit hoher Ladeleistung nicht zwangsläufig die kürzeste Wartezeit bietet, insbesondere wenn leistungsstarke Pools mit vergleichsweise wenigen Ladeeinheiten ausgestattet sind.

Durch die Einführung einer leistungsbezogenen Pool Ebene ist zudem eine stärkere Auslastung solcher Pools zu erwarten, was wiederum zu erhöhten Wartezeiten führen kann. Daher müssen individuelle Kundenbedürfnisse stärker berücksichtigt werden. Denkbare Szenarien sind beispielsweise NutzerInnen, die ihre Route möglichst schnell fortsetzen möchten und daher eine geringe Wartezeit und Ladezeit beziehungsweise eine geringe Gesamtaufenthaltszeit priorisieren, oder NutzerInnen, die zwar laden möchten, jedoch bewusst eine Pause einplanen, bei denen die Ladezeit eine untergeordnete Rolle spielt. Auch für Dienstreisende mit festen Pausenzeiten ist diese Differenzierung relevant. Entsprechend sollte die Filterung neben der Anfahrtszeit sowohl die erwartete Wartezeit als auch die Ladezeit berücksichtigen.

Vertragsabhängigkeit und Informationspflicht

Die Nutzung von Queueing Funktionen setzt einen kompatiblen Kundenvertrag voraus. Die Filterung sollte daher auch die Möglichkeit bieten, Ladeinfrastruktur nach Vertragskompatibilität einzugrenzen. Um eine möglichst hohe Abdeckung kompatibler Infrastruktureinheiten zu erreichen, ist die Berücksichtigung mehrerer hinterlegter Verträge sinnvoll.

Darüber hinaus muss der Kunde transparent über verpflichtende Queueing Nutzungen informiert werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn kein kompatibler Vertrag hinterlegt ist und ein Queueing Start an der Location erforderlich wäre. Für Legacy Fahrzeuge ist es dabei von besonderer Bedeutung, dass eine Queueing Pflicht eines Ladeorts frühzeitig und eindeutig kommuniziert wird, um Fehlplanungen und negative Nutzererfahrungen zu vermeiden.

6. Fazit

Das Fördervorhaben SeQueRe adressiert zentrale Akzeptanzhemmnisse der Elektromobilität – insbesondere Reichweitenangst, fehlende Transparenz und die absehbare Zunahme von Auslastungsspitzen an öffentlichen Ladeorten. Kern des Ansatzes ist die Standardisierung von Kommunikationsschnittstellen und Datenanforderungen entlang der in diesem Whitepaper beschriebenen Use Cases und User Journeys. Nur wenn Ladeorte verlässlich beschrieben und in Planungssysteme integrierbar sind, können Fahrer Ladestopps nahtlos über Fahrzeugnavigation oder Frontends planen und fundierte Entscheidungen treffen. Dafür sind vollständige und qualitativ hochwertige POI-Daten der CPOs erforderlich, die sowohl statische Informationen (z. B. Pool-/EVSE-Eigenschaften, nominale Leistung) als auch dynamische Informationen (z. B. Verfügbarkeit, Warteschlangenstatus, erwartete Wartezeiten) umfassen. Die vorgeschlagene Architektur mit einer zentralen Plattform (ZP) reduziert Integrationskomplexität, ermöglicht Skalierung und schafft einen klaren Knotenpunkt für den Austausch über etablierte Standards wie OCPI – ergänzt um projektspezifische Erweiterungen (z.B. Poolebene). In Kombination mit einer konsolidierten Authentifizierungsanbindung über MSPs entsteht so die Grundlage für interoperables Queueing und Reservieren. Insgesamt leistet SeQueRe einen wesentlichen Beitrag zu einer planbaren, nutzerorientierten und zukunftsfähigen Ladeerfahrung und bildet die Basis für weiterführende Funktionen wie intelligente, präventive Routenoptimierung.

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 25 5 2026].
- [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] SeQueRe, *Konzepterstellung für das Thema Buchung (Warteschlange und Reservierung)*, 2026, 2026.

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.