

Schlussbericht des Teilvorhabens

- öffentlich einsehbar -

Verbundvorhaben: ELBE – Electrify Buildings for EVs Teilvorhaben: Hamburg wird EV-ready

Zuwendungsempfänger: Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Wirtschaft und Innovation Alter Steinweg 4 20459 Hamburg	Förderkennzeichen: 01MZ18014A
Kontakt: Lennart Rommel	Tel.: +49 40 42841-1841 Email: lennart.rommel@bwi.hamburg.de
Laufzeit des Vorhabens: von: 08.10.2018 bis: 31.12.2023	
Datum Bericht: 07.03.2024	

Inhalt

1.	Kurzdarstellung.....	3
1.1.	Aufgabenstellung	3
1.2.	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	4
1.3.	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	4
1.4.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
	Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden.....	6
	Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste.....	6
1.5.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
2.	Eingehende Darstellung	7
2.1.	Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele.....	7
2.2.	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	17
2.3.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	18
2.4.	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	18
2.5.	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	20
2.6.	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen	20

1. Kurzdarstellung

Der schnelle Hochlauf der Elektromobilität ist ein zentrales Element der Verkehrs-, Wirtschafts-, und Klimapolitik der Freien und Hansestadt Hamburg. Zur Beschleunigung des Umstiegs auf alternative Antriebe wurde im Rahmen des Projektes „Hamburg wird EV-ready“ der netzverträgliche Ausbau von Ladeinfrastruktur gefördert. Im Projekt wurden insgesamt 1.443 Ladepunkte im halböffentlichen und privaten Raum errichtet und unter Betrieb analysiert. Die großvolumige, stadtweite Förderung wurde im Rahmen des „Sofortprogramms Saubere Luft“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gewährt. Ziel der Förderung war es, die Elektromobilität sowohl für Privatpersonen als auch für Gewerbebetriebe attraktiver zu machen und verkehrsbedingte Emissionen im Stadtgebiet Hamburg zu reduzieren. Im Fokus stand die Errichtung von Lademöglichkeiten an und in Wohn- und Gewerbeimmobilien sowie auf gewerblich genutzten Flächen wie Werksgeländen oder Firmenarealen.

Die im Projekt errichtete Ladeinfrastruktur wurde intelligent in das Stromnetz eingebunden und in Abhängigkeit von der punktuellen Situation im Netz für Testzwecke gesteuert. Die Erkenntnisse aus dem Pilotbetrieb zeigten, dass die Stromentnahme bei kurzzeitigem netzseitigen Bedarf reguliert und die allgemeine Versorgungssicherheit der Stadt auch bei wachsendem Strombedarf durch einen Hochlauf der Elektromobilität gewährleistet werden kann ohne signifikante Beeinträchtigung für E-Mobilisten. Dank der vorausschauenden Netzsteuerung kann der Verteilnetzbetreiber mancherorts den Netzausbaubedarf reduzieren und einen schnellen Hochlauf auf Basis bestehender Netzkapazitäten unterstützen.

Über die regelmäßige Auswertung der aufgebauten und in Betrieb genommenen Ladeinfrastruktur sowie das Monitoring der allgemeinen Fahrzeugentwicklung in Hamburg konnten Prognosen für den Hochlauf der Elektromobilität aufgestellt werden. Mit Hilfe der Fahrzeugzahlen konnte eine Abschätzung zur Anzahl zusätzlich benötigter Ladeinfrastruktur getroffen werden. Diese Analysen bildeten wiederum Input für die relevanten Akteure, insbesondere Verteilnetzbetreiber, Ladestationsbetreiber und städtische Verwaltung, zur Bestimmung einer bedarfsgerechten Ausbauplanung von Ladeinfrastruktur in Hamburg. Die im Rahmen der Projektarbeit gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse, insbesondere in Bezug auf Förder- und Geschäftsmodelle für Ladeinfrastruktur, wurden als Handlungsempfehlungen aufbereitet und der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht.

Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt im Projekt war die Entwicklung und Pilotierung eines innovativen Ladekonzepts für hochverdichtete Quartiere, die durch eine dichte Siedlungsstruktur und einen hohen Anteil an Geschosswohnungsbauten geprägt sind. Im Rahmen des Projektes wurden vier Quartierladestationen in den Quartieren Hoheluft-Ost und Goldbek errichtet. Anwohner und Gewerbetreibende erhielten bevorrechtigten Zugang zu den im Straßenraum aufgestellten Quartiersladestationen und konnten diese für einen Ladevorgang reservieren. Der Pilotbetrieb wurde wissenschaftlich begleitet und kontinuierlich evaluiert. Die Evaluationsergebnisse wurden in Form von Handlungsempfehlungen aufbereitet. Diese formulieren zukünftig anzugehende Punkte, um Quartiersladelösungen im hochverdichteten urbanen Raum zu fördern und das Reservierungskonzept zu optimieren.

1.1. Aufgabenstellung

Mit dem Projekt „Hamburg wird EV-ready“ sollte ein sicheres und flächendeckendes Netz an steuerbarer Ladeinfrastruktur auf privaten Grundstücken aufgebaut und eine hohe Diversität von Geschäftsmodellen für unterschiedliche Einsatzzwecke abgebildet werden. Die Ausbauoffensive sollte koordiniert vorangetrieben und finanziell unterstützt werden. Die für das Projekt gewährte Bundesförderung sollte den an das Projekt angebotenen Standortpartnern als nicht rückzahlbare Zuschüsse weitergeleitet werden und Hamburger Unternehmen, Projektentwicklern und Wohnungseigentümergeinschaften (WEGs) beim Aufbau von Ladeinfrastruktur für ihre Mitarbeiter, Kunden, Gäste oder die eigene Flotte finanziell unterstützen. Dabei sollte sichergestellt werden, dass sowohl die Kosten für die Beschaffung, Installation und Betrieb der Ladeinfrastruktur als auch die Kosten für die vorbereitenden baulichen und technischen Maßnahmen am Standort (z.B. die Herstellung bzw. Verstärkung des

Stromanschlusses und die Bereitstellung der Datenverbindung zum IT-Backend des Ladestationsbetreibers) berücksichtigt werden. Die geförderte Ladeinfrastruktur sollte zudem durch eine im Verbundprojekt entwickelte IT-Schnittstelle intelligent in das Netz eingebunden werden, um eine vorausschauende Netzsteuerung zu ermöglichen.

Darüber hinaus sollten in zwei hochverdichteten Stadtquartieren Lademöglichkeiten exklusiv für Anwohner installiert und deren Einsatz und Nutzung evaluiert werden. Anwohner in hochverdichteten Quartieren verfügen oftmals über keinen eigenen Stellplatz, sondern stellen ihr Fahrzeug im öffentlichen Straßenraum ab. Verschärft wird diese Situation im ruhenden Verkehr durch eine vergleichsweise geringe Fluktuation im Tagesverlauf, da viele Anlieger oder Anwohner vergleichsweise hohe Standzeiten beanspruchen. Im Projekt sollte daher ein Konzept für Ladeinfrastruktur entwickelt werden, zu welcher Anwohner bevorzugten Zugang haben. Hierbei ging es zum einen um die Konzeption einer technischen Lösung, wie die Ladestationen für eine ausschließliche Nutzung von Anwohnern ausgelegt sein müssen, und zum anderen um die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer insgesamt für die Bevorzugung von Ladeplätzen. Im Projekt sollte eine webbasierte Zugangslösung mit den entsprechenden Funktionalitäten entwickelt werden, mit welcher die Anwohner die Ladestationen reservieren und freischalten können, um somit Sicherheit für die Wiederaufladung ihrer Fahrzeuge zu erhalten.

1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Zum Zeitpunkt der Projektplanung im Jahr 2018 stand der Verkehrssektor im Fokus des öffentlichen Interesses hinsichtlich des Ausstoßes von CO₂- und NO₂-Emissionen in Metropolen und dicht besiedelten Gebieten. Aufgrund der Überschreitung von Luftschadstoff-Grenzwerten stand auch Hamburg vor der Aufgabe, die verkehrsbedingten Emissionen zeitnah und nachhaltig zu senken. Die Elektrifizierung des motorisierten Stadtverkehrs setzte die Schaffung einer hohen Anzahl an Lademöglichkeiten für elektrische Fahrzeuge im und insbesondere außerhalb des öffentlichen Raums voraus. Es bedurfte der Entwicklung und des Rollouts einer möglichst hohen Bandbreite an denkbaren Use Cases und Use Case-spezifischen Geschäftsmodellen.

Der Markt für Ladeinfrastruktur hielt vor Projektbeginn nur eine geringe Auswahl an Ladeangeboten für den privaten Bereich bereit, u.a. weil diese mit erheblichen Investitionen in die Ladesäulen sowie die dahinterliegende IT-Infrastruktur verbunden waren bzw. sind. Wie bei einem umfassenden Technologiewandel üblich, geht auch das Geschäftsmodell Ladeinfrastruktur mit Herausforderungen und Risiken einher, welche sich auf die Marktdynamik auswirken. Mit dem Projekt „Hamburg wird EV-ready“ sollten zum einen Erkenntnisse über den Einsatz und die Akzeptanz von finanziellen und regulatorischen Anreizsystemen (Förderung von Kapitalkosten, von Leasing und Miete, von Gebäude-Ertüchtigungskosten) gewonnen werden. Zum anderen sollten die Weichen für einen netzverträglichen Ausbau der Ladeinfrastruktur im nicht-öffentlichen Bereich gestellt werden.

Zu Projektbeginn war regulatorisch und technisch nicht vorgesehen, die bezogene Leistung an der Ladeinfrastruktur in Abhängigkeit vom aktuellen Netzzustand netzdienlich zu steuern. Die Ladestationsbetreiber konnten nach der Installation zwar messen und auswerten, wie sehr die Ladesäule ausgelastet ist und wie viel Energie geladen wurde, aber eine Echtzeit-Steuerung der bezogenen Leistung war nach dem Stand der Technik nicht möglich. Die Elektrifizierung des motorisierten Mobilitätssektors in einem hoch verdichteten Verteilnetz wie dem Hamburger Stromnetz kann jedoch nur gelingen, wenn die verfügbare Leistungstärke an den Ladepunkten in Abhängigkeit von der punktuellen Situation im Verteilnetz zentral gesteuert und beeinflusst werden kann.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Sachgebiet „Elektromobilität“ der Hamburger Behörde für Wirtschaft und Innovation hat in seiner Funktion als Konsortialführer die inhaltliche und koordinierende Steuerung des Projektes verantwortet. Die Projektarbeiten wurden nach Erhalt des Zuwendungsbescheids im Oktober 2018

aufgenommen. Um die pandemiebedingten Verzögerungen in der Projektumsetzung aufzufangen, wurde die Projektlaufzeit des Vorhabens über den 30.09.2022 hinaus bis zum 31.12.2023 verlängert. Mit der kostenneutralen Projektverlängerung konnten Verzögerungen in einzelnen Arbeitspaketen der Projektbearbeitung ausgeglichen und die ursprünglich gesetzten Ziele erreicht werden.

