

iLaPark

Intelligentes Laden von E-Fahrzeugen in Parkhäusern

Reservierung von Ladepunkten – Ein Überblick des Status Quo und künftiger Anwendungsfälle

Projektpartner

valantic

EDAG

FRANKFURT
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

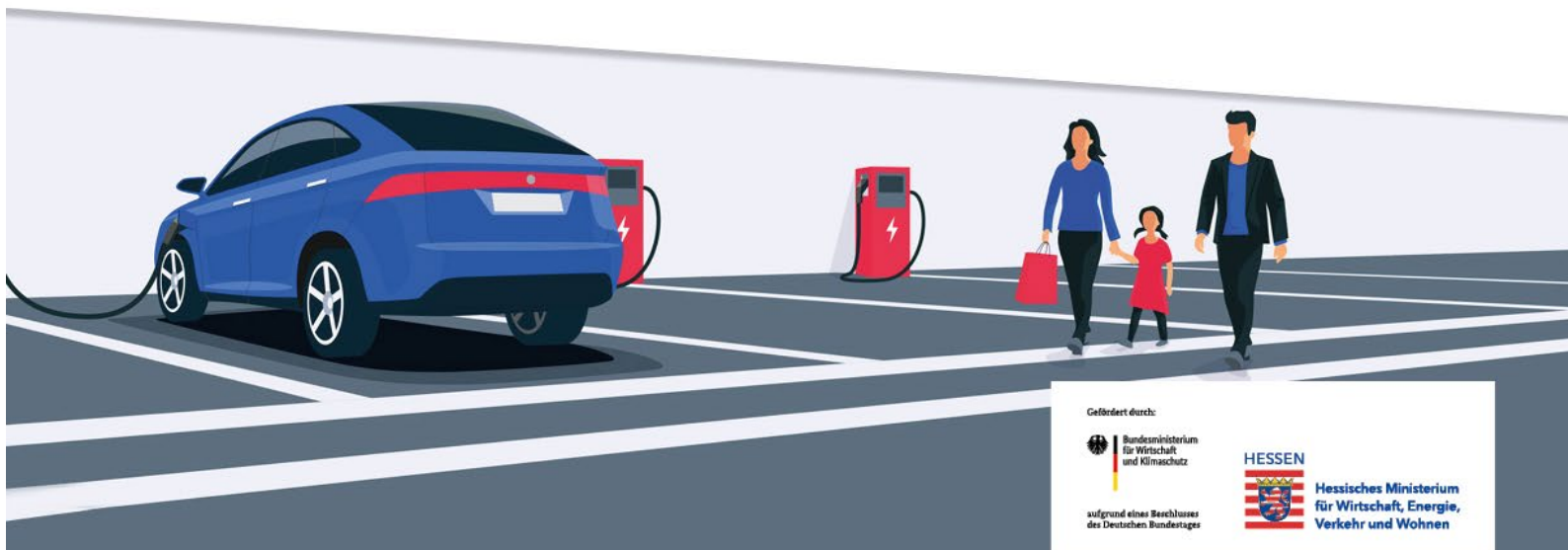
HUBJECT

INTILION
Part of the HOPPECKE Group

House
of **Energy**

Assoziierter Partner

PBG PARKHAUS
BETRIEBS-
GESELLSCHAFT mbH
Ein Unternehmen der ABG FRANKFURT HOLDING



Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

HESSEN



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Glossar	4
Einleitung	5
Hintergründe zur Marktentwicklung	5
Status Quo – Reservierungsfunktionen von Kommunikationsprotokollen	6
Verortung der Zustandsinformation einer Reservierung	9
Betrachtung von Anwendungsfällen – Vorteile und Herausforderungen	10
Fazit	17
Über iLaPark	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stakeholder-Kette für Reservierung	9
Abbildung 2: Übersicht aller Anwendungsfälle und ihrer unterschiedlichen Komplexitäten	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Protokollübersicht zum Status Quo einer Reservierungsfunktion	8
Tabelle 2: Bewertung des Anwendungsfalls ReserveNow	11
Tabelle 3: Bewertung des Anwendungsfalls Kalenderbasierte Reservierung.....	13
Tabelle 4: Bewertung des Anwendungsfalls Dynamische routenbasierte Reservierungsreihe.....	16

Glossar

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
BEV	Battery Electric Vehicle (vollelektrisches Batteriefahrzeug)
CP	Charge Point (Ladepunkt)
CPO	Charge Point Operator (Ladepunkt-/Ladestations-/Ladesäulenbetreiber)
DC	Direct Current (Gleichstrom)
d.h.	das heißt
eMIP	eMobility Interoperation Protocol (Protokoll von Gireve zur standardisierten Kommunikation zwischen EMPs und CPOs)
EMP	eMobility Provider (E-Mobilitätsanbieter, Fahrstromanbieter)
EV/E-Pkw/E-Auto	Electric Vehicle / Elektrisch betriebener Pkw (vollelektrisch oder als Plug-in Hybrid-Fahrzeug)
Frankfurt UAS	Frankfurt University of Applied Sciences
HPC	High-Power-Charge (Schnellladestation mit Ladeleistung ab 150 kW)
ID	Identifikator
i.d.R.	in der Regel
iLaPark	Intelligentes Laden von E-Fahrzeugen in Parkhäusern (Projektname)
IT	Informationstechnik
KI	Künstliche Intelligenz
kW	Kilowatt
Mio.	Millionen
o.ä.	oder ähnliches
OCHP	Open Clearing House Protocol (Protokoll von e-Clearing zur standardisierten Kommunikation zwischen EMPs und CPOs)
OCPI	Open Charge Point Interface Protocol (Protokoll von EVRoaming Foundation zur standardisierten Kommunikation zwischen EMPs und CPOs)
OCPP	Open Charge Point Protocol (Protokoll zur standardisierten Kommunikation zwischen Ladesäule und CPO-Backend)
OICP	Open InterCharge Protocol (Protokoll von Hubject zur standardisierten Kommunikation zwischen EMPs und CPOs)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Verbrennerfahrzeug mit zusätzlicher Batterie für elektrischen Betrieb)
Pkw	Personenkraftwagen
ReLUT	Research Lab for Urban Transport
RFID	Radio-Frequency Identification (technisches System zur kontaktlosen Datenauslesung und -speicherung)
RP	Roaming-Plattform
SOC	State of Charge (Ladestand der Batterie)
v.	Version
z.B.	zum Beispiel

