Wahrnehmung, Rollenverständnis und Usability uni- und bidirektionaler Ladesysteme

Kernergebnisse der qualitativen Interviewstudie zur Anforderungsanalyse und Usability im Forschungsprojekt BDL Next

Kernergebnisse der qualitativen Interviewstudie zur Anforderungsanalyse und Usability im Forschungsprojekt BDL Next

1. Hintergrund und Zielsetzung der Studie

Im Rahmen des Forschungsprojekts BDL Next untersucht die Universität Passau in mehreren Nutzerpräferenzanalysen die Wahrnehmung, Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft rund um das bidirektionale Laden von Elektrofahrzeugen. Während vorangegangene Untersuchungen insbesondere die allgemeine Bewertung der Technologie, potenzielle Nutzungsmotive und wirtschaftliche Rahmenbedingungen betrachteten, richtet die vorliegende qualitative Interviewstudie den Fokus auf die Erfahrungen und Wahrnehmungen von Personen, die bereits ein unidirektionales Ladesystem aus Elektrofahrzeug, Photovoltaikanlage und Wallbox im Alltag nutzen.

Die zunehmende Integration von Elektrofahrzeugen in dezentrale Energiesysteme eröffnet neue Möglichkeiten zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie. Bereits unidirektionale Ladesysteme können mehrere technische Komponenten unterschiedlicher Hersteller miteinander verbinden. Für Nutzende entsteht dadurch ein Gesamtsystem, dessen Funktionsfähigkeit und Bedienbarkeit nicht ausschließlich von den Eigenschaften einzelner Komponenten, sondern auch von deren Zusammenspiel abhängen. Zugleich sind verschiedene Marktakteure an der Bereitstellung, Installation und Nutzung dieser Systeme beteiligt, deren jeweilige Aufgaben und Verantwortlichkeiten aus Nutzerperspektive unterschiedlich wahrgenommen werden können.

Mit der Einführung bidirektionaler Ladetechnologien erweitert sich die Funktionsweise des Systems um die Möglichkeit, zuvor gespeicherte Energie aus der Fahrzeugbatterie wieder bereitzustellen. Der Strom kann beispielsweise zur Versorgung des eigenen Haushalts (Vehicle-to-Home, V2H) oder zur Rückspeisung in das öffentliche Stromnetz (Vehicle-to-Grid, V2G) genutzt werden. Damit können sich nicht nur zusätzliche technische und organisatorische Anforderungen ergeben, sondern auch neue Interaktionsmöglichkeiten und Rollenverständnisse aufseiten der Nutzenden entwickeln.

Vor diesem Hintergrund wurde vor Beginn der Pilotphase des Forschungsprojekts BDL Next eine qualitative Interviewstudie durchgeführt. Ziel war es, zu untersuchen, wie bestehende Nutzerinnen und Nutzer unidirektionale Ladesysteme wahrnehmen, welche Rollen sie sich selbst sowie anderen beteiligten Akteuren zuschreiben und welche Erwartungen sie mit potenziellen bidirektionalen Anwendungen verbinden. Ergänzend wurden bisherige Nutzungserfahrungen sowie Anforderungen an die Bedienbarkeit, Steuerung und individuelle Anpassung der Systeme betrachtet.

Im Mittelpunkt stand damit nicht die technische Leistungsfähigkeit einzelner Lösungen, sondern das subjektive Verständnis eines zunehmend komplexen Energie- und Ladesystems. Die Untersuchung sollte zentrale Wahrnehmungsdimensionen und mögliche Nutzungshürden identifizieren und daraus Ansatzpunkte für die nutzerorientierte Gestaltung zukünftiger bidirektionaler Ladelösungen ableiten. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse eine explorative Grundlage für die weiterführende Nutzerforschung im Projekt schaffen, in deren Rahmen die Nutzerfreundlichkeit eines realen bidirektionalen Ladesystems unter praktischen Anwendungsbedingungen erprobt und untersucht wird.

2. Konzeption und Durchführung

Die Untersuchung wurde als qualitative Interviewstudie mit elf leitfadengestützten, semistrukturierten Tiefeninterviews konzipiert und im Juni und Juli 2025 durchgeführt. Die Auswahl der Interviewpersonen erfolgte anhand einer Convenience-Stichprobe. Voraussetzung für die Teilnahme

waren der Besitz und die alltägliche Nutzung eines Elektrofahrzeugs, einer Photovoltaikanlage und einer Wallbox am Wohnsitz. Damit wurden gezielt Personen einbezogen, die bereits über praktische Erfahrungen mit mehreren projektrelevanten verfügten.

Die Kontaktaufnahme erfolgte mithilfe eines vorgeschalteten Online-Fragebogens, in dem soziodemografische Angaben, Informationen zur Wohnsituation und die vorhandenen Systemkomponenten erfasst wurden. Für die anschließenden Interviews wurde ein semistrukturierter Leitfaden entwickelt und vor der Hauptuntersuchung einem Pretest unterzogen. Inhaltlich umfasste dieser drei Schwerpunkte: die bisherigen Alltagserfahrungen mit dem eigenen Lade- und Energiesystem, die Wahrnehmung der beteiligten Akteure sowie die Vorstellungen und Erwartungen hinsichtlich bidirektionaler Ladetechnologien. Um für den letztgenannten Themenbereich ein einheitliches Ausgangsverständnis sicherzustellen, erhielten die Interviewpersonen eine festgelegte Definition der bidirektionalen Ladetechnologie.