Folgende Unternehmen wurden im Rahmen der Vergabe von Aufträgen im Projekt mit eingebunden:

- hySOLUTIONS GmbH: Projektmanagement, Konzeption des Förderprogramms ELBE, Fördermittelberatung, Koordination des Zertifizierungsprozesses für Ladestationsbetreiber, Konzeption des Reallabors „Quartiersladen“.
- Investitions- und Förderbank Hamburg: Konzeption, Management und administrative Abwicklung des Förderprogramms ELBE.
- RaikeSchwertner GmbH: Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Förderprogramms ELBE.
- Stromnetz Hamburg GmbH: Konzeption und technische Umsetzung des Reallabors „Quartiersladen“, Durchführung des Pilotbetriebs in den zwei Pilotquartieren.
- Hamburg Energie: Stromlieferung für die Ladesäulen im Reallabor „Quartiersladen“.
- DLR-Institut für Verkehrsforschung: wissenschaftliche Begleitung und Evaluation des Reallabors „Quartiersladen“.

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Während allgemein zum Park- und Ladeverhalten zahlreiche Studien aus unterschiedlichen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und geographischen Kontexten vorliegen, ist der Bereich des netzdienlichen Ladens sowie des Ladens in hochverdichteten Quartieren bislang nur unzureichend und wenig beleuchtet. Es liegt kaum wissenschaftliche Literatur vor, die für den im Projekt ELBE verfolgten, anwendungs- und nutzerorientierten Ansatz relevant ist.

Der aktuelle Stand der Forschung zum Thema netzdienliches Laden befasst sich sowohl mit dem marktlichen Bereich der Netzintegration von Ladeeinrichtungen, wo Elektrofahrzeuge mit Einwilligung der Nutzer netzdienliche Services erbringen und dafür einen finanziellen Anreiz erhalten, als auch mit dem regulierten Bereich der Netzintegration, wo Netzbetreiber zum Erhalt des sicheren Netzbetriebs die steuerbaren Lasten wie das Laden von Elektrofahrzeugen abregeln dürfen. Zu Projektbeginn erlaubten die marktüblichen lokalen Lastmanagement-Methoden eine Reduktion der gesamten Ladeleistung eines Ladeclusters in Abhängigkeit von einem festen Grenzwert. In weiter fortgeschrittenen Systemen war eine Steuerung der Ladeleistung in Abhängigkeit von der momentanen Bezugsleistung der Liegenschaft mit einem zusätzlichen Controller möglich. Eine Echtzeit-Steuerung nach Vorgabe des Verteilnetzbetreibers war zu dem Zeitpunkt nicht möglich. Mit dem Projekt ELBE sollte daher anhand einer dynamischen Lastanalyse des Verteilnetzes eine Steuerung über mehrere zusammengefassten Standorte ermöglicht werden, um ein Netzgebiet zu stabilisieren und Netzausbau zu vermeiden. Zudem sollte die Nutzerakzeptanz von finanziellen und Anreizsystemen (Wahlmöglichkeiten der Lastverschiebung, Art und Höhe der Vergütung des Nutzers, etc.) beleuchtet werden.

Bisherige Untersuchungen zum Thema Park- und Ladeverhalten zeigen, dass das Laden an einem privaten Ladepunkt (z. B. zu Hause oder bei der Arbeit) dem Laden an einem öffentlichen Ladepunkt in der Regel vorgezogen wird. Das liegt nicht zuletzt an den günstigeren Preisen und dem größeren Komfort. Das Ladeverhalten von E-Mobilisten ist jedoch abhängig von den Fahr- und Verhaltensmustern des Nutzers sowie vom Zugang zum eigenen Stellplatz. Statistische Untersuchungen zeigen zudem, dass rund ein Drittel der alltäglichen Fahrten in Deutschland die Wegekette Wohnort – Arbeit – Wohnort betreffen. Hieraus lässt sich ableiten, dass typische Wegekette am Tag zu Hause bzw. im Quartier beginnen und enden und die meisten Personen einen Parkvorgang am Abend zu Hause oder in der direkten Wohnumgebung haben. In hochverdichteten Quartieren bedarf es demnach Park- und Ladelösungen, die an bzw. in Wohnimmobilien oder an zentralen Quartiersstandorten den Anwohnern zur Verfügung stehen. Dabei sollte gewährleistet sein, dass die Anwohner einen zuverlässigen und wenn möglich planbaren Zugang zur im Quartier aufgebauten Ladeinfrastruktur erhalten. Die kritische Zeit

im Wohnquartier ist der Abend, da dies der bevorzugte Ladezeitraum ist, welcher in ein Parken über Nacht übergeht. Hier ergibt sich eine hohe Nachfrage, welche eine Disponierung erfordert und über ein Reservierungssystem erfolgen könnte.

Zum Beginn der Projektarbeiten gab es kaum Untersuchungen darüber, wie sich die Reservierung von Ladeinfrastruktur ausgestalten lässt und inwieweit die Reservierungsmöglichkeit die Verfügbarkeit und Auslastung der Ladeinfrastruktur im Quartier erhöhen könnte. Die meisten Kommunikationsprotokolle beschränken sich derzeit auf die ReserveNow-Funktion. Mit dieser Funktion wird der Ladepunkt sofort reserviert und für einen festgelegten Zeitraum, in der Regel 15-30 Minuten, für andere Nutzer blockiert. Die technische Umsetzung einer kalenderbasierten Reservierung, d.h. die Buchung eines Ladepunkts zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. -raum in der Zukunft anhand eines zentralen Buchungskalenders, ist deutlich komplexer und mit technischen Herausforderungen verbunden. Die Fragestellungen „Mit welcher Vorlaufzeit zur tatsächlichen Reservierung soll die Blockierung beginnen?“ und „Wie kann eine verlässliche Kommunikation an andere Nutzer gewährleistet werden?“ sind weiterhin unzureichend erforscht. Das Quartiersladen-Konzept sollte daher auf bestehende Kommunikationsprotokolle setzen und einen Beitrag zur technologischen und regulatorischen Weiterentwicklung der kalenderbasierten Reservierungsfunktion leisten.

Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

Den Projektbeteiligten sind Schutzrechte zu den bearbeiteten Themenfeldern nicht bekannt. Im Vorhaben war keine Anmeldung von Schutzrechten, welche aus den Projektaktivitäten und -ergebnissen resultieren, geplant.

Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

Für die kontinuierliche Informationsbeschaffung zum wissenschaftlichen und technischen Stand der zu bearbeitenden Fragestellungen wurden einschlägige nationale und internationale Fachliteratur und Publikationen zu projektrelevanten Themen genutzt. Das Konzept Quartiersladen setzte auf die Erkenntnisse der Studie „Spezielle Ausrichtung von Ladeinfrastrukturkonzepten auf den Bedarf von Anliegern und Anwohnern im stark verdichteten urbanen Straßenraum“ (Technischen Universität Dresden, Institut für Wirtschaft und Verkehr, 2018) und dem Forschungsprojekt e-Quartier. Zur Auswahl von Pilotgebieten konnte auf statistische Daten des Landesbetriebs Verkehr, des Statistikamts Nord sowie der Stromnetz Hamburg GmbH zurückgegriffen werden. Für die Ausgestaltung des Konzeptes zur Reservierung, Kalendermanagement und Datenübertragung wurde maßgeblich auf bestehende Protokolle aufgebaut. Für die Ableitung der Ausbaupotenziale von Elektromobilität in Hamburg wurden die Metastudie „Anforderungen an das Stromnetz durch Elektromobilität, insbesondere Elektrobusse“ (Helmut-Schmidt-Universität, Institut für Elektrische Energiesysteme, 2019) sowie die Monitoringberichte des Landesbetriebs Verkehr und des Kraftfahrt-Bundesamts genutzt.

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit mit anderen Stellen und Experten erfolgte anlassbezogen. Die genehmigungsrechtlichen Fragen bezogen auf die Errichtung der Quartiersladestationen wurden im Rahmen von (Vor-)Klärungsgesprächen mit den zuständigen behördlichen Dienststellen erörtert. Die Kommunikation der Fördermöglichkeiten an potenzielle Standortpartner erfolgte über bestehende Netzwerke und etablierte Kommunikationsformate (Fachtagungen, Newsletter von Fachverbänden, etc.). Darüber hinaus wurden auch die beiden Wohnungsbauverbände VNW (Verband Norddeutscher Wohnungsunternehmen) und BFW (Bundesverband Freie Wohnungsunternehmen) in das Projekt einbezogen.

Im Laufe des Vorhabens wurde regelmäßig geprüft, inwieweit konkrete Kooperationen mit anderen Projekten ausgestaltet werden könnten. So wurde bspw. der Kontakt zu folgenden Projektkonsortien aufgenommen, um zu prüfen, wie die Vorhaben voneinander lernen und profitieren können.

- Verbundprojekt „LamA: Laden am Arbeitsplatz“ (Stuttgart). Kooperationsform: gemeinsame Veranstaltung.
- Projekt „SmaLa: Smarte Liefer- und Ladezonen“ (Hamburg). Kooperationsform: Erfahrungsaustausch zu reservierbaren Ladezonen im Innenstadtbereich.
- Verbundprojekt „Me: München elektrisiert“ (München). Kooperationsformat: Erfahrungsaustausch zu Fördermodellen und Antragsverfahren bei der Förderung von Ladeinfrastruktur.
- Verbundprojekt „ELSTA: Förderung der Elektromobilität durch Normung und Standardisierung“. Kooperationsformat: Mitwirkung bei Normungs- und Standardisierungsfragen.
- Verbundprojekt „MEISTER: Umweltfreundliche Mobilität“ (Berlin). Kooperationsformat: Erfahrungsaustausch zu Buchungskonzepten und reservierbarer Ladeinfrastruktur.
- Initiative „Miteinander Laden“ (München). Kooperationsformat: Erfahrungsaustausch zu Quartiersansätzen.