Einleitung

Die Reservierung von Ladepunkten kann Nutzerinnen und Nutzern zusätzlichen Komfort bieten. Generell sind unterschiedliche Ausbaustufen denkbar, die jedoch auch unterschiedlich komplex im Aufbau sind:

- ReserveNow – Der Ladepunkt wird bei der Buchung sofort reserviert und für andere Nutzerinnen und Nutzer blockiert.
- Kalenderbasierte Reservierung – Der Ladepunkt wird zu einem zukünftigen Zeitpunkt reserviert und kann in der Zwischenzeit von anderen Kundinnen und Kunden zum Laden genutzt werden.
- Dynamische routenbasierte Reservierungsreihe – Mehrere Ladepunkte werden entlang einer Route reserviert. Die Route kann sich dynamisch ändern und somit die reservierten Ladepunkte.

Die benötigten Funktionalitäten sind in Teilen durch bestehende Kommunikationsprotokolle und Spezifikationen abgedeckt. Allerdings sind nicht alle in den gängigen Schnittstellen durchgängig implementiert.

Dieses Dokument gibt eine Übersicht über die Protokolle und skizziert die Ausbaustufen einer denkbaren Reservierungsfunktionalität.

Hintergründe zur Marktentwicklung

Zwischen 2019 und 2022 hat sich die Anzahl an E-Pkw (BEV und PHEV) in Deutschland von ca. 150.000 auf ca. 1,5 Mio. verzehnfacht.¹ Auch die Anzahl an Ladeinfrastruktur im öffentlichen und halböffentlichen Raum ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen, insbesondere im Bereich des DC-Schnellladens mit einer Leistung ab 50 kW. Laut einer Auswertung von Charging Radar² hat sich die Anzahl an Ladepunkten in Deutschland zwischen 2020 und 2022 mehr als verdoppelt von ca. 44.000 auf über 90.000 Ladepunkte. Mit 80% stellen AC-Normalladepunkte (≤ 22 kW) den Hauptanteil der Ladeinfrastruktur, doch die Wachstumsrate bei DC-Schnellladepunkten fiel in den letzten Jahren deutlich höher aus. Zwischen 2021 und 2022 ist die Ladeinfrastruktur im DC-Bereich um über 70% gewachsen.

Die steigende Zahl an E-Pkw spiegelt sich auch in der Auslastung der Ladeinfrastruktur wider. Während im vierten Quartal 2020 nur jeder fünfte Ladestandort in Deutschland eine Auslastung von mehr als 10% aufwies und ein Drittel aller Ladestandorte sogar nur maximal 2% ausgelastet waren, erreichte 2022 bereits jeder dritte Standort eine Auslastung von mindestens 10%.

Auch wenn die Auslastung vieler Standorte noch deutlich gesteigert werden kann, finden sich auch zunehmend Ladestationen mit einer Auslastungsquote von 60-70%, insbesondere in Ballungsgebieten und auf hoch frequentierten Autobahnabschnitten. Urlaubs- und Stoßzeiten können speziell an Ladestandorten mit High-Power-Chargern (HPC, Ladeleistung ≥ 150 kW) zu Warteschlangen führen. Die oben genannte Auswertung von Charging Radar entlang der **Autobahn A7** hat für die

¹ Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2023). Siehe:

https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/monatl_neuzulassungen_node.html

² ChargingRadar (2023). Customer Insights eMobility. Präsentation im Rahmen des Webinars "Lademarkt und Ladeverhalten" am 15.02.2023.

Sommerreisezeit zwischen Juni und September 2022 ergeben, dass es in mehr als 5.000 Fällen zu Vollbelegungen an Ladeparks kam, was folglich neu ankommende E-Pkw zum Warten auf den Ladevorgang zwang. Mit einer steigenden Zahl an E-Fahrzeugen ist es daher naheliegend, dass Vollbelegungen und folglich Warteschlangen an Ladestandorten zunehmen werden. Eine **Reservierungsfunktion bzw. -intelligenz** kann helfen, die zeitlichen Planungen in den Ladevorgängen zu optimieren, E-Pkw-Fahrerinnen und -Fahrer gezielt zu leiten und so Wartezeiten zu minimieren.

Aktuell bieten die gängigen Kommunikationsprotokolle der E-Mobilität Möglichkeiten für eine einfache Reservierungsfunktion. Doch diese werden nur selten von Ladepunktbetreibern (Charge Point Operator – CPOs) genutzt, da sie wirtschaftlich wenig attraktiv sind. Aufgrund der unmittelbaren Blockierung eines Ladepunkts bei Auslösung einer Reservierung, erhöht sich das Risiko einer weiteren Reduktion der Auslastung des Ladepunkts, denn während des Blockierungsvorgangs können andere potenzielle Kundinnen und Kunden ohne Reservierung den Ladepunkt nicht nutzen. Blockiert nicht der CPO den Ladepunkt, sondern der E-Mobilitätsanbieter (E-Mobility Service Provider – EMP) indem er allein in der App anderen Nutzerinnen und Nutzern den Ladepunkt als reserviert anzeigt, besteht die Gefahr, dass der Ladepunkt durch einen anderen Kunden via RFID-Karte oder durch einen ad-hoc Ladevorgang freigeschaltet wird. Dies ist immer noch möglich, da der Ladepunkt nicht durch den CPO blockiert wird, sondern die Reservierung nur virtuell stattfindet. Eine gebuchte Reservierung kann somit nicht gewährleistet werden.