Die Interviews wurden überwiegend über Zoom durchgeführt, aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die qualitative Auswertung erfolgte softwaregestützt mithilfe von MAXQDA. Dabei wurden in einem explorativen, mehrstufigen Kodierungsprozess Kategorien entwickelt und weiter ausgearbeitet. Zwei Personen waren an der zumeist leitfadengestützten Kodierung beteiligt und glichen ihre Ergebnisse durch iterative Diskussionen und Abstimmungen miteinander ab. Die identifizierten Themenbereiche wurden anschließend systematisch zusammengeführt und in einem explorativen Modell zur Wahrnehmung uni- und bidirektionaler Ladesysteme verdichtet.

Beschreibung der Stichprobe

An der Untersuchung nahmen zehn Männer und eine Frau im Alter zwischen 33 und 62 Jahren teil. Das Durchschnittsalter betrug 43,1 Jahre. Sieben Personen verfügten über einen Master-, Diplom- oder Staatsexamensabschluss, zwei über einen Bachelorabschluss und zwei über eine abgeschlossene Berufsausbildung. Acht Befragte lebten in einem Einfamilienhaus, zwei in einem Reihenendhaus und eine Person in einem Mehrfamilienhaus.

Alle elf Interviewpersonen verfügten über ein Elektrofahrzeug, eine Photovoltaikanlage und eine Wallbox am Wohnsitz. Die Fahrzeuge stammten von insgesamt acht unterschiedlichen Herstellern. Die installierten Photovoltaikanlagen wiesen eine durchschnittliche Leistung von 13,8 kWp auf. Acht Befragte verfügten zusätzlich über einen stationären Batteriespeicher.

Die Stichprobe zeichnet sich somit durch praktische Erfahrungen mit individuell konfigurierten Energie- und Ladesystemen aus. Gleichzeitig unterscheiden sich die verwendeten Komponenten hinsichtlich ihrer Hersteller, Funktionen und technischen Integrationsmöglichkeiten. Diese Heterogenität bildet einen wesentlichen Kontext für die Interpretation der individuellen Nutzungserfahrungen.

Aufgrund des explorativen Forschungsdesigns, der geringen Fallzahl und der nicht zufallsbasierten Stichprobenauswahl ist die Untersuchung nicht auf statistische Repräsentativität ausgerichtet. Ihr Erkenntnisbeitrag liegt vielmehr in der vertieften Analyse unterschiedlicher Wahrnehmungen, Erfahrungen und Anforderungen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass sich die Aussagen zu bestehenden unidirektionalen Systemen auf tatsächliche Nutzungserfahrungen beziehen, während die Einschätzungen zum bidirektionalen Laden überwiegend hypothetischer Natur sind.

3. Kernergebnisse der Studie

Exploratives Modell zur Wahrnehmung uni- und bidirektionaler Ladesysteme

Die Auswertung der Interviews verdeutlicht, dass die Wahrnehmung von Lade- und Energiesystemen nicht ausschließlich durch deren technische Eigenschaften geprägt ist. Vielmehr beziehen die Befragten unterschiedliche institutionelle, soziale und technische Aspekte in ihr Verständnis des Gesamtsystems ein. Zur systematischen Zusammenführung dieser Erkenntnisse wurde auf Grundlage der Interviews ein exploratives Modell entwickelt, das drei zentrale Betrachtungsebenen unterscheidet: politische Rahmenbedingungen, das Stakeholdernetzwerk und die individuelle Systemarchitektur.

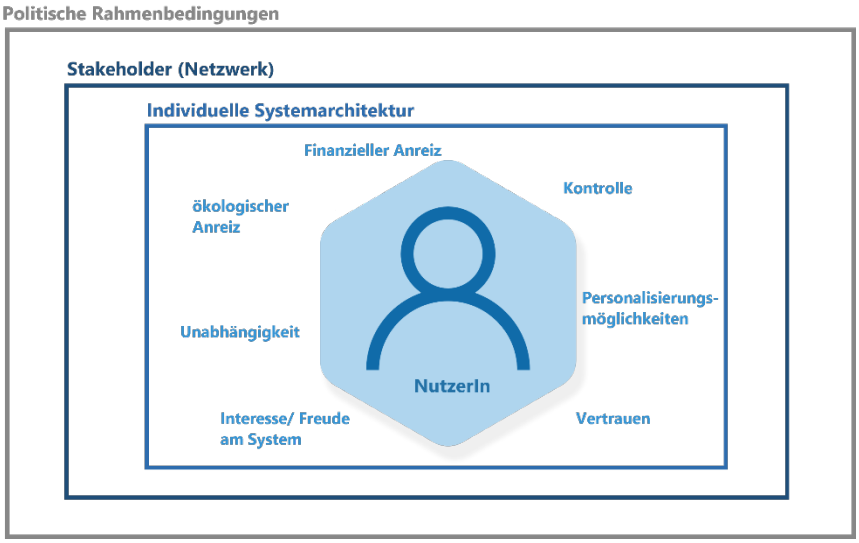

Abbildung 1: Modell zur Nutzerwahrnehmung uni- und bidirektionaler Ladesysteme

Die **politischen Rahmenbedingungen** bilden die übergeordnete Ebene des Modells. Zahlreiche Interviewpersonen thematisierten politische und regulatorische Voraussetzungen als relevante Einflussgrößen für die Nutzung und Weiterentwicklung von Lade- und Energiesystemen. Insbesondere wurden der Ausbau erneuerbarer Energien und der Ladeinfrastruktur, die Förderung innovativer Ladetechnologien sowie der Bedarf an einheitlichen Standards und transparenten Abrechnungsbedingungen angesprochen. Einzelne Befragte äußerten dabei den Eindruck, dass bestehende Rahmenbedingungen die praktische Verfügbarkeit bidirektionaler Anwendungen erschweren oder verzögern könnten.