Zusätzlich beteiligte sich die Projektleitung an der Begleitforschung des Programms „Elektro-Mobil“, getragen durch das Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH und den TÜV Rheinland in Form von regelmäßigen Konsultationen und Zuarbeiten. Dabei wurden Rechtsfragen der Elektromobilität behandelt und Anforderungen an die Netz- und Systemintegration von Ladeinfrastruktur diskutiert.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Tabelle 2.1: Verwendung

Geplantes Ergebnis	Erzieltes Ergebnis
a) Umsetzung eines Förderprogramms für Ladeinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> – Ausarbeitung und Veröffentlichung einer Produktinformation mit Antragsunterlagen zur Förderung von Ladeinfrastruktur und Installations-, Make-Ready- sowie Betriebskosten; Abwicklung der Förderfälle und Koordinierung der technischen Umsetzung des Förderprogramms; Förderung von insgesamt 1.443 Ladepunkten. – Aufsetzen einer öffentlichkeitswirksamen Kommunikationskampagne für Bekanntmachung des Förderprogramms; Präsentation des Förderprogramms bei Fachveranstaltungen und Medien; laufende Beratung von Förderinteressierten und Dritt-CPOs.
b) Monitoring des Ladeinfrastrukturaufbaus	<ul style="list-style-type: none"> – Regelmäßige Auswertungen zur im Projekt aufgebauten und in Betrieb genommenen Ladeinfrastruktur und deren Nutzung; kontinuierliches Monitoring der Entwicklung der Anzahl an Elektrofahrzeugen in Hamburg. – Ableitung von Empfehlungen zum weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur unter Berücksichtigung der aktuellen Entwicklung der Fahrzeugzahlen.

<p>c) Konzeption des Reallabors „Quartiersladen“</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Festlegung der Hauptmerkmale und Nutzergruppen für das Konzept „Quartiersladen“; inhaltliche Ausgestaltung der Reservierungsmöglichkeiten; Formulierung von Regularien. – Formulierung von technischen und funktionalen Anforderungen an die zu entwickelnde webbasierte Zugangslösung mit den entsprechenden Funktionalitäten, mit welcher die Anwohner die Quartiersladestationen reservieren und freischalten können. – Formulierung von technischen und funktionalen Anforderungen an die auszuwählende Ladehardware inkl. Einschätzung der technischen Umsetzbarkeit von Reservierungsbefehlen.
<p>d) Entwicklung und technische Umsetzung des Reservierungssystems</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Implementierung aller für den Pilotbetrieb notwendigen Backendfunktionalitäten; Konzeption und Umsetzung erforderlicher Schnittstellen zum Reservierungssystem und zu den steuerbaren Parkbügeln; Umsetzung von Kommunikationsschnittstellen für Reservierung der Ladeinfrastruktur (OCPP) und für EMP (OCPI). – Auswahl, Beschaffung und Konfiguration der zum Einsatz kommenden Hardware (Parkbügel und Ladestationen). – Konzeption und Programmierung einer Website mit den entsprechenden Funktionalitäten, über welche die Quartiersladestationen gebucht werden können; Durchführung erforderlicher technischer Weiterentwicklungen und Optimierungen zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit; Integration der Reservierungsfunktion in der eCharging+ App.
<p>e) Pilotierung des Konzepts „Quartiersladen“ in zwei Modellgebieten</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Festlegung von Kriterien zur objektiven Bewertung von infrage kommenden Quartieren; Beschaffung und Auswertung der Daten zu Hamburger Quartierszusammenhängen; Auswahl von zwei Pilotgebieten. – Screening und Identifikation von geeigneten Mikro-Standorten in den ausgewählten Pilotgebieten für die Aufstellung der Quartiersladeinfrastruktur; Umwidmung der acht Stellflächen in enger Abstimmung mit den zuständigen Fachämtern. – Ertüchtigung der Mikro-Standorte (acht Stellflächen); Inbetriebnahme der Quartiersladestationen und des Reservierungssystems Mitte 2021. – Erprobung des Ladekonzepts „Quartiersladen“ im Livebetrieb mit Anwohnern; Durchführung des Pilotbetriebs bis 12/2023.
<p>f) Evaluation des Pilotbetriebs</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Durchführung von Quartiersanalysen und Erhebungen, u.a. Anwohnerbefragung, Fokusgruppen sowie Interviews mit Nutzern des Quartiersladenangebots; Erfassung und Auswertung von Nutzungsdaten; Identifikation von Optimierungsbedarfen und Potenzialen. – Expertenworkshop zur Diskussion der Analyseergebnisse; Erstellung von Handlungsempfehlungen zu möglichen Anpassungen am erprobten Konzept und Skizzierung eines übertragbaren Ansatzes.

a) Entwicklung eines Förderprogramms für Ladeinfrastruktur

Ein Kernziel des Projektes ELBE war die Ausstattung von Wohn- und Gewerbeimmobilien sowie Firmenarealen mit steuerbarer Ladeinfrastruktur. Der Ladeinfrastrukturausbau sollte koordiniert vorangetrieben und finanziell unterstützt werden. Die Weiterleitung der Bundesförderung an die Standortpartner (u.a. Hamburger Unternehmen, Projektentwickler und WEGs) erfolgte über die Investitions- und Förderbank Hamburg (IFB), die hierfür von der Behörde für Wirtschaft und Innovation (BWI) beauftragt worden war.

Direkt zu Projektbeginn fanden mehrere Abstimmungen hinsichtlich der förderrechtlichen Umsetzung dieser Weiterleitung mit dem Projektträger statt. Es wurde vereinbart, dass die Weiterleitung der Bundesförderung an die Standortpartner auf Grundlage einer von der IFB zu veröffentlichenden „Produktinformation“ erfolgen wird. Diese „Produktinformation“ legte – auf Grundlage der geltenden Förderrichtlinie des Bundes – die Regularien fest, welche die potenziellen Standortpartner zum Erhalt der weitergeleiteten Förderung zu erfüllen haben. Das Förderprogramm wurde mit Veröffentlichung der „Produktinformation“ inkl. Antragsunterlagen im April 2019 offiziell gestartet. Im Oktober 2020 wurde die Produktinformation ergänzt, um neben Kauf und Leasing auch Miete und Contracting-Modelle zu ermöglichen. So konnten auch Unternehmen von der ELBE-Förderung profitieren, die nicht in ausreichender Höhe die erforderlichen Investitionsbudgets zur Verfügung stellen konnten. Bei Miete und Contracting wurden wie beim Leasing und beim Kauf die gleichen Auflagen im Zuwendungsbescheid an die Standortpartner hinsichtlich Haltefristen und Teilnahme an den Forschungsinhalten gemacht.

Im Rahmen des Programms wurden auf Antrag juristische Personen des privaten und öffentlichen Rechts sowie Personengesellschaften gefördert. Gefördert wurde die Beschaffung der Ladeeinrichtungen, inklusive deren betriebsfertige Installation und der hierzu erforderlichen vorbereitenden technischen und baulichen Maßnahmen für die Verlegung des Stromanschlusses sowie des Betriebs der Ladeeinrichtungen. Der Erhalt der Förderung setzte den Abschluss eines Vertrags über den Betrieb der Ladeinfrastruktur mit einem für das Programm zertifizierten Ladestationsbetreiber voraus. Damit sollte gewährleistet werden, dass die geförderte Ladeinfrastruktur über die im Projekt zu entwickelnde IT-Schnittstelle intelligent in das Netz eingebunden wird und die Möglichkeit einer vorausschauenden Netzsteuerung gegeben ist. Hierdurch wurde sichergestellt, dass die im Projekt entwickelte IT-Schnittstelle im Feld erprobt werden konnte.

Um die Aufmerksamkeit für die Förderung und so die Zahl der Förderanträge zu erhöhen, wurde die Ansprache der Standortpartner zielgerichtet auf die jeweilige Branche abgestimmt durchgeführt. Im Jahr 2020 wurde eine Kommunikationskampagne mit branchenspezifischen Kommunikationsmaßnahmen durchgeführt, in dessen Rahmen eine neue Projektwebseite entwickelt und im November 2020 gelauncht wurde. Die Webseite stellte die wesentlichen Informationen zur Förderung und zum Antragsverfahren dar und bot interessierten Standortpartnern einen leichten Einstieg in das Thema Elektromobilität an. Eine Call-To-Action Funktion ermöglichte Standortpartnern, direkten Kontakt mit den im Projekt beteiligten Ladestationsbetreibern aufzunehmen und sich über den Aufbau, Betrieb und Steuerung von Ladeinfrastruktur zu informieren. Konkrete Rechenbeispiele und Erfahrungsberichte aus bereits umgesetzten Projekten boten Orientierung für die Projektzielgruppen an und unterstützten sie, die Vorteile der Förderung schnell zu erkennen. Mit Unterstützung aller Projektpartner konnten Hamburger Unternehmen gewonnen werden, als Botschafter für das Projekt zu agieren und mit Best-Practice-Beispielen die Relevanz für die eigene Branche zu betonen, Vorteile der Förderung aufzuzeigen und somit Vorbehalte abzubauen.

Ein weiterer wesentlicher Teil der Kommunikationskampagne war die Platzierung von Informationsbeiträgen in den Newslettern und Mitgliederzeitschriften lokaler Verbände wie der Handelskammer, dem Handelsverband Nord und dem Cluster Erneuerbare Energien Hamburg. Auch große Projektentwicklungsgesellschaften aus Hamburg (wie IBA Hamburg und HafenCity Hamburg GmbH) wurden angesprochen, um ihr Netzwerk über die Fördermöglichkeiten für den Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur zu informieren. Parallel dazu wurde eine Pressemitteilung herausgegeben, welche in mehreren Medien aufgegriffen wurde, sowie eine Social Media Informationskampagne durchgeführt. Drei

zielgruppenspezifische LinkedIn Anzeigen bildeten den Mittelpunkt dieser Kampagne. Hierfür konnten bekannte Hamburger Unternehmen gewonnen werden, die sich im Bereich nachhaltiger Mobilität engagieren und als Botschafter das Projekt aktiv unterstützen. Die Anzeigekampagne wurde im Zeitraum April-Mai 2021 durchgeführt und hatte eine Reichweite von ca. 9.400 Personen.

Parallel zu den dargestellten Kommunikationsmaßnahmen fand eine laufende Kommunikation des Projektes durch die Projektleitung statt. Das Projekt wurde in bilateralen Gesprächen mit potenziellen Standortpartnern (darunter Immobilienunternehmen, Projektentwickler, städtische Einrichtungen, Flottenbetreiber, gewerbliche Unternehmen sowie Unternehmen aus Handel und Gastronomie) vorgestellt. Die Kommunikation zu den Dritt-CPOs lief über die Projektleitung und die Helmut-Schmidt-Universität. Hier wurde in bilateralen Gesprächen über das Projekt und die zu erfüllenden Voraussetzungen (insbesondere die Programmierung der IT-Schnittstelle) beraten.