Im Folgenden wird beschrieben, wie der Status Quo hinsichtlich der Kommunikationsprotokolle zur technischen Umsetzung von Reservierungen aussieht, welche Anwendungsfälle sich für die Reservierung von Ladepunkten ergeben und welche Vorteile und Herausforderungen bei der Umsetzung bestehen. Ziel ist es eine Basis für weitere Entwicklungen zu schaffen, die eine Reservierung sowohl technisch als auch wirtschaftlich abbilden lässt.

Status Quo – Reservierungsfunktionen von Kommunikationsprotokollen

Um Weiterentwicklungsbedarfe bei aktuell im Markt technisch umgesetzten Reservierungsfunktionen identifizieren zu können, ist es zunächst wichtig den Status Quo der zugrunde liegenden Kommunikationsprotokolle zu kennen. Die hier betrachteten Protokolle umfassen: OCPP, OCHP, OICP, eMIP und OCPI. Die meisten Kommunikationsprotokolle bieten lediglich eine ReserveNow-Funktion. D.h. ein Ladepunkt wird ab dem Moment einer durch den CPO bestätigten Reservierung für einen von ihm festgelegten Zeitraum blockiert (i.d.R. ≤30 min). eMIP hingegen ermöglicht eine kalenderbasierte Reservierung, d.h. die Buchung eines Ladepunkts zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. -raum in der Zukunft. Im Detail sehen die Reservierungsfunktionalitäten je Protokoll Folgendes vor:

Protokoll	Kommunikationsschnittstelle	Reservierungsfunktionalität
OCPP – Open Charge Point Protocol	CPO-Backend zu Ladepunkt	Eine Reservierung eines Ladepunkts kann mittels OCPP (v.2.0.1) vorgenommen werden. Dabei wird eine Reservierungs-ID erstellt und der Ladepunkt blockiert. D.h. ein Ladevorgang kann nicht durch Dritte

		<p>gestartet werden, sondern nur durch die Person mit der Token-ID, die mit der Reservierungs-ID übereinstimmt. Die Reservierung ermöglicht nur eine ReserveNow-Funktion, d.h. ab dem Moment einer gesendeten und bestätigten Reservierung ist der Ladepunkt so lange blockiert, bis entweder der Ladepunkt durch den Reservierungskunden genutzt wird oder die durch den CPO festgelegte maximale Reservierungsdauer ausläuft. Kalenderbasierte Buchungen in der Zukunft sind nicht möglich.</p>
OCHP – Open Clearing House Protocol	CPO-Backend zu Roamingplattform zu EMP-Backend	<p>Eine Reservierung eines Ladepunkts kann mittels OCHP (v.1.4) vorgenommen werden. Der Ladepunkt wird nach einer bestätigten Reservierungsanfrage virtuell blockiert. Der CPO kann eine maximale Reservierungsdauer vorgeben. Der EMP kann ebenfalls eine gewünschte Reservierungsdauer übermitteln, wobei der CPO in diesem Fall entscheidet, ob er die Dauer akzeptiert. Praktisch handelt es sich bei der Reservierung ebenfalls um eine ReserveNow-Funktion, auch wenn theoretisch eine Reservierung in der Zukunft angefragt werden kann. Es wird in den Spezifikationen des Protokolls jedoch empfohlen Reservierungen/Blockierungen nur 30 min vor dem eigentlichen, gewünschten Ladevorgang an einem Ladepunkt durchzuführen.</p>
OICP – Open Intercharge Protocol	CPO-Backend zu Roamingplattform zu EMP-Backend	<p>Eine Reservierung kann mittels OICP (v.2.3) vorgenommen werden. Der Ladepunkt wird nach einer bestätigten Reservierungsanfrage blockiert. Es handelt sich bei der Reservierung um eine ReserveNow-Funktion. Der EMP kann eine gewünschte Reservierungsdauer bei der Reservierungsanfrage übermitteln. Um einen Reservierungsvorgang zu starten erstellt HUBject eine SessionID, die an den CPO geschickt wird. Um einen Ladevorgang zu starten, muss die Reservierung zunächst beendet werden und eine neue SessionID für den Ladevorgang wird erstellt.</p>

		Kalenderbasierte Buchungen in der Zukunft sind derzeit noch nicht möglich.
eMIP - eMobility Interoperation Protocol	CPO-Backend zu Roamingplattform zu EMP-Backend	Eine Reservierung kann mittels eMIP (v1.0.14) vorgenommen werden. Der Ladepunkt wird nach einer bestätigten Reservierungsanfrage blockiert. Dabei kann eine künftige Terminbuchung vorgenommen werden, d.h. die Reservierungsfunktion geht über ReserveNow hinaus. Dafür übermittelt der EMP die Ankunfts- und Abfahrtszeit des Fahrers an den CPO sowie die benötigte Energiemenge (Schätzwert). Akzeptiert der CPO die Reservierung, bestätigt er i.d.R. die seitens des EMP angefragte Reservierungsparameter.
OCPI – Open Charge Point Interface Protocol	CPO-Backend zu EMP-Backend	Eine Reservierung kann mittels OCPI (v.2.2) vorgenommen werden. Der Ladepunkt wird nach einer bestätigten Reservierungsanfrage virtuell blockiert. Es handelt sich bei der Reservierung um eine ReserveNow-Funktion. Der EMP kann keine Parameter zur Dauer oder anderer Nutzerpräferenzen angeben. Bestätigt der CPO die Reservierungsanfrage erstellt er eine SessionID, die es ihm ermöglicht Reservierungsgebühren abzurechnen. Kalenderbasierte Buchungen in der Zukunft sind nicht möglich.