Das **Stakeholdernetzwerk** umfasst diejenigen Akteure, die aus Sicht der Befragten an der Bereitstellung, Entwicklung, Nutzung oder Weiterentwicklung der Systeme beteiligt sind. Hierzu zählen unter anderem Komponentenhersteller, Installationsbetriebe, Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreiber und beratende Institutionen. Darüber hinaus werden teilweise Akteure des persönlichen Umfelds sowie Forschungseinrichtungen, Medien und Verbände als relevant wahrgenommen. Sowohl die identifizierten Akteure als auch deren zugeschriebene Funktionen unterscheiden sich zwischen den Interviewpersonen.

Die **individuelle Systemarchitektur** beschreibt schließlich die unmittelbare technische und anwendungsbezogene Ebene. Sie umfasst die vorhandenen Komponenten, deren Funktionen und Zusammenspiel sowie die Möglichkeiten zur Überwachung und Steuerung des Systems. Da die Befragten unterschiedliche Konfigurationen nutzen, bilden ihre jeweiligen technischen Voraussetzungen einen wesentlichen Ausgangspunkt für die berichteten Erfahrungen.

Ergänzend wurden mehrere individuelle Einflussfaktoren identifiziert: finanzielle und ökologische Motive, Interesse und Freude an der Nutzung, das Streben nach Unabhängigkeit sowie Vertrauen,

Kontrolle und Personalisierungsmöglichkeiten. Diese Faktoren verdeutlichen, dass die Bewertung des Gesamtsystems neben funktionalen auch persönliche und erlebnisbezogene Dimensionen umfasst.

Das entwickelte Modell führt die identifizierten Wahrnehmungsdimensionen in einer gemeinsamen Struktur zusammen. Es ist als exploratives Ergebnis der qualitativen Untersuchung zu verstehen und beschreibt relevante Betrachtungsebenen aus Nutzerperspektive. Aussagen über kausale Beziehungen oder die relative Bedeutung einzelner Faktoren sind damit nicht verbunden.

Individuelles Verständnis der Stakeholder und der eigenen Rolle im Energiesystem

Ein zentrales Ergebnis der Studie betrifft die ausgeprägte Heterogenität des subjektiven Stakeholderverständnisses. Die Interviewpersonen unterscheiden sich nicht nur darin, welche Akteure sie im Zusammenhang mit uni- und bidirektionalen Ladesystemen identifizieren, sondern auch hinsichtlich der Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Einflussmöglichkeiten, die sie diesen zuschreiben.

Während einzelne Befragte vor allem unmittelbar beteiligte Unternehmen und Dienstleister wie Automobilhersteller, Wallboxanbieter, Installationsbetriebe oder Energieversorgungsunternehmen betrachten, beziehen andere ein deutlich erweitertes Akteursnetzwerk ein. Dieses umfasst beispielsweise politische Institutionen, Regulierungsbehörden, Forschungseinrichtungen, Medien oder das persönliche Umfeld. Auch hinsichtlich der angenommenen Zuständigkeiten und Beziehungen zwischen den Akteuren treten unterschiedliche Vorstellungen hervor.

Besonders deutlich wird diese Heterogenität bei der Betrachtung potenzieller bidirektionaler Ladesysteme. Einige Interviewpersonen erwarten gegenüber dem bestehenden unidirektionalen System keine grundlegende Veränderung des Stakeholdernetzwerks. Der Befragte 3 begründet diese Einschätzung folgendermaßen: „*Ich glaube, das sind die gleichen Akteure trotzdem dabei. Weil es für meine Begriffe sich eigentlich nur die Technik ändert […]*“ (B3).

Andere Befragte gehen dagegen davon aus, dass durch die Möglichkeit zur Rückspeisung zusätzlicher Koordinationsbedarf entsteht und weitere Akteure beziehungsweise Zuständigkeiten relevant werden. Insbesondere Fragen der Steuerung, der Energieverteilung und der Einbindung in das öffentliche Stromnetz werden in diesem Zusammenhang angesprochen.

Die unterschiedlichen Aussagen lassen sich als Ausdruck individueller mentaler Modelle des Energiesystems interpretieren. Darunter sind subjektive Vorstellungen darüber zu verstehen, welche Akteure beteiligt sind, wie diese miteinander in Beziehung stehen und welche Verantwortlichkeiten ihnen zukommen. Die Interviews zeigen dabei, dass Nutzende das Gesamtsystem aus individuellen Perspektiven wahrnehmen und interpretieren.