Der Förderzeitraum belief sich auf insgesamt 44 Monate (04/2019 – 08/2022). In der Zeit 04/2019 – 08/2022 wurden bei der IFB Hamburg insgesamt 217 Anträge zur Förderung von Ladeinfrastruktur eingereicht. Diese Anträge bildeten einen Stand von insgesamt 2.170 Ladepunkten ab. 51 Förderanträge wurden aufgrund fehlender oder nicht fristgerecht eingereichter Unterlagen abgelehnt. Etwa 15% der Antragssteller haben sich für Förderprogramme mit attraktiveren Förderkonditionen und schlankem Antragsverfahren entschieden und ihre Anträge in ELBE zurückgezogen. Im Projekt wurden insgesamt 1.443 Ladepunkte gefördert und Zuschüsse in Höhe von 2.582.534 EUR ausgezahlt. Insgesamt wurde die Förderung für 145 Standorte in Anspruch genommen: 104 Standorte für Unternehmen (1.036 Ladepunkte), 16 Standorte für öffentliche Einrichtungen (44 Ladepunkte) und 25 Standorte für WEGs (363 Ladepunkte). Die Berechnung der Förderung erfolgte auf Abschreibungsbasis. Die Fördermittel wurden nach Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur sowie nach Vorlage und Prüfung des Verwendungsnachweises ausgezahlt.

Mit der Förderung konnte ein breiter Anwenderkreis erreicht werden. Ein Großteil der Zuwendungsempfänger baute Ladeinfrastruktur für die eigene Flotte oder für ihre Mitarbeiter und Besucher auf. Im Projekt wurde vor allem AC-Ladeinfrastruktur mit einer Ladeleistung von 11 oder 22 kW gefördert (ca. 99% AC-Ladepunkte vs. 1% DC-Ladepunkte). 92% der Zuwendungsempfänger setzten auf den Kauf einer Ladeinfrastruktur, die Leasing- und Miete-Option kam lediglich bei ca. 8% der Zuwendungsempfänger in Frage. 8% aller geförderter Ladepunkte sind öffentlich zugänglich. Der zahlenmäßig größte Förderantrag hat ein Volumen von 100 Ladepunkten.

Knapp 64% der geförderten Projektvorhaben wurden mit Ladestationsbetreibern aus dem ELBE-Konsortium durchgeführt. 36% der Antragssteller führten ihr Projektvorhaben mit einem Dritt-CPO durch. Als Dritt-CPOs werden die Ladeinfrastrukturbetreiber bezeichnet, die nicht Teil des ELBE-Konsortiums waren, jedoch ihren Kunden, die einen Antrag bei der IFB als Standortpartner stellen, als Dienstleister ihre Leistung angeboten und auch die im Projekt entwickelte IT-Schnittstelle implementiert haben. Alle im Projekt aufgebauten Ladepunkte sind über die IT-Schnittstelle steuerbar.

Die Projektleitung hat die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Förderprogramm ausgewertet und Empfehlungen für die Ausgestaltung künftiger Fördermodelle abgeleitet. Um mehr Transparenz und bessere Planbarkeit für Antragsteller zu ermöglichen, wird eine Förderung als Pauschale empfohlen. Dies reduziert den bürokratischen Aufwand für die Antragssteller und verschlankt die administrative Abwicklung für den Fördergeber. Darüber hinaus sind Fördermodelle zu entwickeln, welche die Make-Ready / Ertüchtigungskosten in den Fokus nehmen. Zudem ist eine einheitliche Abschreibungsdauer für Ladeinfrastruktur herbeizuführen.

b) Monitoring des Ladeinfrastrukturaufbaus

Die im Projekt aufgebaute und in Betrieb genommene Ladeinfrastruktur wurde systematisch erfasst und nach Anwendungsfällen analysiert. Parallel dazu fand ein kontinuierliches Monitoring der allgemeinen Fahrzeugentwicklung in Hamburg statt. Ziel der Analyse bzw. des Monitorings war die

Ableitung von Empfehlungen für den bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur in Hamburg, welche auf konkreten Projekterfahrungen und der Entwicklung der Anzahl der Elektrofahrzeuge basieren.

Zu Projektbeginn wurde ein Konzept für die Datenermittlung und -auswertung erarbeitet. Dabei wurden die Quellen für die zu erhebenden Daten ermittelt und die Datenqualität, -formate und -erhebungszeitpunkte festgelegt. Die Datenauswertung lief zweigleisig ab. Zum einen wurden die Daten über die Nutzungsart und -Nutzungshäufigkeit der verbauten Ladeinfrastruktur analysiert. Diese Daten konnten aus den Backends der verschiedenen im Projekt beteiligten Ladestationsbetreibern herangezogen werden. Zum anderen wurde die Entwicklung der Fahrzeugzahlen gemonitort. Grundlage hierfür war ein standardisiertes Reporting des Landesbetriebs Verkehr (LBV). Die Datenlieferung erfolgte quartalsweise und stellte die Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen unterschieden nach Fahrzeugklasse, privater/gewerblicher Halter und Antriebsart dar. Die Auswertung der Fahrzeugdaten wurde durch Datensätze des Kraftfahrt-Bundesamts (KBA) und des Statistikamts Nord erweitert.

Im Betrachtungszeitraum Januar 2018 – Januar 2023 setzten die Pkw-Neuzulassungszahlen sowie die Entwicklungen bei alternativen Antriebsarten ihren Wachstumstrend fort:

- Die Gesamtzahl der in Hamburg angemeldeten Pkw stieg im Januar 2023 im Vergleich zum Januar 2018 um 3.8 % von 774.101 auf 804.707 Fahrzeuge an. Im Januar 2023 befanden sich insgesamt 651.096 Fahrzeuge oder 80.9 % der in Hamburg angemeldeten Pkw in privater Hand. Im Januar 2018 wurden 629.856 oder 81.4 % aller Pkw privaten Haltern zugeordnet. Die Zahl der gewerblich gemeldeten Fahrzeuge lag im Januar 2023 bei 153.611, 9.363 mehr als im Januar 2018.
- Zum Stichtag 01.01.2023 lag der Anteil der Elektrofahrzeuge (reine Batterie-Elektrofahrzeuge (BEV), von außen aufladbare Plug-In Hybride (PHEV), Brennstoffzellen- und Wasserstofffahrzeuge (FCEV)) an allen Fahrzeugen bei 5,6 %. Im Januar 2018 waren es lediglich 0,3 %.
- Waren im Januar 2018 noch lediglich 2.544 Elektrofahrzeuge in Hamburg registriert, so waren es im Januar 2023 mit 45.351 bereits mehr als siebzehnfach so viele. Auf gewerbliche Halter entfielen im Januar 2023 insgesamt 28.662 Fahrzeuge. Dies entspricht eine Verteilung der Elektrofahrzeuge von 63 (gewerblich) zu 37 (privat) Prozent. Im Januar 2018 lag die Prozentaufteilung bei 64 (gewerblich) zu 36 (privat).
- Auch bei den Neuzulassungen ist der Anteil der BEV und der PHEV deutlich zugestiegen. Während der Anteil 2018 bei 0.8 % für BEV und 0.6 % für PHEV lag, waren es im Jahr 2023 14 % für BEV und 4.6 % für PHEV. Somit lag der Marktanteil der BEV und PHEV an den Neuzulassungen im Jahr 2023 bei insgesamt 18.6 %.

Im Betrachtungszeitraum verlief auch der Ausbau der Ladeinfrastruktur in Hamburg sehr dynamisch. Stand Januar 2022 wurden in Hamburg über 7.500 private Ladepunkte angemeldet; in 2018 waren es lediglich knapp 200 Ladepunkte. Gemäß den technischen Anschlussbedingungen (TAB) sind alle Ladeeinrichtungen, die im Netzgebiet von Stromnetz Hamburg aufgebaut werden, meldepflichtig. Die Datenerfassung zu der im Stadtgebiet aufgebauten privaten Ladeinfrastruktur erfolgt jedoch auf freiwilliger Basis. Da die Stromnetz Hamburg GmbH über keine Kontrollmechanismen verfügt, weist die Statistik daher eine Dunkelziffer insbesondere im gewerblichen Bereich auf, wo die Kundenstationen (Netzanschlüsse) mit den erforderlichen Netzkapazitäten ausgebaut werden, der Verteilnetzbetreiber aber keine genauen Informationen darüber erhält, ob und wenn ja wie viele Ladepunkte an die Kundenstation angeschlossen werden. Die TAB wurden im Jahr 2022 überarbeitet, damit diese Daten künftig miterfasst werden können.

Mit Hilfe der Fahrzeugzahlen und prognostizierten Entwicklungen konnte eine Abschätzung zur benötigten Ladeinfrastruktur getroffen und mit Experten diskutiert werden. Die Diskussion basierte auf der Annahme, dass sich im nächsten Jahrzehnt über 70 % der benötigten Ladepunkte auf privaten und halböffentlichen Stellplätzen befinden werden. In dem Zusammenhang wurde der potenzielle Einsatz finanzieller Mittel und steuernder Instrumente durch den Bund und durch das Land erörtert.

In der Projektlaufzeit hat sich die Förderlandschaft in Deutschland dynamisch weiterentwickelt. Die große Vielfalt an parallellaufenden Förderprogrammen (KFW-Förderprogramm für private Wallboxen, Förderprogramm „Ladeinfrastruktur vor Ort“, KFW-Förderprogramm für gewerbliche Ladeinfrastruktur) ließ keine Rückschlüsse zu, inwieweit die einzelnen Förderprogramme zur Installation von Ladestationen im privaten Raum einen zusätzlichen Anstieg von E-Fahrzeugen stimuliert haben. Folglich war es unmöglich, genaue Abschätzungen hinsichtlich der Einflüsse der im Projekt ELBE zusätzlich installierten Ladeinfrastruktur auf die Fahrzeugentwicklung zu treffen.

c) Konzeption des Reallabors „Quartiersladen“

Im Rahmen des Projektes wurde ein innovatives Ladeangebot, das so genannte „Quartiersladen“-Konzept, erarbeitet. Das Quartiersladen ist speziell auf den Bedarf von Anliegern und Anwohnern in hoch verdichteten Quartieren ausgerichtet, in denen keine privaten Stellplätze verfügbar gemacht werden können. In mehreren Workshops mit der Behörde für Wirtschaft und Innovation, hySOLUTIONS und der Stromnetz Hamburg GmbH wurden die Hauptmerkmale und technischen Anforderungen an das Quartiersladen-Konzept definiert und die Regularien zur Reservierung von Ladeslots erarbeitet.