Tabelle 1: Protokollübersicht zum Status Quo einer Reservierungsfunktion

Obwohl das Kommunikationsprotokoll eMIP für Reservierungsanfragen am meisten Input-Parameter zulässt und somit quasi ein kalenderbasiertes Reservieren ermöglicht, stehen CPO bei allen Kommunikationsprotokollen vor der gleichen Herausforderung: Sobald eine Reservierung akzeptiert wird, ist der Ladepunkt für andere blockiert. Für einen CPO birgt dies wirtschaftliche Risiken bzw. gewisse Opportunitätskosten, z.B. wenn Reservierungen nicht angetreten werden und/oder während einer laufenden Reservierung andere Kundinnen und Kunden nicht laden können. Auf Kundenseite wiederum, können Reservierungen von Ladepunkten auf Unverständnis treffen, insbesondere wenn das Ladeangebot knapp ist und vermeintlich freie Ladepunkte bereits für andere Nutzerinnen und Nutzer frühzeitig blockiert werden. Speziell für kalenderbasierte Buchungen in der Zukunft ist dies eine Herausforderung, weshalb sich die meisten Kommunikationsprotokolle aktuell auch nur auf eine ReserveNow-Funktion beschränkt haben, bei der eine Blockierung in der Regel max. 30 min anhält. Kalenderbasierte Reservierungen in der entfernteren Zukunft, bei denen der Ladepunkt nicht sofort bei der beauftragten Reservierung blockiert wird, stehen u.a. vor zwei Herausforderungen: Mit welcher Vorlaufzeit zur tatsächlichen Reservierung soll die Blockierung beginnen und wie kann dies verlässlich an andere Nutzerinnen und Nutzern kommuniziert werden. Insgesamt ist festzuhalten, dass derzeitige Reservierungsangebote bzw. -lösungen zu Akzeptanzproblemen, sowohl auf CPO- als auch

Kundenseite, führen. Im Folgenden werden diese und weitere bestehende Herausforderungen für unterschiedliche Reservierungsanwendungsfälle aufgezeigt.

Verortung der Zustandsinformation einer Reservierung

Ob eine Reservierung derzeit zuverlässig erfolgen kann, hängt stark davon ab, ob neben der reservierenden Instanz konkurrierende Systeme Zugriff auf den Reservierungszustand haben. Am zuverlässigsten ist eine Reservierung, wenn der Status der Reservierung am Ladepunkt (CP) vorgenommen bzw. der Ladepunkt aktiv blockiert wird und diese Information an andere EMP und deren Nutzerinnen und Nutzer über eine Roaming-Plattform weitergeleitet wird. Aktuell stellt dies die verlässlichste Reservierungsumsetzung dar, da der Ladepunkt tatsächlich blockiert ist und nicht nur als reserviert angezeigt wird, wie z.B. bei einer rein EMP-seitigen Reservierung. Je weiter das reservierende System vom eigentlichen Ladepunkt entfernt ist, desto größer das Risiko, dass ein reservierter Ladepunkt doch durch Dritte belegt wird, weil diese über die Reservierung nicht ausreichend informiert sind (vgl. Abbildung 1).



*Abbildung 1:
Stakeholder-Kette
für Reservierung*

Im Umkehrschluss bedeutet dies auch: Solange die Reservierungsfunktionalität der Kommunikationsprotokolle (z.B. von OCPP und OICP) CPO-seitig nicht implementiert sind, können EMP nur Reservierungen anbieten, die allein App-basiert sind und ohne tatsächliche Blockierung der Ladepunkte stattfinden.

Betrachtung von Anwendungsfällen – Vorteile und Herausforderungen

Reservierungen von Ladepunkten können unterschiedliche Anwendungsfälle adressieren und bedürfen unterschiedlicher Rahmenbedingungen, um diese erfolgreich umzusetzen. Die hier betrachteten Anwendungsfälle sind:

- ReserveNow
- Kalenderbasiertes Reservieren
- Dynamische routenbasierte Reservierungsreihe

ReserveNow	
Beschreibung	Ein Ladepunkt wird kurz vor dem Eintreffen des EV reserviert.
<p>Das Diagramm illustriert vier Szenarien der ReserveNow-Funktion:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ein Elektroauto (EV) reserviert einen Ladepunkt, der als 'frei' markiert ist. Ein blauer Pfeil zeigt an, dass dies 15-30 Minuten vor der Ankunft am Ladepunkt geschieht. Ein EV reserviert einen Ladepunkt, der bereits als 'R' (reserviert) markiert ist. Ein blauer Pfeil zeigt an, dass dies 15-30 Minuten vor der Ankunft geschieht (i.d.R. via EMP-App oder im EV). Ein EV kommt innerhalb der Reservierungsdauer an, und der Ladevorgang startet. Ein blauer Pfeil zeigt an, dass dies 'Ankunft innerhalb der Reservierungsdauer -> Ladevorgang startet' bedeutet. Ein EV kommt an, nachdem die Reservierung abgelaufen oder abgebrochen ist, und der Ladepunkt ist nun 'frei'. Ein blauer Pfeil zeigt an, dass dies 'Reservierung abgelaufen oder abgebrochen -> Ladepunkt frei' bedeutet. 	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • ReserveNow kann heute bereits angeboten werden, da die bestehenden Kommunikationsprotokolle den Anwendungsfall unterstützen. • Es ermöglicht, ohne große zusätzliche Aufwände, erste Erfahrungen mit Reservierungen zu sammeln, sowohl auf CPO- und EMP-Seite als auch auf Kundenseite, z.B. hinsichtlich technischer Umsetzung, Nutzungsverhalten, Tarifierung. • Ggf. kann die Auslastung der Ladeinfrastruktur insgesamt erhöht werden.
Herausforderung	<ul style="list-style-type: none"> • Der Lade-Parkplatz kann trotz gültiger Reservierung belegt sein („Falschparker“), da „nur“ der Ladepunkt, aber nicht der Parkplatz blockiert ist. • Insbesondere bei High-Power-Chargern (HPC) könnten innerhalb der Reservierungsdauer von 15-30 min 1-2 EV zwischengeladen werden,



