

Publikation im Rahmen des Projekts:

Park4Flex

Parkraumbeteiligung an der marktbasiereten Flexibilitätsbereitstellung zur Netzstabilisierung bei steigender Integration von Erneuerbaren Energien

E-Mobilität zur Hebung dezentraler Netzflexibilitäten: Ergebnisse einer qualitativen Befragung



SmartGridsBW
Energien intelligent vernetzen.



Christian Schneider

Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e. V.



P4F
PARK4FLEX

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Impressum.....	2
Abstract	3
Einführung und Hintergrund	4
Methodik	5
Ergebnisse.....	7
Bewertung und Einordnung von Elektroautos	7
Finanzielle Betrachtung der Elektromobilität.....	8
Bedenken bezüglich Langstreckentauglichkeit	9
Die Schlüsselrolle der Ladeinfrastruktur	9
Das User-Interface	10
Fahrzeuggbatterien als Netzflexibilität	12
Parkhäuser und Garagen	14
Diskussion.....	15

Impressum

HERAUSGEBER | Smart Grids-Plattform
Baden-Württemberg e. V. (SmartGridsBW)
Christophstr. 6, 70178 Stuttgart

Tel: +49 711 9757 499-0
Mail: info@smartgrids-bw.net
Web: www.smartgrids-bw.net

REDAKTION | Christian Schneider und Jan
Schuck (beide SmartGridsBW)

FÖRDERUNG | Bundesministerium für Wirt-
schaft und Klimaschutz (BMWK)

ERSCHEINUNGSDATUM | Dezember 2023

WEITERE INFORMATIONEN
www.park4flex.de

ÜBER SMARTGRIDS BW | Die 2013 gegründete
Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg
e. V. (SmartGridsBW) ist ein Netzwerk zent-
raler Akteure aus Energiewirtschaft, For-
schung, Politik, IT, Industrie und interessier-
ten Privatpersonen. Die Plattform unterstützt
die Entwicklung intelligenter Energienetze
und damit zusammenhängender innovativer
Smart Grids-Produkte und-Dienstleistungen
mit dem langfristigen Ziel einer weitgehend
CO₂-freien Energieerzeugung. Zu ihren wes-
entlichen Aufgaben gehören die Vernet-
zung der Akteure im Themenfeld sowie in-
tensive Kommunikationstätigkeiten zu aktu-
ellen Entwicklungen.

Abstract

Der vorliegende Artikel widmet sich der Analyse von zwölf qualitativen Interviews mit Bürgerinnen und Bürgern, die 2023 im Rahmen des Projekts Park4Flexⁱ durchgeführt wurden. Der Fokus der Interviews lag auf den Einstellungen der Befragten bezüglich E-Mobilität und der Nutzung ihrer Fahrzeugbatterien zur Bereitstellung von Netzflexibilität. Die Voraussetzung für die Teilnahme am Interview waren Besitz eines Klasse B-Führerscheins und keine prinzipielle Ablehnung ein E-Fahrzeug zu fahren.

Unter den Befragten wird E-Mobilität tendenziell positiv, aber sehr differenziert betrachtet. Zwei Schlüssellargumente für bzw. gegen die Elektromobilität sind Finanzen (hohe Anschaffungspreise) sowie ausreichende Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Die öffentlich kolportierte, stark emotional aufgeladene „Reichweitenangst“ ist unter den Befragten nicht sichtbar, lediglich bei Langstrecken stellt sich die Frage nach ausreichender Verfügbarkeit.

Interfaces von Lademöglichkeiten sollten einfach gestaltet sein und möglichst viele Zugangsmöglichkeiten (Identifizierung beim Anschluss, per Ladekarte, App, Browser und als Fallback-Lösung Kredit-/Bankkarte) bieten.