Das Konzept sieht das Aufstellen von Quartiersladestationen im öffentlichen Straßenraum vor, die nur einem festdefinierten Nutzerkreis zur Verfügung stehen. Berechtigt für die Nutzung der Quartiersladestationen sind Anwohner, die in dem jeweiligen für die Ladeinfrastruktur definierten Pilotquartier ihren Wohnsitz gemeldet haben, sowie Gewerbetreibende und Arbeitnehmer, deren Betriebs- bzw. Arbeitsstätte in dem Quartier liegt. Dem Berechtigtenkreis werden Reservierungsmöglichkeiten für die Quartiersladeinfrastruktur eingeräumt. Die Berechtigten haben die Möglichkeit, flexible Zeitslots in einem Buchungskalender für jeden Ladepunkt und ohne Buchungsgebühr zu reservieren. Die Nutzungsdauer teilt sich in ein Tages- (8:00 – 17:00 Uhr), ein Feierabend- (17:00 – 20:00 Uhr) und ein Nachtzeitfenster (20:00 – 08:00 Uhr) ein. Zu Projektbeginn wurden folgende Reservierungsregeln definiert:

- Eine Buchung pro Zeitfenster und Woche (Coupon-System).
- Tagsüber sind Ladeslots von max. 3 Stunden reservierbar.
- Das Nachtzeitfenster ist als Block oder auch kürzer buchbar.
- Spontanes Laden (Ad-hoc-Buchungen) ist einmal pro Tag und Nutzer möglich.
- Der Abstand (Karenzzeit) zu vorherigen und nachfolgenden Buchungen beträgt 15 Minuten.
- Reservierungen können maximal 14 Tage im Voraus getätigt werden.
- Die jeweils übernächste Woche wird montags im Kalender freigeschaltet.
- Reservierungen können bis zu 30 Minuten vor Antritt storniert werden.
- Nutzer können sich bis zu 30 Minuten vor und nach Beginn einer Reservierung einchecken.
- Beim Nicht-Antritt verfällt die Reservierung in 30 Minuten.

d) Entwicklung und technische Umsetzung des Reservierungssystems

Mit Abschluss der Konzeptionsphase ging das Projekt in die Entwicklung des Reservierungssystems über. Das System sollte alle zentralen Elemente, die zum Betrieb der Ladeinfrastruktur benötigt wurden (beispielsweise Server, Datenbanken, Netzanbindung) und über welche Reservierungsmöglichkeiten wahrgenommen werden konnten, beinhalten. Die Entwicklungsarbeiten umfassten sowohl die konkrete technische Umsetzung der Reservierungsfunktionalitäten (Programmierung von buchbaren Zeitfenstern und Timer, Umsetzung und Integration eines Coupon-Systems, Einführung eines Nutzerregistrierungsprozesses) als auch der Nutzeroberfläche (Usability und Nutzerführung).

Die Reservierung von Zeitfenstern für Ladevorgänge sowie die Authentifizierung an der Ladeinfrastruktur erfolgte über eine hierfür entwickelte Website. Anhand der Website, in welcher sich die Berechtigten registrieren, wurde der Zugang zur Ladeinfrastruktur gesteuert. Die Website wurde im Sinne der Usability kontinuierlich optimiert. Der Prozess zur Erstellung einer Reservierung wurde sowohl in einer FAQ-Liste als auch in einem kurzen Video ausführlich erläutert. In 2023 konnte die

Reservierungsfunktion auf Wunsch der Nutzer in die eCharging+ App der Stromnetz Hamburg integriert und für registrierte Nutzer des Quartiersladens freigeschaltet werden. Damit erhielten die Nutzer die Möglichkeit, sowohl über die App als auch über die Website ihre Reservierungen einzustellen.

Zusätzlich wurden die Stellplätze mit steuerbaren Parkbügel je Stellplatz vor dem unberechtigten Abstellen von Fahrzeugen geschützt, welche auch über die Website bzw. App zu öffnen oder zu schließen waren. Die Parkbügel gaben ein Signal an das Backend, einen Stellplatz wieder freizugeben und damit die Reservierung zu beenden. Dieser wurde auch im Buchungskalender sodann wieder als frei angezeigt. Die Website bzw. App diente dabei der Freischaltung des Zugangs zur Ladestation und der Absenkung der physischen Barriere, nicht jedoch für sämtliche EMP-Endkundenvertragsbeziehungen. Eine solche Prüfung erfolgte über das Backend von Stromnetz Hamburg. Ad-hoc-Freischaltungen der Ladeinfrastruktur bzw. der physischen Barriere über die Webseite waren ebenfalls möglich, wenn zu dem Zeitpunkt keine Reservierung vorlag.

Zur Umsetzung des Reservierungssystems wurde das IT-Backend von Stromnetz Hamburg um die notwendigen Funktionalitäten erweitert, um die Kompatibilität zur im Projekt eingesetzten Ladeinfrastruktur sicherzustellen. Im gleichen Zuge konnten auch die erforderlichen Schnittstellen für den Datenaustausch konzipiert und umgesetzt werden. Eine besondere Herausforderung im Prozess stellte die Integration der steuerbaren Parkbügel in das Reservierungssystem und die Steuerung der Parkbügel über das System dar. Bedingt durch Fehlfunktionen der in den Parkbügel verbauten Sensoren mussten Hardwarekomponenten mehrmals ausgetauscht und eine Vielzahl an Anpassungen im System vorgenommen werden. Trotz Optimierung der Daten- und Informationsflüsse konnte die andauernde Problematik in der Parkbügelsteuerung nicht abschließend gelöst werden.

Um einen fehlerfreien Betrieb des Gesamtsystems sicherzustellen und das Quartiersladen-Konzept perspektivisch skalieren zu können, sollte das Konzept in der zweiten Projekthälfte so weiterentwickelt werden, dass die Nutzer nicht mehr den Parkplatz über den Parkbügel reservieren, sondern eine direkte Reservierung des Ladepunkts tätigen können. Hierfür wurde eine Schnittstelle aus dem IT-Backend zur Ladesäule via des Protokolls OCPP umgesetzt. Das IT-Backend wurde auch dahingehend erüchtigt, dass externe EMP via OCPI einen "ReserveStart" oder „ReserveCancel“ Befehl an das IT-Backend von Stromnetz Hamburg senden konnte, welcher via OCPP an die Ladesäule weitergereicht wurde. Nach Umsetzung der Schnittstellen konnten die Parkbügel deaktiviert und dauerhaft heruntergefahren werden. Durch die direkte Reservierung des Ladepunkts an der Ladesäule konnte der Ladepunkt nur durch die Nutzer freigeschaltet werden, die eine gültige Reservierung haben. Die kalenderbasierte Reservierung eines Ladepunkts ist eine deutschlandweite Neuheit und konnte in Hamburg das erste Mal im öffentlichen Raum eingesetzt werden.

e) Pilotierung des Konzepts „Quartiersladen“ in zwei Modelgebieten

Nach der inhaltlichen Ausgestaltung des Konzeptes wurden zwei Gebiete für die Pilotierung der Real-labore ausgewählt. Hierzu wurden in einem ersten Arbeitsschritt Kriterien festgelegt, welche durch die Pilotgebiete zu erfüllen sind. Ziel war es, Quartiere zu identifizieren, in welchen eine geringe Stellplatzverfügbarkeit gegeben ist und demnach viele Berechtigte einen Bedarf an der aufgebauten Ladeinfrastruktur hatten. Um eine Konkurrenzsituation an den Ladestationen zu erreichen und unterschiedliche Buchungsszenarien testen zu können, sollten die Quartiere über eine gewisse Zahl an gemeldeten Elektrofahrzeugen verfügen. Zur Auswahl von Pilotgebieten konnte auf statistische Daten vom Landesbetrieb Verkehr, dem Statistikamt Nord sowie der Stromnetz Hamburg GmbH zurückgegriffen werden. Nach einer Qualitätsfilterung der Daten wurden zehn Quartiere in einer Longlist betrachtet. Neben den gewichteten Kriterien wurde bei der Auswahl der Quartiere auch darauf geachtet, dass hier nicht schon viele öffentliche Ladestationen in den Quartieren aufgebaut sind, welche die Ergebnisse verfälschen könnten. Für den Pilotbetrieb wurden die Hamburger Quartiere Hoheluft-Ost und Goldbek ausgewählt.

In den beiden ausgewählten Quartieren wurde ein Stadtplanungsbüro mit der Erhebung von Mikro-Standorten für die aufzubauenden Ladestationen beauftragt. Die Auswahl der Mikro-Standorte

erfolgte nach einem Kriterienkatalog, welcher sich aus den erprobten Kriterien aus der Standortsuche für die öffentliche Ladeinfrastruktur in Hamburg ableitet. An jedem Mikro-Standort sollte eine Ladestation mit je zwei Ladepunkten und ein Parkbügel pro Stellfläche installiert werden, mit Hilfe dessen ein geregelter Zugang zur Ladeinfrastruktur sichergestellt werden kann. Da das Aufstellen von Parkbügeln auf Parallel zur Fahrbahn ausgerichteten Stellplätzen nicht sinnvoll ist, kamen für das Reallabor lediglich Schrägparkflächen oder senkrechte Stellflächen in Frage. Der Aufbau der Stellplatzsicherung bedurfte einer intensiven Diskussion mit den prüfenden amtlichen Instanzen. Der Bewilligungsprozess zeichnete sich somit durch eine hohe Komplexität aus. Nach enger Abstimmung mit dem zuständigen Bezirk und Fachämtern konnten die Sondernutzungsanträge für die Umwidmung der drei ausgewählten Standorte (insgesamt acht Senkrecht-Stellflächen) Anfang 2021 genehmigt werden.

Der Aufbau und die Ertüchtigung der Mikro-Standorte (Tiefbau, Stromanschluss, Stellplatzsicherung, Markierungen gem. Vorgaben der Straßenverkehrsbehörde, etc.) erfolgte umgehend nach erteilter Sondernutzungsgenehmigung. Jede der acht Stellflächen wurde mit einem remote steuerbaren Parkbügel gesichert. Nach internen Tests der Technologie am Betriebshof der Stromnetz Hamburg GmbH in Bramfeld wurden die Parkbügel beschafft und mit Reflektoren versehen, um die Sichtbarkeit zu erhöhen, bevor sie im öffentlichen Straßenraum verbaut werden. Parallel dazu wurden vier Ladesäulen beschafft, welche sich für den Einsatz im öffentlichen Raum eignen und über das Backend-System der Stromnetz Hamburg gesteuert werden konnten. Die Quartiersladesäulen wurden im Projektdesign foliert.

Der Pilotbetrieb im Quartier Hoheluft-Ost (Standorte Eppendorfer Weg 210 und Straßenbahnring 71) ist nach Inbetriebnahme der Quartiersladestationen und des Reservierungssystems im Juli 2021 gestartet. Die zwei Ladestationen im Quartier Goldbek (Standort Fersenfeldtsweg 6) wurden im September 2021 in Betrieb genommen. Zum Start des Pilotbetriebs sind alle Quartiersanwohner über das neue Ladeangebot informiert worden. Im Rahmen dieser Informationskampagne wurde eine Hauswurfsendung organisiert und eine Pressemeldung veröffentlicht. Die Pilotphase lief über zwei Jahre und konnte im Dezember 2023 planmäßig beendet werden. Insgesamt 146 Nutzende aus beiden Quartieren haben das Quartiersladeangebot in Anspruch genommen und mindestens eine Reservierung im Buchungssystem angelegt.