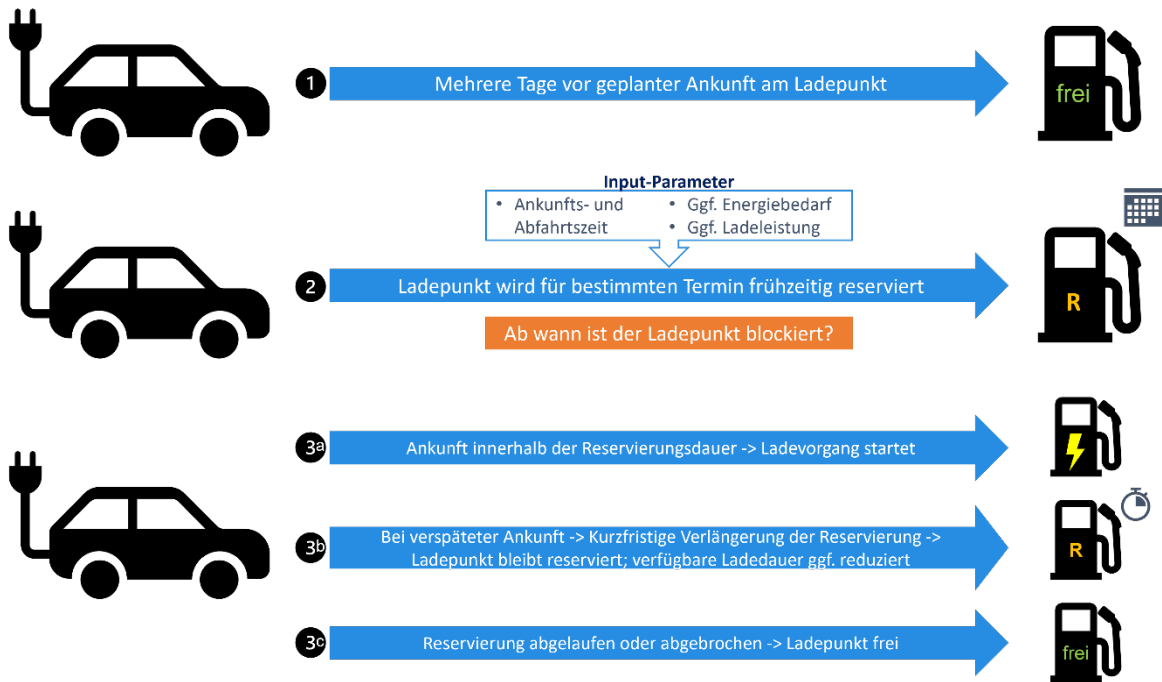
	<p>was sowohl auf Kundenseite zu Akzeptanzproblemen führen als auch die Wirtschaftlichkeit für den CPO reduzieren kann.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es besteht die Gefahr einer Vielzahl an nicht angetretenen Reservierungen, sofern die Reservierung nicht oder zu gering bepreist wird.
Technischen Vorbedingungen zur Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • CPO und EMP implementieren die Reservierungsfunktion und notwendigen Schnittstellen gemäß eines der Kommunikationsprotokolle.
Zu klären	<ul style="list-style-type: none"> • Kann eine Reservierung verlängert werden? • Kann eine intelligente Verknüpfung mit anderen Mehrwertdienstleistungen, wie z.B. eMobility Navigation, zu einer erhöhten Akzeptanz führen?
Technische/prozessuale Komplexität	 <p>(siehe ^{a)} unten für Bewertungserläuterung)</p>
Finanzielle Komplexität der Realisierung	 <p>(siehe ^{b)} unten für Bewertungserläuterung)</p>

Tabelle 2: Bewertung des Anwendungsfalls ReserveNow

Kalenderbasierte Reservierung

Beschreibung

Ein Ladepunkt wird länger im Voraus (z.B. mehrere Tage) für eine festgelegtes Zeitfenster reserviert. Input-Parameter, wie z.B. Abfahrtszeit und Energiebedarf werden berücksichtigt.



Vorteile

- Eine kalenderbasierte Reservierung erlaubt eine bessere Ladeplanung für Kundinnen und Kunden und eine bessere Auslastungsplanung für CPOs.
- Die Berücksichtigung von Input-Parametern zum Energiebedarf und der Ladeleistung ermöglicht ggf. eine bessere Verteilung von Ladepunkten gemäß des individuellen Kundenbedarfs.
- Besonders für das Laden im Quartier, wo nicht jeder Anwohnende eine eigene private Wallbox hat, kann die kalenderbasierte Reservierung die Organisation/Koordination des Ladens unter den Anwohnenden vereinfachen.