Die Nutzung von Fahrzeugbatterien als Flexibilität für das Netzengpassmanagement ist für die Befragten ein schwer verständliches Thema. Leistungsgesteuertes Laden wird bei finanziellen Anreizen generell als akzeptabel bewertet. Bidirektionales Laden ist jedoch für die Mehrheit schwer verständlich, hier sind absolute Transparenz und großzügige finanzielle Kompensation der Akkunutzung notwendig. In jedem Fall muss die Kontrolle über den Ladezustand des Fahrzeugs bei den Nutzerinnen und Nutzern des Fahrzeugs verbleiben. Eine einfache Einstellung wie z.B. die Gewährleistung der Verfügbarkeit des Fahrzeugs zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einer bestimmten Akkukapazität, erleichtern das Verständnis und können sich damit auf die Bereitschaft zur Flexibilitätenbereitstellung auswirken.



Das Projekt - *Parkraumbeteiligung an der marktbasierter Flexibilitätsbereitstellung zur Netzstabilisierung bei steigender Integration von Erneuerbaren Energien* -, "Park4Flex" zielt darauf ab, Last- und Einspeiseflexibilitäten von Elektrofahrzeugen in Parkräumen für die Unterstützung der Stromnetze zu nutzen. Es konzentriert sich auf die Entwicklung eines Konzepts, um diese Flexibilitäten marktbasierter bereitzustellen. Durch die Zusammenführung von Fahrzeug-Flexibilitäten in größeren, zentralen Parkräumen wie Parkhäusern und Parkplätzen soll eine effiziente Integration in Marktprozesse und Systemführung ermöglicht werden. Mehr Informationen unter: www.park4flex.de

Einführung und Hintergrund

Mit dem Hochlauf der Elektromobilität wachsen die Anforderungen an die verfügbare Leistung der Stromnetze. Da die Dekarbonisierung des Verkehrssektors, der im Automobilland Deutschland knapp ein Fünftel der Gesamtemissionen ausmacht,¹ im Individualverkehr primär durch batterieelektrische Fahrzeuge realisiert wird, steigen die punktuellen Leistungsanforderungen an die Verteilnetze (VN). Neben den Leistungsanforderungen durch die Ladeinfrastruktur, kommt auch die parallele weitläufige Installation von Wärmepumpen hinzu. Die benötigte Gesamtenergiemenge für die Elektromobilität mit 90-100TWh pro Jahr besitzt eine für die Energiesysteme verarbeitbare Größenordnung.² Die größere Herausforderung ist die punktuell hohe Leistungsanforderung in einzelnen Verteilnetzabschnitten der Niederspannung, die bei großer Gleichzeitigkeit von Ladevorgängen entstehen kann.³

Während die Anforderungen an die Energienetze auf der Verbrauchsseite steigen, steigen sie ebenso auf der Erzeugungsseite. Die Volatilität der erneuerbaren Energien hat mit steigenden Anteilen an der Gesamtstromerzeugung immer stärkere Auswirkungen auf die Führung der Netze – schließlich müssen Verbrauch und Einspeisung gleich groß sein, um die Frequenz der Wechselstromnetze bei exakt 50 Hz zu halten. Um diese schwankende Einspeisung auszugleichen ist die Flexibilisierung des Verbrauches eine Möglichkeit. Die Ladung von E-Fahrzeugen zu flexibilisieren, verspricht große Potenziale, um die Sicherstellung der Netzfrequenz bei gleichzeitiger Kosteneffizienz im Vergleich zu Kraftwerkshochlauf zu realisieren.

Neben dieser „systemischen“ Dimension kann die Flexibilität von E-Fahrzeugen ebenso im lokalen Netzengpassmanagement eingesetzt werden, wenn in einzelnen Strängen der Niederspannung Überlastungen aufgrund zu großer Leistungsanforderungen entstehen.

Die vorliegende Studie untersucht die Einstellungen der Bürgerinnen und Bürger bezüglich der E-Mobilität und der Nutzung ihrer Fahrzeugbatterien zur Bereitstellung von Netzflexibilität. Der dabei gewählte methodische Ansatz ist explorativ und sinnverstehend ausgelegt, um die Denkstrukturen, das Verständnis und Argumentationsmuster für (potenzielle) Handlungen der Befragten nachvollziehen zu können.