Zur Durchsetzung der verfassten Regeln auch nach dauerhafter Absenkung der Parkbügel wurde eine Parkraumbewirtschaftung eingeführt. Diese kontrollierte regelmäßig die Stellflächen und sprach bei Falschparkern Vertragsstrafen aus. Dazu war neben einer Beschilderung vor Ort auch eine Kennzeichenerfassung bei der Erstellung der Reservierungen benötigt, um die Rechtmäßigkeit eines Parkenden zu prüfen. Die Stellflächen wurden in dem Zusammenhang mit Bodensensoren ausgestattet. Die zusätzlichen Parksensoren dienten neben der Information für die Parkraumbewirtschaftung auch der zusätzlichen Sicherheit in der Steuerung des Parkbügels. Daher musste die Sensorinformation aus dem IoT-System Element per API in das Reservierungssystem integriert werden.

f) Evaluation des Pilotbetriebs

Der Pilotbetrieb wurde wissenschaftlich begleitet und kontinuierlich evaluiert. Ziel der Evaluation war es, Optimierungsbedarfe und -potenziale zu identifizieren und die Reservierung an sich (Software/ Backendseitig) auf Basis der Erkenntnisse weiter zu optimieren, um die Nutzerfreundlichkeit des Reservierungssystems zu verbessern und das Ladekonzept hinsichtlich seiner Übertragbarkeit auf andere Quartiere und Städte zu bewerten. Die Evaluation erfolgte anhand von qualitativen Erhebungen mittels Befragungen der Anwohner, die die Quartiersladeinfrastruktur nutzten, als auch sonstiger Bewohner der ausgewählten Pilotquartiere sowie über die Auswertung von Nutzungsdaten.

Die wissenschaftliche Evaluation des Pilotbetriebs wurde vom DLR-Institut für Verkehrsforschung im Auftrag der BWI und in enger Abstimmung mit Stromnetz Hamburg und hySOLUTIONS durchgeführt. Grundlage der Evaluation stellte ein Konzept zur Datenerhebung- und Auswertung dar. Die Evaluation fand in zwei Phasen statt: Phase I von Juni 2021 bis August 2022 und Phase II von Januar 2023 bis November 2023. Im Fokus der ersten Evaluationsphase standen die Untersuchung der Akzeptanz,

Nutzung und Nutzerzufriedenheit des Konzepts, die Erfassung der generellen Einstellung von Bewohnern in den Pilotquartieren gegenüber E-Mobilität und die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Optimierung des Reservierungssystems. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse konnten Anpassungen des Quartiersladekonzeptes vorgenommen und im Feld umgesetzt werden. In der zweiten Evaluationsphase sollte untersucht werden, wie die Nutzer die vorgenommenen Änderungen bewerten und inwieweit Quartiersladelösungen in Mobilitätskonzepte integriert werden können.

Zum Beginn der wissenschaftlichen Evaluation wurde eine Haushaltsbefragung durchgeführt. Mit der Haushaltsbefragung wurde das Mobilitätsverhalten der Quartiersanwohner, das generelle Interesse an E-Mobilität und eine Einschätzung des Konzepts Quartiersladen erfasst. Die Unterlagen (offizielles Anschreiben der Stadt Hamburg, Informationsflyer und ausgedruckter Fragebogen mit Link zur digitalen Teilnahme) wurden an 2.230 Haushalte im Quartier Hoheluft-Ost und an 1.700 Haushalte im Quartier Goldbek verteilt. Insgesamt 610 Personen haben an der Umfrage teilgenommen; somit konnte eine Rücklaufquote von 16 % erreicht werden.

Die Befragung hat ergeben, dass gut die Hälfte der Befragten persönlich an der Elektromobilität interessiert ist. Über beide Quartiere hinweg hatten zum Zeitpunkt der Umfrage 42% bereits selbst ein Elektrofahrzeug gefahren, weitere 17% hatten ein EV als Mitfahrer genutzt. Für gut die Hälfte der Befragten machte die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs nur Sinn, wenn sie einen eigenen Parkplatz mit Lademöglichkeit haben. Gründe für die vorsichtige Bewertung der Technologie waren die sehr hohen Anforderungen an das Auto: 78% gaben an, dass ein Auto für alle Fahrzwecke, sowohl im Alltag als auch für längere Fahrten, nutzbar sein muss. Besondere Privilegien für Elektrofahrzeuge, wie etwa reservierte Parkplätze mit Lademöglichkeit, hielten die Befragten für sehr gut. 85% gaben an, dass sie die exklusiven, reservierbaren Quartiersladestationen nutzen würden, wenn sie ein Elektrofahrzeug hätten; 71% hielten die exklusive Lademöglichkeit für eine gute Idee zur Förderung der Elektromobilität. Bedenken wurden allerdings in Bezug auf die Notwendigkeit geäußert, das Fahrzeug nach Ablauf der reservierten Ladezeit im verdichteten Straßenraum erneut zu parken. Etwas weniger als ein Drittel wäre bereit, die Suche nach einem Parkplatz nach der reservierten Ladezeit zu akzeptieren.

Im Rahmen der Evaluation wurden zudem drei Fokusgruppen-Interviews durchgeführt, um die Perspektive der Zielgruppe von (noch) Nicht-Nutzern des Quartiersladeangebots tiefergehend zu erheben. Für die Fokusgruppen wurden Leitfragen formuliert, anhand derer eine strukturierte Diskussion mit den Teilnehmenden durchgeführt werden konnte. Dazu wurde mithilfe von zehn semistrukturierten Einzelinterviews per Telefon die Perspektive der Nutzer des Quartiersladenangebots erhoben. Rekrutiert wurde aus dem Kreis aller im Reservierungssystem registrierten Nutzer. Das Hauptauswahlkriterium war die wiederholte oder regelmäßige Nutzung des Quartiersladenangebots. Die Interviews wurden vollständig/wortwörtlich transkribiert und in MAXqda nach der Methode der Inhaltsanalyse nach Kuckartz ausgewertet.

Die Ergebnisse der Erhebung gaben Aufschluss darüber, wie das Konzept des Quartiersladens wahrgenommen und akzeptiert wurde, welche Barrieren und Vorteile für potenzielle Nutzer zu erwarten und welche Verbesserungspotenziale und Anpassungsbedarfe zur Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit erforderlich waren. Aus den Ergebnissen der Erhebungen wurden Empfehlungen in Form von Thesen entwickelt. Diese wurden in einem Expertenworkshop vorgestellt und diskutiert. Bei der Zusammenstellung des Expertenworkshops wurde darauf geachtet, dass die Auswahl der Experten einen breit gefächerten Hintergrund hat und alle für die Ladeinfrastruktur relevanten Themen (unter anderem Politik, Verwaltung, Forschung und Wirtschaft) abdeckt.

Die Experten gaben Anregungen für Ergänzungen und Anpassungen des Konzeptes, welche in das Konzept „Quartiersladen 2.0“ eingeflossen sind. Das neue „Quartiersladen 2.0“ Konzept sah mehrere Anpassungen zur Vereinfachung und intuitiven Handhabung des Reservierungs- und Couponsystems vor, u.a.:

- Freie Gestaltung der Coupons, um mehr Flexibilität in der Nutzung zu ermöglichen: In „Quartiersladen 2.0“ konnten die Nutzer bis zu fünf beliebigen Reservierungen pro Woche und

unabhängig vom Zeitfenster tätigen. Im ursprünglichen Konzept war eine Buchung pro Zeitfenster und Woche möglich.

- Wegfall des Feierabendzeitfensters und geänderte Start- und Endzeiten für Tages- und Nachtzeitfenster: In „Quartiersladen 2.0“ begann das Tageszeitfenster wochentags um 5:00 Uhr (früher um 8:00) und das Nachtzeitfenster um 18:00 Uhr (früher um 20:00 Uhr). Damit entfiel der Zwang zum Wechsel mit Beginn des Nachtzeitfensters und eine Mindest-Reservierungsdauer von 2 Stunden konnte gewährleistet werden.
- Dauer einer Reservierung: In „Quartiersladen 2.0“ konnten die Nutzer tagsüber Ladeslots von bis zu 4 Stunden buchen. Im ursprünglichen Konzept lag die Höchstdauer bei 3 Stunden. Das Nachtzeitfenster war weiterhin als Block oder auch kürzer buchbar.
- Reservierungs-Sperre: Damit möglichst viele Nutzer das Quartiersladen nutzen können, wurde automatisch eine Reservierungssperre von 6 Stunden vor und nach jeder Reservierung berücksichtigt.

Das Konzept „Quartiersladen 2.0“ ist im April 2023 an die Nutzer kommuniziert und damit offiziell gestartet worden. Die Evaluation der Ladestationsauslastung und -nutzung wurde auch nach der Produktivsetzung der Konzeptanpassungen fortgeführt. Die Datensätze aus den zwei Pilotquartieren wurden fortlaufend analysiert und mit den Nutzungsdaten aus zwei Vergleichsgebieten abgeglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Ladeverhalten zu identifizieren. Im Vergleich zu den öffentlichen Lademöglichkeiten zeigten die Quartiersladestationen eine geringere Auslastung mit deutlich weniger Ladevorgängen pro Tag und einer geringeren abgegebenen Gesamtenergiemenge. Die Fahrzeuge waren auch über deutlich längere Zeiträume mit der Ladeinfrastruktur verbunden. Hiermit gingen einerseits höhere Energiemengen, die pro Ladevorgang abgegeben wurden, einher; andererseits waren geringere rechnerische Ladeleistungen zu verzeichnen. An den Quartiersladesäulen starteten 39 % der Ladevorgänge zwischen 18:00 und 21:00 Uhr. Bei öffentlich zugänglichen Ladesäulen fielen nur 21 % der Ladevorgänge in dieses Startzeitfenster. Die Quartiersladestationen unterscheiden sich daher in der Nutzung insbesondere durch weniger Ladevorgänge außerhalb der Abendspitze und weniger kurze Teilladevorgänge von öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten. Eine öffentlich zugängliche Ladesäule ersetzte zuletzt rechnerisch etwa drei Ladesäulen im Quartiersladenkonzept. Die Auslastung der Quartiersladestationen blieb über den Betrachtungsraum konstant.

Insgesamt bewerteten die Nutzer das „Quartiersladen 2.0“ positiv, merkten in Teilen aber auch an, dass es u. a. aufgrund der geringen Auslastung ein Luxus sei. Für die interviewten Nutzer waren sowohl die Exklusivität und Beschränkung auf einen bestimmten Personenkreis als auch die Reservierungsmöglichkeit wichtig. Die Nutzer fanden die Unterscheidung nach Wochentag oder Wochenende nicht so relevant. Stattdessen wünschten sie sich eine Flexibilisierung des Konzeptes, z. B. weniger starrer Zeitfenster zum Laden oder das Buchen mit jederzeitiger Check-out-Option. Zudem kritisierten die Nutzer die Bedienungsfreundlichkeit des Reservierungssystems, das viele voneinander unabhängige Schritte erfordere. Sie wünschten sich eine Optimierung des Buchungsvorgangs auf der Website und in der App, um eine intuitive und damit erleichterte Bedienbarkeit zu schaffen. Die mühsame Beschäftigung mit Zugangsbedingungen, Funktionsweise und Ausnahmen wurde als Hinderungsgrund zur Nutzung des Konzeptes wahrgenommen.