Herausforderung

- Es bedarf des Aufbaus und Betriebs einer Kalenderfunktion, die alle EMPs mit dem abonniertem Reservierungsservice des CPO, einsehen können, um Ladeslots unter Angabe der notwendigen Parameter zu reservieren. Wie groß die Investitionskosten (IT und Hardware) sind und welcher Akteur den Reservierungskalender aufbaut und betreibt, ist offen. Neben den CPOs könnten auch Dritte, wie z.B. Roaming-Plattformen, diese Dienstleistung übergreifend anbieten.
- Dritte, die an dem reservierten Ladepunkt laden möchten, müssen informiert werden, ab wann und für welchen Zeitraum der Ladepunkt reserviert ist. Nutzt die Person eine App für das Starten des Ladevorgangs, kann sie hierüber informiert werden. Nutzt die Person jedoch eine RFID-Ladekarte oder bezahlt ad-hoc via Kreditkarte, würde



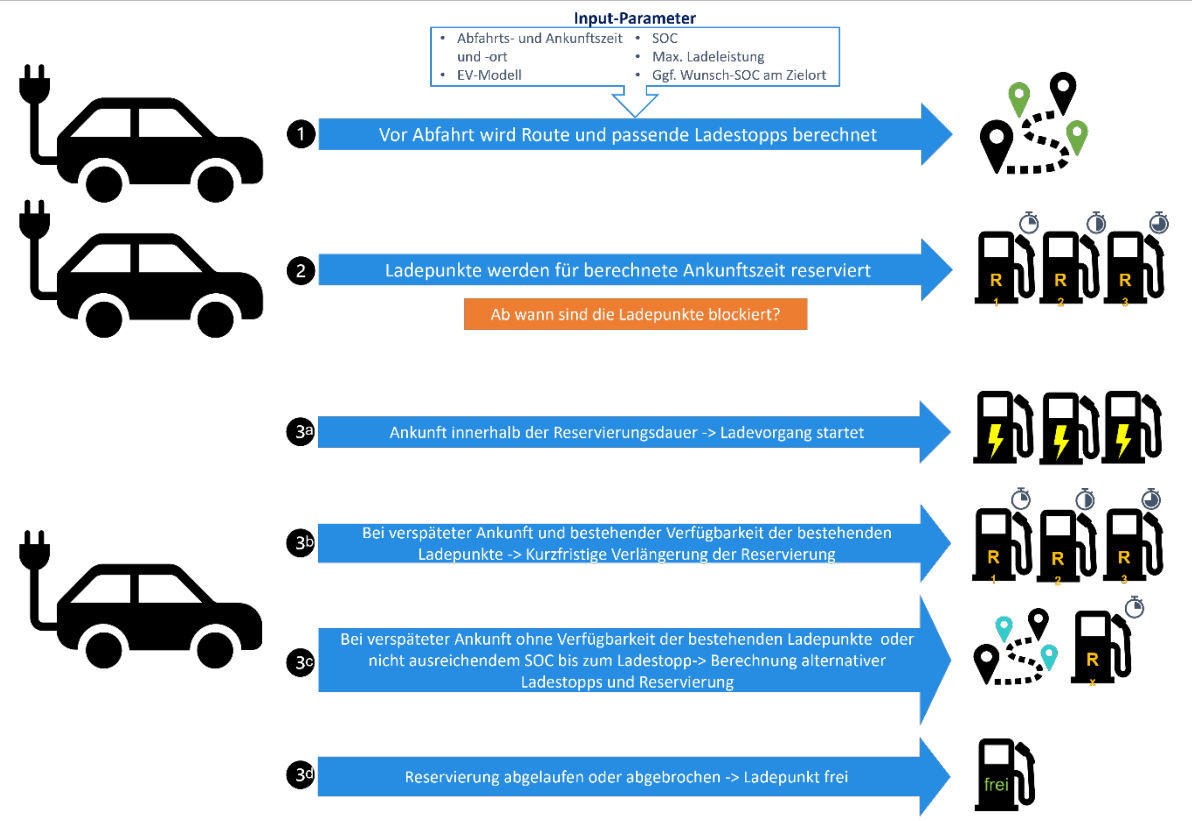
	<p>der Ladepunkt ein Display benötigen, um die Information in Richtung der Kundinnen und Kunden zu kommunizieren. Aus prozessualer Sicht besteht sowohl bei einer App als auch bei einem Display weiterhin das Risiko, dass Ladende den „Endzeitpunkt“ vergessen, und somit Kundinnen und Kunden ihre getätigte Reservierung nicht garantiert werden kann. Eine potentielle Lösung wären entsprechende finanzielle Anreize (z.B. „Blockierungsgebühr“ pro Minute bei nicht frei machen eines reservieren Ladepunkts).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Lade-Parkplatz kann trotz gültiger Reservierung belegt sein („Falschparker“), da „nur“ der Ladepunkt, aber nicht der Parkplatz blockiert ist. • Die generelle Wirtschaftlichkeit eines kalenderbasierten Reservierungsangebots bzw. der Zeithorizont, bis ein solches Angebot wirtschaftlich attraktiv ist, ist noch zu bewerten.
Technischen Vorbedingungen zur Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Betrieb eines „Reservierungskalenders“ und der notwendigen Erweiterung der Kommunikationsprotokolle. • Implementierung der Schnittstellen auf Seiten der CPOs und EMPs. • Geeignete Kundenkommunikationen, bei Nutzung einer RFID-Karte oder im Fall des ad-hoc Ladens.
Zu klären	<ul style="list-style-type: none"> • Ab wann ist der Ladepunkt blockiert? • Kann eine Blockierung des Ladepunkts verlängert werden, falls sich die Ankunftszeit nach hinten verschiebt? • Wie muss ein „Reservierungskalender“ umgesetzt werden und wer betreibt ihn, damit EMPs ihren Kundinnen und Kunden (freie) Reservierungsslots anbieten können? • Wie werden Dritte informiert, die eine RFID-Ladekarte nutzen oder ad-hoc laden, dass ein Ladepunkt in ab einem spezifischen Zeitpunkt reserviert ist und bis dahin der Ladepunkt wieder frei gemacht werden muss? • Welche Anreize/Gebühren sind notwendig, um ein rechtzeitiges Freimachen des Ladepunkts zu erzielen?
Technische/prozessuale Komplexität	 <p>(siehe ^{a)} unten für Bewertungserläuterung)</p>
Finanzielle Komplexität der Realisierung	 <p>(siehe ^{b)} unten für Bewertungserläuterung)</p>

Tabelle 3: Bewertung des Anwendungsfalls Kalenderbasierte Reservierung

Dynamische routenbasierte Reservierungsreihe

Beschreibung

Zu Beginn einer Langstreckenfahrt werden anhand der Routenplanung geeignete Ladestationen für die prognostizierten Ladestopps reserviert. Input-Parameter, wie z.B. EV-Modell, State of Charge, Ladeleistung, werden berücksichtigt. Die Reservierungen werden dynamisch bei verzögerten Ankunftszeiten, z.B. aufgrund von Stau, angepasst.