¹ Umweltbundesamt (2022): Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/bilder/dateien/entwicklung_der_treibhausgasemissionen_in_deutschland.pdf

² Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2018): Kurzinformation Elektromobilität bzgl. Strom- und Ressourcenbedarf. Online: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_strom_ressourcen_bf.pdf

³ Schneider, Christian/ Schuck, Jan/ Müller, Julia & Ritzenthaler, Arno (2022): Smart Grids-Roadmap Baden-Württemberg 2.0. Online: <http://smartgrids-bw.net/public/uploads/2022/11/221130-Smart-Grids-Roadmap-2-0-Onlineversion1.pdf>

Im Fokus des BMWK-geförderten Projektes Park4Flex steht die Frage, wie Flexibilitäten aus Elektrofahrzeugen in Parkräumen marktbasiert zur Stützung des Netzbetriebes bereitgestellt werden können. Da die individuelle Mobilität sowohl einen der stärksten deutschen Industriezweige darstellt, kulturell stark verankert ist, und schlussendlich den persönlichen Lebensbereich aller Beteiligten Bürgerinnen und Bürger unmittelbar tangieren kann, stellt die Transformation in diesem Sektor eine besondere Herausforderung dar. Nicht zuletzt, da mit individueller Mobilität teilweise starke emotionale Verbindungen bestehen, ist eine Transformation mit größeren Hürden verbunden als in rein wirtschaftlich zugänglichen Bereichen wie etwa der Logistik.

Methodik

Die zwölf Teilnehmenden der Interviews wurden durch zufällige Ansprache rekrutiert. Rekrutierungsbedingung für die Teilnehmenden an der Untersuchung war, dass diese über einen Führerschein der Klasse B (oder vergleichbar) verfügen. Weiterhin wurde vorausgesetzt, dass die Teilnehmenden die Möglichkeit ein E-Auto zu fahren, nicht kategorisch ausschließen.

FAKTEN – TIEFENINTERVIEWS

- 12 qualitative Tiefeninterviews
- Teilnahmevoraussetzung: Führerschein vgl. Klasse B
- Befragte aus ganz Deutschland
- 25% weibliche und 75% männliche Teilnehmende
- Ø Interviewzeit: 21 min 30 sek
- 4 h 18 min Nettointerviewzeit
- 112 Seiten Textvolltranskript

Der formelle Bildungsstand der befragten Personen variierte, jedoch ließ sich bereits bei der Rekrutierung nicht vermeiden, dass mehr Personen mit formal hohem Bildungsstand unter die Befragten gingen. Bei der Ansprache zeigte sich seitens männlicher Personen eine größere Bereitschaft zur Interviewteilnahme, bei gleichhäufiger Ansprache. Vom Vermögensstand der Befragten zeichnete sich ein Bild, von Personen mit Einkommen deutlich unterhalb des Durchschnittseinkommens, bis hin zu einem deutlich darüber liegenden Einkommen.

Von Armut bedrohte Personen oder solche die aufgrund ihres Einkommens in einer materiell als „arm“ definierten Gruppe zu finden sind, nahmen nicht an der Befragung teil. Unter den interviewten Personen waren mehrere die E-Fahrzeuge fahren. Die Mehrheit der Befragten fährt derzeit Autos mit Verbrennungsmotor.

Ergebnisse

Bewertung und Einordnung von Elektroautos

Die Teilnehmenden Bürgerinnen und Bürger wurden mittels eines Interview-Leitfadens befragt, welcher jedoch nur offene Schlüsselfragen beinhaltete. Der Leitfaden und diese Fragen wurden als Anstoß genutzt, um die Interviewten zum jeweiligen Themenfeld zum Erzählen zu bringen. Das Interviewer-Briefing legte besonderen Wert auf eine wertfreie Fragestellung, um so keinen sozialen Erwartungsdruck entstehen zu lassen. Die Durchführung der Tiefeninterviews erfolgte durch eine im Fachgebiet Mobilität versierte und in Interviewtechnik geschulte Interviewperson. Diese hatte die Anweisung, die Gesprächsdynamik zu nutzen und auf die Leitfaden-Fragen nur zurückzugreifen, wenn die Erzählungen weit vom Thema abwichen, oder relevante Aspekte in der Erzählung noch nicht ins Gespräch Einzug fanden.