Eng damit verbunden ist das persönliche Verständnis der eigenen Rolle. Im bestehenden unidirektionalen Ladekontext beschreibt sich ein Großteil der Befragten primär als Nutzer einer bereitgestellten technischen Infrastruktur. Die Möglichkeit, übergeordnete Markt- oder Systementscheidungen aktiv mitzugestalten, wird dabei teilweise als begrenzt wahrgenommen:

„*Im globalen Energiesystem sind wir natürlich eher Nutzer. In der Rolle sehe ich mich da auch, weil dann, wenn man mal mit dem Netzbetreiber diskutiert hat, wie irgendwas auszusehen hat. Da wird man sehr schnell sehen, was man da ist. Ja, da ist Mitgestalten als einzelne Privatperson eher wenig*“ (B7).

Andere Interviewpersonen äußern hingegen den Wunsch, stärker auf die Gestaltung ihrer Systeme oder auf beteiligte Marktakteure Einfluss zu nehmen. Dies kann sich auf die eigenständige Konfiguration technischer Komponenten, die Weitergabe von Erfahrungen im persönlichen Umfeld oder den direkten Austausch mit Herstellern beziehen. Die wahrgenommene Mitgestaltungsmöglichkeit reicht somit von der Optimierung des eigenen Haushalts bis hin zum Wunsch nach Einflussnahme auf übergeordnete Entwicklungs- und Marktprozesse.

Im hypothetischen bidirektionalen Ladekontext treten weitere Unterschiede hervor. Während einige Befragte ihre bisherige Nutzerrolle weitgehend unverändert fortbestehen sehen, erkennen andere in der Bereitstellung eigener Batteriespeicherkapazität eine zusätzliche Funktion innerhalb des Energiesystems: „*Ich würde [...] meine Speicherkapazität bereitstellen*“ (B6).

In dieser Perspektive erweitert sich die bisherige Rolle um die Bereitstellung einer technischen Ressource, ohne dass damit zwangsläufig der Wunsch nach einer aktiven Steuerung des Gesamtsystems verbunden sein muss. Andere Befragte interpretieren die Möglichkeit zur Rückspeisung dagegen als weitergehende Veränderung ihrer eigenen Position:

„*Na ja, also mehr Akteure, also ich. Ich selbst bin dann quasi ein Akteur. Beziehungsweise das Auto in Kombination mit dem Netz*“ (B5).

Die Aussagen verdeutlichen unterschiedliche Ausprägungen des subjektiven Rollenverständnisses. Diese reichen von einer weiterhin überwiegend passiven Nutzerrolle über die Bereitstellung von Speicherkapazität bis hin zur Wahrnehmung einer stärker aktiven Beteiligung am Energiesystem. Dabei handelt es sich nicht um eindeutig voneinander abgegrenzte Nutzertypen. Vielmehr lassen die Ergebnisse fließende Übergänge erkennen; eine systematische Typenbildung anhand fester Abgrenzungskriterien wurde nicht vorgenommen.

Insgesamt zeigt sich, dass eine Erweiterung der technischen Funktionen nicht zwangsläufig mit einer einheitlichen Veränderung des Selbstverständnisses einhergeht. Die Wahrnehmung der eigenen Rolle und der beteiligten Stakeholder bleibt vielmehr individuell geprägt. Für die weitere Gestaltung bidirektionaler Anwendungen erscheint es deshalb relevant, unterschiedliche Erwartungen an Zuständigkeiten, Beteiligungsmöglichkeiten und Eigenverantwortung zu berücksichtigen.

Individuelle Nutzungsmotive und Anforderungen an die Systemgestaltung

Neben dem unterschiedlichen Stakeholder- und Rollenverständnis zeigen die Interviews eine Vielfalt individueller Nutzungsmotive und Erwartungen. Obwohl die Befragten ihre bestehenden unidirektionalen Systeme überwiegend positiv bewerten, unterscheiden sich die Gründe für diese Bewertung und die Anforderungen an zukünftige Anwendungen.

Finanzielle und ökologische Motive nehmen dabei eine wichtige Stellung ein. Mehrere Interviewpersonen nennen die langfristige Reduktion von Energiekosten als wesentlichen Beweggrund für die Anschaffung ihrer Systeme. Die Nutzung selbst erzeugter elektrischer Energie wird insbesondere mit geringeren laufenden Kosten und einer wirtschaftlich vorteilhaften Versorgung des Haushalts und Elektrofahrzeugs verbunden. Mit Blick auf bidirektionale Technologien wird entsprechend erwartet, dass potenzielle finanzielle Vorteile in einem angemessenen Verhältnis zu erforderlichen Zusatzinvestitionen stehen.

Daneben werden ökologische Aspekte angesprochen. Für einzelne Befragte steht die Möglichkeit im Vordergrund, erneuerbare Energie effizienter zu nutzen und einen Beitrag zur Transformation des

Energiesystems zu leisten. Finanzielle und ökologische Beweggründe schließen sich dabei nicht gegenseitig aus, sondern können in unterschiedlicher Gewichtung gemeinsam auftreten.

Eng damit verbunden ist der Wunsch nach **Unabhängigkeit und Autarkie**. Während einige Personen vor allem die Reduktion des eigenen Netzstrombezugs und eine größere Versorgungssicherheit anstreben, betrachten andere Energieunabhängigkeit aus einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive. Die entsprechenden Aussagen veranschaulichen, dass derselbe übergeordnete Beweggrund mit unterschiedlichen individuellen Zielsetzungen verbunden sein kann.