Vorteile

- Eine dynamische routenbasierte Reservierungsreihe erlaubt eine verlässliche Ladeplanung für Kundinnen und Kunden bei langen Strecken und verbessert die Auslastungsplanung für CPOs.
- Der Kundenkomfort wird durch das automatisierte Re-Routing und die Aktualisierung von Reservierungen bei Verzögerungen oder nicht ausreichendem State of Charge (SOC) erhöht.
- Die Berücksichtigung von Input-Parametern zum EV-Modell und der maximalen Ladeleistung ermöglicht eine bessere Zuordnung bzw. Verteilung von Ladepunkten gemäß des individuellen Kundenbedarfs und eine effektivere Nutzung der verfügbaren Leistung.

Herausforderung

- Es bedarf dem Aufbau und Betrieb einer Kalenderfunktion, die alle EMPs mit dem abonniertem Reservierungsservice des CPO, einsehen können, um Ladeslots unter Angabe der notwendigen Parameter zu reservieren. Zusätzlich bedarf es einer live-Kommunikation zwischen den Systemen über eine standardisierte Schnittstelle (EV--EMP--Reservierungsdienstleister--CPO-Backend). Insbesondere die Daten aus dem Fahrzeug für die Neuberechnung von Ladestopps zu erhalten (Live-SOC, Geopositionsdaten), stellt noch eine

	<p>Herausforderung, da diese Daten nicht standardisiert mit Dritten geteilt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das dynamische Anpassen von Reservierungen erhöht die Komplexität und verlangt eine hohe Verlässlichkeit der IT-Infrastruktur und Schnittstellen. • Sofern die Ladestationen nicht ausschließlich mittels einer Reservierung zum Laden genutzt werden können, müssen Dritte, die an dem reservierten Ladepunkt laden möchten, informiert werden, ab wann ein Ladepunkt reserviert ist. Nutzt die Person eine App für das Starten des Ladevorgangs kann sie hierüber informiert werden. Nutzt die Person jedoch eine RFID-Ladekarte oder lädt ad-hoc, benötigt der Ladepunkt ein Display, um künftige Reservierungen anzuzeigen. Im HPC-Bereich ist ein Display in der Regel Standard. • Es bedarf eines Leitsystems, das Kundinnen und Kunden direkt zu ihrem reservierten Ladepunkt führt. Gerade in Peak-Zeiten (z.B. Urlaubssaison) ist mit einer großen Anzahl gleichzeitig eintreffender Personen an einem Ladepark zu rechnen. Diese müssen einfach und schnell erkennen können, welcher Ladepunkt für sie reserviert ist. Alternativ könnte auch, statt eines bestimmten Ladepunkts, nur ein freier Slot an einem Ladepark reserviert sein ohne eine genaue Zuordnung zu einem Ladepunkt. Für dieses Szenario scheint es jedoch notwendig, dass ein Ladevorgang immer auch an eine Reservierung voraussetzt, da eine verlässliche Kommunikation an Dritte ohne Reservierung, bis wann ein Ladepunkt wieder freizumachen ist, eine erhöhte Herausforderung in der Umsetzung darstellt. • Der Lade-Parkplatz kann trotz gültiger Reservierung belegt sein („Falschparker“), da „nur“ der Ladepunkt, aber nicht der Parkplatz blockiert ist. • Die generelle Wirtschaftlichkeit einer dynamischen routenbasierte Reservierungsreihe bzw. der Zeithorizont, bis ein solches Angebot wirtschaftlich attraktiv ist, ist noch zu bewerten.
<p>Technischen Vorbedingungen zur Umsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Betrieb eines „Reservierungskalenders“, Implementierung von Schnittstellen zur live-Kommunikation bei Anpassung von Reservierungen aufgrund von Verzögerungen oder Re-Routing sowie die Erweiterungen der Kommunikationsprotokolle. • Implementierung der Schnittstellen auf Seiten der CPOs, EMPs und im EV zur Kommunikation des SOC und ggf. weiterer Werte, wie z.B. Geopositionsdaten. • Ggf. Einführung einer Ladepark-ID in Ergänzung zu einer Ladepunkt-ID (EVSEID), um das Szenario einer Reservierung für einen Ladeslot auf einem Ladepark (statt einem spezifische Ladepunkt) zu ermöglichen.
<p>Zu klären</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ab wann ist der Ladepunkt blockiert?



	<ul style="list-style-type: none"> • Wie muss ein „Reservierungskalender“ umgesetzt werden und wer betreibt ihn, damit EMPs ihren Kunden Reservierungsslots anbieten können? • Können auch Personen ohne Reservierung an den Ladepunkten laden? Oder ist stets eine Buchung für einen bestimmten Zeitraum notwendig, um die Planung und Verschiebung von Reservierungen koordinieren zu können und um zu vermeiden, dass Dritte via RFID-Ladekarte oder via ad-hoc-Laden Ladepunkte (un)wissentlich blockieren? • Wie müsste ein Leitsystem aussehen, um sicherzustellen, dass Kundinnen und Kunden genau ihren reservierten Ladepunkt finden? • Welche Anreize/Gebühren sind notwendig, um ein rechtzeitiges Freimachen des Ladepunkts zu erzielen?
Technische/ prozessuale Komplexität	 <p>(siehe ^{a)} unten für Bewertungserläuterung)</p>
Finanzielle Komplexität der Realisierung	 <p>(siehe ^{b)} unten für Bewertungserläuterung)</p>