Die Option, innerhalb der kommenden zwei Wochen Reservierungen einzustellen, wurde grundsätzlich positiv bewertet, aber trotzdem wenig genutzt. Ein Grund hierfür stellte die bislang geringe Auslastung der Ladeinfrastruktur und die damit verbundene Gewissheit dar, auch kurzfristig und ohne Vorplanung einen Ladeplatz zu bekommen. Meistens wurde die Reservierungsoption mit geringem zeitlichen Vorlauf genutzt. Eine längere Vorplanung wurde als nicht attraktiv wahrgenommen, insbesondere angesichts tagesaktueller Entwicklungen im Zusammenhang z. B. mit beruflichen Terminen oder der Verkehrssituation. Gut angenommen wurde hingegen die Option der spontanen Reservierung, die dem Sofort-Laden entspricht.

Die Evaluation hat ergeben, dass die Abendspitze im Quartiersladen deutlich ausgeprägter war als bei der zum Vergleich herangezogenen öffentlichen Ladeinfrastruktur. Unter Beibehaltung der Reservierungsfunktionalität wurde deshalb eine Öffnung der Quartiersladesäulen (zumindest während der

Tageszeiten) für einen erweiterten Nutzerkreis empfohlen. Denkbar ist ein erhöhtes Kontingent an Reservierungen für Anwohner gegenüber Nichtanwohnern. Es sollte zudem eine Flexibilisierung des Konzeptes angestrebt werden, d. h. weniger starre Zeitfenster zum Laden, ohne auf eine zeitliche Obergrenze zu verzichten, um die Vermischung zwischen Laden und Parken (tagsüber) zu vermeiden. Beim weiteren Ausbau von Quartiersladelösungen sollte darüber hinaus der halböffentliche Raum priorisiert werden. Alternativ ist eine Bündelung mit städtischer Ladeinfrastruktur in Rahmen von Lade-Hubs denkbar. Eine Kombination von Ladeinfrastruktur und Mobilitätsstationen wurde für die aktuelle Phase als nicht mehr prioritär angesehen, da beide Konzepte zum Teil unterschiedliche Standortanforderungen sowie eine unterschiedliche Dynamik aufweisen. Konzepte zur Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur in Quartieren sollten in ein strategisches Quartiersmobilitätskonzept eingebettet werden.

Die vier im Rahmen des Quartiersladens installierten Ladesäulen sind auch nach Projektende im Betrieb und stehen ab Januar 2024 der allgemeinen Öffentlichkeit zur Verfügung. Die exklusive Reservierungsfunktion in der App E-Charging+ sowie auf der Website wurde zum Projektende planmäßig beendet.

2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für die Realisierung des Vorhabens standen – nach zwei Aufstockungsbescheiden aus 2019 – im gesamten Projektzeitraum vom 08.10.2018 bis zum 31.12.2023 Fördermittel in Höhe von 11.933.302 Euro zur Verfügung. Ein Großteil entfiel auf die Position „Vergabe von Aufträgen 0835“. Insgesamt 9.495.492 Euro waren gemäß Projekt- und Finanzierungsplan des Vorhabens für die Förderung des Ladeinfrastrukturaufbaus bei Hamburger Unternehmen vorgesehen. Die Weiterleitung der Fördermittel an die Unternehmen (so genannte Letztzuwendungsempfänger) erfolgte über die Investitions- und Förderbank Hamburg. Die zur Verfügung stehenden Fördermittel wurden im Jahr 2021 aufgrund eines geringeren Mittelabflusses um 5.275.920 Euro gekürzt. Im Zuge der kostenneutralen Projektlaufzeitverlängerung haben sich Änderungen gegenüber der ursprünglichen Kostenplanung ergeben, die eine Mittelumschichtung innerhalb der Kostenposition 0835 notwendig machten. Zu weiteren Details zur Mittelverwendung und -umschichtung wird auf den nicht-veröffentlichungspflichtigen Teil des Schlussberichts sowie den Zahlenmäßigen Verwendungsnachweis verwiesen.

Im Rahmen des Projektes konnten insgesamt 1.443 Ladepunkte gefördert und Zuschüsse in Höhe von 2.582.534 Euro ausgezahlt werden. Damit blieb die Zielzahl an aufgebauten Ladepunkten hinter den ursprünglichen Erwartungen zurück. Die Forschungsziele des Projektes konnten auch mit einer geringeren Anzahl an verbauten Ladestationen im Feld uneingeschränkt erreicht werden. Die geringere Anzahl an geförderten Ladepunkte ist unter anderem auf die Spezifika des ausgewählten Fördermodells sowie auf diverse externe Einflüsse zurückzuführen:

- Fördermodell: Bemessungsgrundlage der ELBE-Förderung bildeten die in der Projekt-Restlaufzeit anfallenden Abschreibungsraten. Mit fortlaufender Projektzeit wurde die Förderung kleiner, sodass es für potenzielle Standortpartner unattraktiver wurde, sich an dem Projekt zu beteiligen. Das Konsortium hat darauf unter anderem mit einer Informationskampagne zum Leasing/Abo/Miete der Ladestationen statt des Kaufs reagiert. Leasing/Abo/Miete-Modelle berühren nicht das Investitionskostenbudget, sondern das laufende Budget und sind mit attraktiveren Förderkonditionen verbunden.
- Externe Einflüsse: Die Projekterfahrungen zeigten, dass sowohl Investitionsentscheidungen als auch Umsetzungsprozesse von diversen externen Faktoren abhängen. So haben die Corona-Pandemie und die damit verbundenen Konsequenzen für die Wirtschaft direkte Auswirkungen auf die Investitionsbereitschaft von Unternehmen gehabt. Insbesondere kleinere Unternehmen waren oft aufgrund der wirtschaftlichen Situation gezwungen, Investitionen in Ladeinfrastruktur zurückzustellen. Die durch die Pandemie bedingten Unterbrechungen der Lieferketten führten zu andauernden Lieferengpässen und damit zu erheblichen Verzögerungen in der Durchführung geplanter Vorhaben.

- Weitere Bundesförderprogramme: Es ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass sich die Förderlandschaft im Projektzeitraum deutlich verbessert hat (KFW-Förderprogramm für private Wallboxen, Förderprogramm „Ladeinfrastruktur vor Ort“, KFW-Förderprogramm für gewerbliche Ladeinfrastruktur). Standortpartnern standen mehrere Fördermöglichkeiten zur Verfügung, welche für bestimmte Anwendungsbereiche attraktivere Förderkonditionen boten und durch einen schlankeren Antragsverfahren gekennzeichnet waren.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Zu Projektbeginn befand sich die Elektrifizierung von privaten Stellplätzen auf Grund der noch hohen Anschaffungs-, Ertüchtigungs- und Betriebskosten für Ladeinfrastruktur in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. Auch das Thema netzdienliche Steuerung war mit erheblichen Unsicherheiten für die Eigentümer verbunden, da es zu dem Zeitpunkt noch unklar war, welche Auswirkungen die zukünftigen regulatorischen Rahmenbedingungen für schaltbare Lasten wie Ladeeinrichtungen haben werden, insbesondere mit Blick auf deren technische Ausstattung. Folglich sollten Anreize gesetzt werden, um private Investition in den netzverträglichen Ausbau von Ladeinfrastruktur zu mobilisieren.

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur stellt keine hoheitliche Aufgabe dar und fällt daher nicht zwingend in die Zuständigkeit der Kommune. Die Behörde für Wirtschaft und Innovation sieht vielmehr ihre Aufgabe darin, einen Rahmen zu schaffen, der eine hohe Durchdringung von Elektromobilität in Hamburg ermöglicht. Mittel aus dem Landeshaushalt zum Aufbau nicht-öffentlicher Ladeinfrastruktur auf privaten Flächen sind in Hamburg allerdings nicht vorgesehen. Die für das Projekt eingeplanten Mittel standen daher ohne die Gewährung einer Förderung nicht zur Verfügung, weswegen das Projekt ohne die Gewährung einer Förderung nicht hätte durchgeführt werden können.

Beim Projekt zur Reservierung von Ladesäulen in urbanen Quartieren handelt es sich um einen sehr komplexen und innovativen Ansatz. Mit dem Projekt wurde technisches Neuland betreten und ein neues Geschäftsmodell erprobt, dessen zukünftiger Erfolg stark von der Akzeptanz und der Anzahl der Nutzer abhängt. Die hohe Komplexität der mit dem Projekt adressierten konzeptionellen, rechtlichen und technischen Fragen machte eine intensive Zusammenarbeit mit Experten aus mehreren Fachbereichen erforderlich. Die Realisierung des Projektes ging auf Grund des Neuheitscharakters und der dargestellten Komplexität mit klaren technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Risiken sowie Mehrkosten für alle Projektbeteiligten einher. Die Mehrkosten konnten von der Freien und Hansestadt Hamburg nicht aufgebracht werden, weshalb das Projekt von der Behörde für Wirtschaft und Innovation ohne Förderung nicht hätte durchgeführt werden können. Nur durch die Fördermittel waren die umfassende Konzeption, Entwicklung und erstmalige Erprobung des Quartiersladen-Ansatzes unter Einbeziehung der benötigten Experten möglich und in dem beschriebenen Umfang realisierbar.