Ein weiterer Motivationsfaktor ist das **persönliche Interesse an technischen Systemen**. Mehrere Befragte berichten von Freude daran, Energieflüsse nachzuvollziehen, Einsparungen zu beobachten oder die eigene Systemkonfiguration zu optimieren. Der wahrgenommene Nutzen beschränkt sich somit nicht auf wirtschaftliche und funktionale Vorteile, sondern umfasst teilweise auch positive Erfahrungen durch die aktive Beschäftigung mit der Technologie.

Auch **Vertrauen, Kontrolle und Personalisierung** erweisen sich als relevante Dimensionen der Nutzerwahrnehmung. Insgesamt berichten die Befragten von einem überwiegend positiven Vertrauen in ihre bestehenden Systeme. Vereinzelt werden jedoch Vorbehalte gegenüber bestimmten Herstellern oder cloudbasierten Diensten geäußert. Zugleich besteht bei mehreren Interviewpersonen das Bedürfnis, technische Prozesse nachvollziehen und wesentliche Einstellungen selbst beeinflussen zu können. Besonders im Zusammenhang mit bidirektionalen Anwendungen wird deutlich, dass der Wunsch nach Kontrolle nicht zwangsläufig mit einer Präferenz für eine vollständig manuelle Bedienung verbunden ist. Ein Befragter beschreibt seine Erwartungen an die Rückspeisung folgendermaßen:

„[Die Rückspeisung ins Hausnetz] würde ich dem. […] Fahrzeug oder halt der der Steuerung selber überlassen. Aber ich würde da vielleicht entsprechende Parameter vorgeben, die wie schon gesagt, dass ich dann am nächsten Tag gerne noch eine Restkapazität übrig hätte. Und ansonsten kann das gerne automatisch funktionieren“ (B7).

Die Aussage verdeutlicht, dass individuelle Kontrollmöglichkeiten und automatisierte Systemsteuerung für manche Befragten miteinander vereinbar sind. Wesentlich erscheint aus dieser Perspektive, dass grundlegende Nutzungsvorgaben, beispielsweise ein gewünschter Mindestladestand oder die Fahrzeugverfügbarkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt, individuell festgelegt werden können, während die operative Steuerung innerhalb dieser Vorgaben automatisiert erfolgt.

Darüber hinaus zeigt sich ein unterschiedlicher Bedarf an technischer Gestaltungsfreiheit. Einige Befragte schätzen umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten und nehmen eigenständig Anpassungen an ihren Systemen vor. Andere bevorzugen eine möglichst einfache, weitgehend automatisierte Nutzung, bei der lediglich ausgewählte Informationen und Einstellungen zugänglich sein müssen.

Insgesamt lassen die Ergebnisse erkennen, dass sich die Anforderungen an zukünftige Ladesysteme nicht auf ein einheitliches Nutzungsprofil reduzieren lassen. Vielmehr ergeben sich unterschiedliche Erwartungen an Wirtschaftlichkeit, Transparenz, Kontrolle, Automatisierung und individuelle Anpassbarkeit. Ein zentrales Spannungsfeld besteht dabei zwischen dem Wunsch nach einer weitgehend automatisierten, komfortablen Systemnutzung und dem Bedürfnis, individuelle Einstellungen vornehmen und relevante Systemprozesse eigenständig beeinflussen zu können. Während Automatisierung den erforderlichen Interaktionsaufwand reduzieren kann, können umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten zusätzliche Bedienanforderungen mit sich bringen. Für die Gestaltung bidirektionaler Ladesysteme stellt sich daher insbesondere die Frage, wie ein angemessenes Verhältnis zwischen

automatisierter Steuerung, individuellen Eingriffsmöglichkeiten und einer möglichst geringen Bedienkomplexität erreicht werden kann.

Usability und Herausforderungen komplexer Systemarchitekturen

Obwohl die bestehenden Energie- und Ladesysteme von den Interviewpersonen überwiegend positiv beschrieben werden, berichten mehrere Befragte von Herausforderungen bei der technischen Integration und Bedienung einzelner Komponenten.

Ein wesentlicher Problembereich betrifft die **Interoperabilität verschiedener Systembestandteile**. Da Fahrzeuge, Wallboxen, Photovoltaikanlagen und weitere Komponenten häufig von unterschiedlichen Herstellern stammen, können Schwierigkeiten bei der Kommunikation und Abstimmung zwischen den Geräten auftreten. Einzelne Befragte schildern entsprechende Probleme aus ihrer bisherigen Nutzungserfahrung. Dies betrifft beispielsweise die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Wallbox sowie die Zuverlässigkeit einzelner Anwendungen. Die berichteten Schwierigkeiten verdeutlichen, dass die Nutzererfahrung nicht ausschließlich von der Funktionsfähigkeit einzelner Komponenten abhängt. Entscheidend ist vielmehr, in welchem Umfang diese zuverlässig zusammenwirken und die vorgesehenen Funktionen innerhalb des Gesamtsystems bereitstellen.