Tabelle 4: Bewertung des Anwendungsfalls *Dynamische routenbasierte Reservierungsreihe*

a) Skala für technische/prozessuale Komplexität:

(1 Punkt) geringe technische Komplexität und kein Entwicklungs-/Anpassungsbedarf der bestehenden Systeme und Protokolle;

(2 Punkte) geringe technische Komplexität und geringer bis mittlerer Entwicklungs-/Anpassungsbedarf der bestehenden Systeme und Protokolle;

(3 Punkte) mittlere technische Komplexität und mittlerer bis hoher Entwicklungs-/Anpassungsbedarf der bestehenden Systeme und Protokolle;

(4 Punkte) hohe technische Komplexität und hoher Entwicklungs-/Anpassungsbedarf der bestehenden Systeme und Protokolle

b) Skala für finanzielle Komplexität der Realisierung:

(1 Punkt) geringe bis mittlere Umsetzungskosten und sicheres Geschäftsmodell;

(2 Punkte) geringe Umsetzungskosten und unsicheres Geschäftsmodell ODER hohe Umsetzungskosten und sicheres Geschäftsmodell;

(3 Punkte) mittlere Umsetzungskosten und unsicheres Geschäftsmodell;

(4 Punkte) hohe Umsetzungskosten und unsicheres Geschäftsmodell

Fazit

Die drei betrachteten Anwendungsfälle verdeutlichen, dass eine Reservierungsfunktion unterschiedliche Bedarfe adressieren kann. Die Komplexität und der Aufwand der Umsetzung variieren dabei deutlich (siehe Abbildung 2). Während die ReserveNow-Funktion bereits heute umgesetzt werden kann, bedarf es für kalenderbasierte Reservierungen oder dynamische routenbasierte Reservierungen an (halb-) öffentlichen Ladepunkten noch der Weiterentwicklung von standardisierten Schnittstellen zum Austausch der notwendigen Daten und dem Management von Reservierungsanfragen/-absagen unterschiedlicher EMPs/Reservierungsdienstleister. Hierzu gehört auch die Entwicklung einer Art „Reservierungskalenders“, der auch von Dritten, wie z.B. einer Roamingplattform oder einer speziellen Reservierungsplattform, angeboten werden könnte. Da eine Umsetzung der zwei letzteren Reservierungsfunktionen stets mit höheren finanziellen und technischen Aufwänden verbunden wäre als die ReserveNow-Funktion, stellt sich die Frage der Wirtschaftlichkeit des Angebots. Eine Business-Case-Analyse ist notwendig, um die Kundennachfrage nach diesen Reservierungsfunktionen zu eruieren und eine Gewinn-Kosten-Bewertung aus CPO-Sicht zu erhalten.



Abbildung 2: Übersicht aller Anwendungsfälle und ihrer unterschiedlichen Komplexitäten

Darüber hinaus schaffen regulatorische Rahmenbedingungen zusätzliche Herausforderungen für kalender- und routenbasierte Reservierungen, da an öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur gemäß

Ladesäulenverordnung das Laden ohne Registrierung (d.h. ohne Vertrag mit einem EMP) möglich sein muss – das sogenannte ad-hoc-Laden. Diese Kundinnen und Kunden können nicht via App o.ä. zu einer anstehenden Reservierung informiert werden und damit unwissentlich einen reservierten Ladepunkt blockieren. Eine Lösung könnte die Anzeige über ein Display an der Ladesäule sein, was jedoch derzeit nur im HPC-Bereich Standard ist.

Trotz dieser bestehenden Herausforderungen können Reservierungsangebote insbesondere unter der Annahme, dass die Anzahl an E-Pkw in den nächsten Jahren deutlich steigen wird, zu einem notwendigen Anwendungsfall werden, um die Planbarkeit auf Seiten der eMobility-Akteure zu verbessern und den Ladekomfort auf Kundenseite zu erhöhen. Auch mit einer Durchdringung der Elektromobilität in städtischen Gebieten, in denen viele Anwohnerinnen und Anwohner keinen eigenen Stellplatz haben, können Reservierungen im Rahmen des Quartierladens helfen, einen gerechten und verlässlichen Zugang zur Ladeinfrastruktur vor Ort zu garantieren. Vor diesem Hintergrund bedarf es für eine nachhaltige Umsetzung von Reservierungsangeboten die drei Aspekte technische Weiterentwicklung, regulatorische Anpassungen und tragbare Geschäftsmodelle zusammenzudenken, um ein Angebot zu schaffen, das langfristig erfolgreich und bedarfsorientiert ist. Tiefgreifendere Untersuchungen der Use Cases und Kundenbedarfe können aktuelle Unsicherheiten zu wirtschaftlichen Geschäftsmodellen adressieren.

Über iLaPark

Das Projekt iLaPark verfolgt das Ziel, die Nutzung von Elektromobilität im urbanen Raum voranzubringen und wird mit ca. 1,6 Mio. Euro vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Unter der Leitung der valantic Software & Technology Innovations GmbH erarbeiten die Partner EDAG Engineering GmbH, Hsubject GmbH und Intilion GmbH, das Research Lab for Urban Transport (ReLUT) der Frankfurt University of Applied Sciences (Frankfurt UAS) sowie das House of Energy e.V. intelligente Park- und Ladekonzepte für Parkhäuser in Frankfurt. Künstliche Intelligenz und die enge Integration verschiedener IT-Systeme ermöglichen in Frankfurter Parkhäusern sowohl das für die Benutzerbedürfnisse optimierte Laden von E-Fahrzeugen, als auch eine gleichmäßige Auslastung der elektrischen Netzinfrastruktur. Im Rahmen des Projekts wird auch die Funktion und mögliche Integration der Reservierung untersucht.