2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Tabelle 2.2: Verwertung Teilvorhaben

Projektergebnis/ Inhalt	Nutzen/ Verwertung
Antragsverfahren für Förderung von Ladeinfrastruktur im privaten Bereich	Im Rahmen des Förderprogramms ELBE konnte die Hamburger Behörde für Wirtschaft und Innovation einen praxisnahen Überblick über die Herausforderungen, Investitionen und Abläufe erlangen, die mit dem Aufbau von Ladeinfrastruktur im nicht-öffentlichen Raum einhergehen. Die im Programm erworbenen Erkenntnisse und Methodenkompetenzen können für die Konzeption und

	Durchführung weiterer Förderprojekte des Landes genutzt werden.
Monitoring und Auswertung des Ladeinfrastrukturausbaus	Durch das Vorhaben wurden grundlegende Voraussetzungen und Anreize für die Umstellung auf emissionsarme Antriebe geschaffen. Diese Marktstimulation wirkte sich unmittelbar auf die eigenen strategischen Zielsetzungen der Freien und Hansestadt Hamburg aus, den Hochlauf der Elektromobilität mit zukunftsfähigen Ladekonzepten zu fördern. Die Erkenntnisse aus der Auswertung des Ladeinfrastrukturausbaus werden auch nach Projektende genutzt, um mit zuständigen Dienststellen, Marktakteuren, Interessensgemeinschaften, etc. in Gespräche zu treten, wie politische und gesetzliche Rahmenbedingungen gesetzt werden können, um Synergien und Marktentwicklungspotenziale für umweltfreundliche Ladekonzepte zu realisieren. Folglich fließen die Ergebnisse in die Planung der weiteren öffentlichen und privaten Ladeinfrastrukturausbaus in Hamburg ein.
Konzept für Anwohnerladen im Quartier	Das im Projekt ausgearbeitete und erprobte Konzept zur Umsetzung von Quartiersladestationen für Anwohner wird auf seine Übertragbarkeit auf andere Quartiere hin geprüft. Bei positiver Bewertung kann das Konzept auch auf andere Stadtteile in geeigneter Form ausgerollt werden, um den Umstieg auf Elektromobilität im urban hochverdichteten Stadtraum in Hamburg zu fördern.
Reservierungsfunktion im Backend der städtischen Ladeinfrastruktur	Reservierungsfunktionen können in Zukunft eine wichtige Rolle im Hochlauf der Elektromobilität einnehmen. Die Implementierung der Quartiersladen-Lösung hat zu einem tieferen Verständnis der verschiedenen Marktakteure und deren Anforderungen sowie zur Ausgestaltung und Akzeptanz der Reservierungsfunktion beigetragen. Die im Projekt konzipierten und umgesetzten Schnittstellen und Reservierungslogiken können auf andere Anwendungsfälle (z.B. Mitarbeiterladen) und perspektivisch auch auf die städtische Ladeinfrastruktur ausgeweitet werden.

Eine finale Übersicht zu den im Teilvorhaben FKZ 01MZ18014A geförderten Ladepunkten ist hier gegeben und auch als Anhang zum Erfolgskontrollbericht des Teilvorhabens zu finden:

Tabelle 2.3: LIS-Aufbau Teilvorhaben

Anzahl Ladepunkte		Gesamtkosten der Investition (inkl. Erdarbeiten, Kabel etc.)		Gesamtfördermittel der Investition (inkl. Erdarbeiten, Kabel etc.)	
geplant	tatsächlich	geplant	tatsächlich	geplant	tatsächlich
1.435	1.443	6.097.932,95	5.022.079,37	3.093.100,80	2.582.534,00

2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Zum konkreten Forschungsgegenstand dieses Vorhabens sind während der Laufzeit keine konkreten Entwicklungen bekannt geworden. Erwähnt werden sollte jedoch, dass sowohl der gesetzliche und regulatorische Rahmen für steuerbare Ladeinfrastruktur als auch die erforderlichen technischen Spezifikationen weiterentwickelt wurden. Zu Projektbeginn war der Rechtsrahmen für netzdienliches Lastmanagement noch sehr rudimentär und es fehlten Erfahrungswerte, welche Maßnahmen sinnvoll und wirksam sind. Unklar war zudem auch, welche technischen Anforderungen sich aus der netzdienlichen Steuerbarkeit für die Ladeeinrichtungen ergeben. Während der Projektlaufzeit wurden die Regelungen nach §14a EnWG neugestaltet und die Standardisierung der Kommunikationswege zur netzdienlichen Steuerung ist vorangeschritten. Auch der regulatorische Rahmen für die Errichtung von Ladeinfrastruktur – sowohl im Eigentum als auch in Mietimmobilien – wurde weiterentwickelt. So setzt das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) seit 2021 eine Vorgabe aus der EU-Gebäuderichtlinie zum Ausbau der Leitungs- und Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität um und regelt derzeit den Ladeinfrastrukturausbau an Wohn- und Nichtwohngebäuden.

2.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen

Der fachliche Austausch sowie die Vernetzung mit anderen Städten und Kommunen spielten im Projektverlauf eine zentrale Rolle. Die Projektleitung hat über die gesamte Projektlaufzeit hinweg dafür Sorge getragen, dass über das Projekt, den Fortschritt und die wichtigsten Erkenntnisse berichtet wird. Projektaktivitäten und -ergebnisse wurden kontinuierlich mit Vorträgen auf verschiedenen Fachveranstaltungen und Tagungen der Öffentlichkeit präsentiert, mit Fachexperten diskutiert und in verschiedener Weise publiziert:

- Pressemeldung zum öffentlichkeitswirksamen Projektstart, Februar 2019
- Fachbeitrag „Entwicklungen, Chancen und Fördermöglichkeiten im Bereich der Elektromobilität in Hamburg“ im Rahmen des „MoVe Hamburg“ Workshops der Handelskammer Hamburg, November 2018
- Pressemeldung „Immer mehr E-Autos, Nachfrage nach Ladepunkten wächst: ELBE fördert private Ladeinfrastruktur für Hamburger Unternehmen“, Dezember 2020
- Fachvortrag im Rahmen des Themen-Cafés "Neue Fördermöglichkeiten für energetische Modernisierung, Klimafolgenanpassung und Ladeinfrastruktur" des Industrieverbands Hamburg, Januar 2021
- Fachvortrag im Rahmen der Fachveranstaltung „Update Elektromobilität in Hamburg“ der Handelskammer Hamburg, Februar 2021
- Filmbeitrag in der Sendung „Betrifft Hamburg HafenCity“ auf Hamburg 1, Februar 2021
- Filmbeitrag im Hamburg Journal auf NDR, Februar 2021
- Beitrag „Elektromobilität – wie weit ist Hamburg vorangekommen?“ im Hamburger Abendblatt, Februar 2021
- Fachvortrag im Rahmen der Sitzung der Facharbeitsgruppe „Klima und Energie“ der Metropolregion Hamburg, März 2021
- Fachvortrag im Rahmen des Seminars „Elektromobilität in Hamburg“ der Energiegemeinschaft Hamburg, April 2021
- Fachvortrag im Rahmen der Online-Veranstaltung des Projektes LamA „Zeitenwende Elektromobilität?“, Februar 2022
- Fachvortrag „Verlässliches Laden im Quartier“ im Rahmen des Hamburger Mobilitätstag der Handwerkskammer Hamburg, April 2022
- Fachdiskussion im Rahmen der Projektabschlussveranstaltung des Projektes ELBE „Die Zukunft netzdienlichen Ladens“, September 2022

- Vorstellung des Quartiersladen-Konzepts im Rahmen der Elektromobilitätskonferenz des Bundesverkehrsministeriums, Exkursion „Das e-mobile Quartier – Ein Spaziergang durch Hoheluft-Ost“, März 2023.

Im Folgenden sind die im Projekt veröffentlichten Fachpublikationen chronologisch gelistet:

Tabelle 2.4: Veröffentlichungen Teilvorhaben

Titel	Datum	Ort (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	Inhalt (kurz)
Booking Public Charging: User Preferences and Behavior towards Public Charging Infrastructure with a Reservation Option	08/2022	Fachjournal Electronics 2022, 11(16), 2476, Link zur Publikation	Der Artikel geht der Frage nach, wie Elektromobilität in hochverdichteten Quartieren nachhaltig gestaltet werden kann und welche Bedeutung reservierbarer Quartiersladeinfrastruktur zukommt.
Handlungsempfehlungen für den weiteren bedarfsgerechten, netzdienlichen Ausbau von Ladeinfrastruktur im privaten Raum	10/2022	Link zum Kurzbericht	Der Kurzbericht fasst Empfehlungen für den weiteren Aufbau von Ladeinfrastruktur im privaten Bereich sowie für Förderung des netzdienlichen Ladens in Städten zusammen.
Pilotprojekt „Quartiersladen“: Exklusive reservierbare Lademöglichkeiten für den hochverdichteten urbanen Raum	01/2024	Link zum Kurzbericht	Der Kurzbericht stellt die Ergebnisse der Evaluation der Pilotphase dar und skizziert Empfehlungen für die Weiterentwicklung des Konzeptes Quartiersladen.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schlussbericht des Teilvorhabens Verbundvorhaben: ELBE – Electrify Buildings for EVs Teilvorhaben: Hamburg wird EV-ready	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Rommel, Lennart Peschke, Sabine Vladova, Galya Steinkamp, Christoph	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2023
	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation -
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Wirtschaft und Innovation Alter Steinweg 4 20459 Hamburg	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen 01MZ18014A
	11. Seitenzahl 21
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 11019 Berlin	13. Literaturangaben 0
	14. Tabellen 4
	15. Abbildungen 0
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -	
18. Kurzfassung Mit dem Projekt „Hamburg wird EV-ready“ sollte ein sicheres und flächendeckendes Netz an steuerbarer Ladeinfrastruktur auf privaten Grundstücken aufgebaut und eine hohe Diversität von Geschäftsmodellen für unterschiedliche Einsatzzwecke abgebildet werden. Die im Projekt errichtete Ladeinfrastruktur sollte intelligent in das Stromnetz eingebunden und in Abhängigkeit von der punktuellen Situation im Netz für Testzwecke gesteuert werden. Darüber hinaus sollten in zwei hochverdichteten Stadtquartieren Lademöglichkeiten exklusiv für Anwohner installiert und deren Einsatz und Nutzung evaluiert werden.	
19. Schlagwörter Netzdienliches Laden, Quartiersladen, Reservierungssystem, Hamburg	
20. Verlag -	21. Preis -

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Final report of the subproject Joint project: ELBE – Electrify Buildings for EVs Subproject: Hamburg wird EV-ready	
4. author(s) (family name, first name(s)) Rommel, Lennart Peschke, Sabine Vladova, Galya Steinkamp, Christoph	5. end of project 31.12.2023 6. publication date - 7. form of publication -
8. performing organization(s) (name, address) Free and Hanseatic City of Hamburg Ministry of Economic Affairs and Innovation Alter Steinweg 4 20459 Hamburg	9. originator's report no. - 10. reference no. 01MZ18014A 11. no. of pages 21
12. sponsoring agency (name, address) Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) 11019 Berlin	13. no. of references 0 14. no. of tables 4 15. no. of figures 0
16. supplementary notes -	
17. presented at (title, place, date) -	
18. abstract The project "Hamburg wird EV-ready" aimed to establish an extensive network of intelligent charging infrastructure and to develop successful EV charging business models. The charging infrastructure installed within the project was intelligently integrated into the local power grid and could be controlled in accordance with the current grid capacity and load. In addition, the project aimed to create attractive framework conditions for EV drivers in densely populated urban districts with limited parking spaces. It demonstrated an innovative concept for reservable neighborhood charging infrastructure that is accessible exclusively to residents and local businesses.	
19. keywords grid-serving charging, neighborhood charging infrastructure, reservation system, Hamburg	
20. publisher -	21. price -