Ein weiterer Problembereich betrifft die **Steuerungslandschaft**. Viele Komponenten verfügen über eigene Apps oder andere Bedienoberflächen, sodass Nutzende verschiedene Anwendungen parallel verwenden müssen, um den Systemzustand zu überwachen oder Einstellungen vorzunehmen. Interviewpartner 8 beschreibt den damit verbundenen Aufwand folgendermaßen:

„*Ja, nervt schon manchmal, wenn du für jedes System, das du im Haus hast oder für jeden Gegenstand irgendwie eine eigene App und noch mal eine zusätzliche Applikation oder ein Interface hast*“ (B8).

Die Nutzung mehrerer Steuerungsprogramme wird dabei nicht ausschließlich als zusätzlicher Bedienaufwand wahrgenommen. Sie kann auch Unsicherheit darüber verursachen, welche Einstellungen in welcher Anwendung erforderlich sind und wie diese miteinander zusammenwirken. Dies verdeutlicht die Aussage des Befragten 10: „*Das macht die Sache halt kompliziert […]. Musst du beides parallel eingeben? Muss ich bei der Wallbox was eingeben und beim anderen? Da mache ich das garantiert falsch*“ (B10).

Die Aussage veranschaulicht, dass eine unübersichtliche Verteilung von Steuerungsfunktionen die wahrgenommene Handlungssicherheit beeinträchtigen kann. Gerade bei miteinander verbundenen Komponenten kann die parallele Bedienung verschiedener Anwendungen als fehleranfällig empfunden werden.

Einzelne technisch versierte Interviewpersonen begegnen diesen Herausforderungen, indem sie eigenständig versuchen, bestehende Systeme zu konfigurieren, erweitern oder individuelle Lösungen programmieren: „*Das ist eine Wallbox, die ich selber programmieren kann. […] Und das ist ein Open Source Projekt. Da kann man relativ gut die Wallbox steuern. Und ich habe selber so ein bisschen geschrieben, das Programm um die Wallbox dann meine PV-Anlage anzupassen.*“ (B11) Diese Vorgehensweise ermöglicht zwar eine stärkere Anpassung an persönliche Anforderungen, setzt jedoch entsprechende technische Kenntnisse und einen zusätzlichen Zeitaufwand voraus.

Zugleich verdeutlichen die Interviews, dass nicht alle Personen einen möglichst großen Funktionsumfang oder eine intensive Beschäftigung mit der Systemsteuerung anstreben. Während einige

Befragte detaillierte Monitoring- und Konfigurationsmöglichkeiten bevorzugen, wünschen andere eine weitgehend automatisierte Lösung, die nur bei Bedarf eine aktive Interaktion erfordert.

Die Ergebnisse verdeutlichen damit ein zentrales Spannungsfeld zwischen Automatisierung, individuellen Einstellungsmöglichkeiten und Bedienkomplexität. Einerseits wünschen sich einige Befragte eine weitgehend selbstständige Systemsteuerung, die möglichst wenig aktive Interaktion erfordert. Andererseits wird die Möglichkeit, relevante Einstellungen eigenständig festzulegen, Energieflüsse nachzuvollziehen und das System an persönliche Bedürfnisse anzupassen, als bedeutsam wahrgenommen. Umfangreiche Steuerungsfunktionen können dabei zusätzliche Handlungsmöglichkeiten eröffnen, zugleich jedoch die Bedienung erschweren, insbesondere wenn sie über mehrere nicht ausreichend aufeinander abgestimmte Anwendungen bereitgestellt werden.

Gerade im Kontext bidirektionaler Ladesysteme gewinnt dieses Spannungsfeld an Relevanz, da die zusätzliche Möglichkeit zur Rückspeisung weitere Steuerungsparameter und Abstimmungsbedarfe mit sich bringen kann. Für eine nutzerorientierte Systemgestaltung erscheint es daher wesentlich, automatisierte Prozesse mit bedarfsgerechten individuellen Eingriffsmöglichkeiten zu verbinden, ohne dadurch unnötige Bedienkomplexität zu erzeugen. Die Interviews verdeutlichen die unterschiedlichen Anforderungen an eine solche Systeminteraktion, erlauben jedoch noch keine Aussage darüber, welche konkreten Bedienkonzepte diese am besten erfüllen.

4. Diskussion und Implikationen für Forschung und Praxis

Die qualitative Interviewstudie verdeutlicht, dass die Wahrnehmung uni- und bidirektionaler Ladesysteme durch eine ausgeprägte Individualität gekennzeichnet ist. Diese zeigt sich sowohl im Verständnis der beteiligten Stakeholder und der eigenen Rolle als auch in den Nutzungsmotiven und Anforderungen an die technische Systeminteraktion.

Eine zentrale Erkenntnis besteht darin, dass die Befragten ihre Systeme nicht ausschließlich als Zusammenstellung technischer Komponenten wahrnehmen. Vielmehr sind diese in ein subjektiv verstandenes Gefüge aus Akteuren, Zuständigkeiten und übergeordneten (politischen) Rahmenbedingungen eingebettet. Die individuelle Systemarchitektur bildet dabei den unmittelbaren Erfahrungskontext, während die Wahrnehmung des Stakeholdernetzwerks und der politischen Rahmenbedingungen das Verständnis des Gesamtsystems erweitert.

Aus diesen Ergebnissen ergeben sich drei übergeordnete Handlungs- und weiterführende Forschungsfelder.

Transparenz und Orientierung innerhalb des Stakeholdernetzwerks

Die unterschiedlichen Vorstellungen über beteiligte Akteure und deren Verantwortlichkeiten legen nahe, dass eine verständliche Informationsvermittlung zur Orientierung innerhalb komplexer Lade- und Energiesysteme beitragen könnte.

Insbesondere bei Systemen, deren Komponenten und Dienstleistungen von mehreren Unternehmen bereitgestellt werden, erscheint es sinnvoll, Zuständigkeiten für Installation, Betrieb, Steuerung, Abrechnung und technische Unterstützung transparent darzustellen. Mit Blick auf bidirektionale Anwendungen könnten zudem Informationen darüber relevant werden, welche Akteure an der Steuerung und wirtschaftlichen Abwicklung von Rückspeiseprozessen beteiligt sind.

Eine zielgerichtete Informationsvermittlung könnte die Nachvollziehbarkeit der Customer Journey unterstützen und dazu beitragen, unterschiedliche Erwartungen an beteiligte Akteure besser

aufeinander abzustimmen. Inwiefern entsprechende Maßnahmen zu einer verbesserten Nutzererfahrung führen, kann dabei empirisch überprüft werden.

Differenzierte Berücksichtigung individueller Rollen- und Interaktionsbedürfnisse

Die heterogenen Rollenverständnisse und Nutzungsmotive sprechen gegen die Annahme eines einheitlichen Nutzerprofils für bidirektionale Ladesysteme.

Während einzelne Personen eine möglichst einfache und automatisierte Nutzung bevorzugen, möchten andere stärker in die Steuerung und Gestaltung ihres Systems eingreifen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, unterschiedliche Interaktionsmöglichkeiten vorzusehen, beispielsweise durch individuell definierbare Steuerungsparameter, anpassbare Monitoringfunktionen und verschiedene Automatisierungsgrade.

Die Herausforderung besteht dabei nicht ausschließlich darin, möglichst umfangreiche Funktionen bereitzustellen, sondern unterschiedliche Bedien- und Kontrollbedürfnisse mit einer verständlichen und möglichst aufwandsarmen Systeminteraktion zu vereinbaren. Insbesondere sollte weiterführend untersucht werden, in welchem Umfang Nutzende individuelle Konfigurationsmöglichkeiten tatsächlich benötigen und welche Prozesse sie bevorzugt einer automatisierten Steuerung überlassen.

Eine solche Gestaltung könnte individuellen Bedürfnissen nach Transparenz, Kontrolle und Nutzungskomfort Rechnung tragen. Weiterführende Forschung könnte in dem Zuge untersuchen, inwiefern individuelle Rollenverständnisse und Nutzerkategorien mit konkreten Anforderungen an Steuerung, Automatisierung und Personalisierung zusammenhängen.

Systemübergreifende Usability und technische Integration

Die berichteten Schwierigkeiten hinsichtlich Interoperabilität und App-Steuerung verdeutlichen die Bedeutung einer systemübergreifenden Betrachtung der Usability. Für zukünftige Anwendungen erscheint es deshalb sinnvoll, nicht ausschließlich einzelne Bedienoberflächen oder Komponenten zu optimieren, sondern die gesamte Interaktion zwischen Elektrofahrzeug, Ladeinfrastruktur, Photovoltaikanlage, gegebenenfalls stationärem Batteriespeicher und Energiemanagementsystem zu berücksichtigen.

Eine stärker integrierte Bereitstellung von Informationen und Steuerungsfunktionen könnte dazu beitragen, den Wechsel zwischen separaten Anwendungen zu reduzieren und die Bedienung konsistenter zu gestalten. Eine zentrale Benutzeroberfläche stellt hierfür einen möglichen Gestaltungsansatz dar. Weiterführende Untersuchungen könnten darauf aufbauend konkrete Bedienkonzepte anhand realitätsnaher Anwendungsszenarien testen. Von besonderem Interesse wäre in dem Kontext, welche Informationen und Eingriffsmöglichkeiten unterschiedliche Nutzende benötigen und wie sich diese möglichst verständlich, sicher und bedarfsgerecht bereitstellen lassen.

Grenzen der Untersuchung und weiterer Forschungsbedarf

Die Ergebnisse beruhen auf elf qualitativen Interviews mit Personen, die bereits über praktische Erfahrungen mit unidirektionalen Energie- und Ladesystemen verfügen. Aufgrund der Convenience-Stichprobe und der spezifischen Zusammensetzung des Teilnehmerfeldes (unter anderem zehn männliche und eine weibliche Interviewperson sowie ein vergleichsweise hohes Bildungsniveau) lassen sich die identifizierten Wahrnehmungen und Anforderungen nicht repräsentativ auf die Gesamtheit potenzieller Nutzender übertragen.

Zudem wurden die Erwartungen an bidirektionale Anwendungen auf Grundlage eines hypothetischen Nutzungskontexts erhoben. Inwiefern die geäußerten Vorstellungen dem tatsächlichen Verhalten und den praktischen Erfahrungen bei der Nutzung bidirektionaler Systeme entsprechen, kann durch Studien mit Personen erhoben werden, die bidirektionale Ladesysteme tatsächlich nutzen.

Weitere Untersuchungen könnten die identifizierten Wahrnehmungsdimensionen in größeren und stärker heterogenen Stichproben betrachten. Insbesondere erscheint ein Vergleich unterschiedlicher Erfahrungsstände und technischer Nutzungsvoraussetzungen sinnvoll. Darüber hinaus bieten reale Pilotanwendungen die Möglichkeit, diese Forschungsgebiete beispielsweise hinsichtlich der Usability-Anforderungen im praktischen Einsatz zu untersuchen.

Eine weiterführende empirische Untersuchung dieser Fragestellungen ist im Rahmen des Feldtests von BDL Next vorgesehen. Dort sollen Usability-Interviews mit Pilotkundinnen und Pilotkunden durchgeführt werden, die ein reales bidirektionales Ladesystem im Alltag nutzen. Während die vorliegende Interviewstudie insbesondere bestehende Nutzungserfahrungen mit unidirektionalen Systemen und hypothetische Erwartungen an bidirektionale Anwendungen erfasst, ermöglicht die anschließende Untersuchung eine Bewertung der Nutzerfreundlichkeit unter tatsächlichen Anwendungsbedingungen. Dabei können insbesondere die Verständlichkeit der Systemsteuerung, der Umgang mit automatisierten Prozessen sowie die Anforderungen an individuelle Einstellungsmöglichkeiten untersucht werden. Auf dieser Grundlage sollen konkrete Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit und zur Förderung der Massentauglichkeit bidirektionaler Ladelösungen aus Nutzerperspektive abgeleitet werden.

Auch das explorativ entwickelte Forschungsmodell kann hierfür als Ausgangspunkt dienen. Zukünftige Studien könnten die Beziehungen zwischen den identifizierten Betrachtungsebenen und Einflussfaktoren genauer analysieren und deren Bedeutung für die Nutzererfahrung und die Bereitschaft zur Nutzung bidirektionaler Ladelösungen überprüfen.

5. Fazit

Die qualitative Interviewstudie im Forschungsprojekt BDL Next zeigt, dass die Wahrnehmung uni- und bidirektionaler Ladesysteme durch individuelle technische Voraussetzungen, unterschiedliche Vorstellungen über beteiligte Akteure und deren Verantwortlichkeiten sowie heterogene Rollen- und Nutzungsverständnisse geprägt ist.

Obwohl die Befragten ihre bestehenden unidirektionalen Systeme überwiegend positiv bewerten, werden unterschiedliche Anforderungen an deren Steuerung, Bedienbarkeit und individuelle Anpassung deutlich. Insbesondere mangelnde Interoperabilität, fragmentierte Anwendungen und komplexe Steuerungsprozesse stellen aus Sicht einzelner Befragter Herausforderungen dar.

Mit Blick auf bidirektionale Ladetechnologien verdeutlichen die Ergebnisse zudem, dass die Möglichkeit zur Rückspeisung nicht zwangsläufig mit einem einheitlich veränderten Rollenverständnis einhergeht. Während einige Personen ihre bisherige Nutzerrolle weitgehend unverändert fortbestehen sehen, erkennen andere neue Möglichkeiten zur Bereitstellung von Speicherkapazität und zur aktiveren Beteiligung am Energiesystem.

Das im Rahmen der Studie entwickelte explorative Modell führt diese Perspektiven zusammen und verdeutlicht die Relevanz politischer Rahmenbedingungen, des subjektiv wahrgenommenen Stakeholdernetzwerks und der individuellen Systemarchitektur für das Verständnis der Nutzerperspektive.

Für die weitere Entwicklung bidirektionaler Ladelösungen ergeben sich daraus insbesondere Anforderungen an eine transparente Vermittlung von Zuständigkeiten, eine systemübergreifend verständliche Bedienung sowie die Berücksichtigung unterschiedlicher Interaktionsbedürfnisse. Von besonderer Bedeutung ist dabei das Spannungsfeld zwischen einer möglichst komfortablen, automatisierten Systemsteuerung, individuellen Einstellungsmöglichkeiten und der damit verbundenen Bedienkomplexität. Die nutzerorientierte Gestaltung zukünftiger Systeme erfordert somit nicht allein die Bereitstellung zusätzlicher technischer Funktionen, sondern ebenso deren verständliche und bedarfsgerechte Integration in den Nutzungsalltag.

Die vorliegende Interviewstudie liefert hierfür eine explorative Grundlage, indem sie zentrale Wahrnehmungsdimensionen, Nutzungshürden und Gestaltungsanforderungen aus Sicht erfahrener Nutzerinnen und Nutzer bestehender unidirektionaler Ladesysteme identifiziert. Diese Erkenntnisse können in der anschließenden Nutzerforschung des Projekts BDL Next aufgegriffen und anhand tatsächlicher Nutzungserfahrungen im Feldtest vertieft werden. Die dort vorgesehenen Usability-Interviews mit Pilotkundinnen und Pilotkunden sollen insbesondere dazu beitragen, die Nutzerfreundlichkeit eines realen bidirektionalen Ladesystems im Alltag zu evaluieren und daraus Handlungsempfehlungen für eine massentaugliche, nutzerorientierte Systemgestaltung abzuleiten. Damit bildet die Interviewstudie einen wichtigen Ausgangspunkt für die systematische Weiterentwicklung der Nutzeranforderungen im Projektverlauf.