Die Auswertung der Interviewaufzeichnungen erfolgte mittels einer qualitativen Zuordnung der inhaltlichen Kernargumente, wobei zusammenhängende Themenkomplexe zum jeweiligen Überbegriff zusammengeführt wurden. Da in den Sozialwissenschaften kein standardisiertes Verfahren existiert, das als unbestrittene Auswertungsmethode für qualitative Erhebungen gesehen werden kann, musste auch hier die Auswertung orientiert an der Forschungsfrage und deren Erfordernissen ausgerichtet werden.⁴ Da es sich bei den teilnehmenden Bürgerinnen und Bürgern nicht um befragte Experten handelt, muss hier neben den Inhalten die Subjektivität der Aussagen bei der Einordnung berücksichtigt werden.⁵ Die Wiedergabe der subjektiven Sicht ist hier jedoch eindeutig kein Nachteil, sondern gewollt, da das Interesse eben in der Beleuchtung der individuellen Wahrnehmung liegt. Das Ziel des vorliegenden Papiers ist die deskriptive Darstellung der Interviewinhalte in thematisch zusammenhängenden Clustern.

⁴ Bogner, Alexander/ Littig, Beate & Menz, Wolfgang (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Springer VS, S. 71.

⁵ Gläser, Jochen & Laudel, Grit (2006): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 108.

Ergebnisse

Bewertung und Einordnung von Elektroautos

Die generelle Bewertung von E-Autos ist unter den Befragten mehrheitlich positiv (Interviewperson (im folgenden IP) 1, IP2), jedoch ist dieses Bild nicht durch Euphorie gekennzeichnet. Vielmehr zeigen sich verschiedene Bewertungen von Eigenschaften bzw. zugeschriebenen Eigenschaften von E-Fahrzeugen, welche die Einstellungen insgesamt begründen. Mehrere befragte Personen gaben an, momentan nichts von E-Autos zu halten, da noch keine Berührungspunkte vorlagen, die zukünftige Nutzung jedoch vorstellbar wäre (IP3, IP10). Weitere Personen gaben an, die Technik sei noch nicht ausgereift, jedoch über die vergangenen Jahre eine deutliche Entwicklung sichtbar (IP6, IP10), sodass von anfänglicher Skepsis jetzt eine grundsätzliche Offenheit besteht (IP6).

Generell wird eine bessere Klimabilanz (IP7), geringerer Schadstoffausstoß (IP2) oder allgemein bessere Umweltfreundlichkeit unterstellt (IP8, IP11), so auch aufgrund größerer Energieeffizienz (IP4). Der allgemeine Ressourcenbedarf von Autos allgemein (IP2), und speziell der Batterie wird kritisch angemerkt (IP2). Kritisiert wird, dass der Trend zu großen E-Fahrzeugen wie SUVs geht, anstatt effiziente Kleinwagen zu bauen (IP4).

Im Vergleich zu Verbrennern wird E-Autos ebenso eine hohe Fahrdynamik (IP1) zugeschrieben. Die mechanische Einfachheit von E-Fahrzeugen gegenüber Verbrennern wird hervorgehoben (IP9), die potenziell geringere Anfälligkeit positiv bewertet (IP6). Die starke Motorleistung (Drehmoment) der E-Fahrzeuge wird hervorgehoben (IP6), das Fehlen des sportlichen Sounds bemängelt (IP6). Von mehreren Befragten wird die geringe Geräuschkulisse von E-Fahrzeugen positiv bewertet (IP1), dies wird auch in Zusammenhang mit Fahrkomfort genannt (IP8).

Die Tauglichkeit in Bezug auf finanzielle Aspekte ist auch von der Gewinnung des Ladestroms abhängig, eine eigene PV-Dachanlage z. B. ist von Vorteil (IP6), genauso kostenloses Tanken beim Arbeitgeber (IP6). Finanzielle Aspekte stellen einige der am häufigsten genannten Entscheidungskriterien im Bereich der E-Mobilität dar (IP7).

Das andere Leitkriterium für die Bewertung der E-Mobilität ist unter den Befragten die Ladeinfrastruktur. Ladeinfrastruktur muss ausreichend vorhanden (IP5), verfügbar und funktionsfähig sein (IP1), außerdem soll schnell geladen werden (IP3, IP10). Mehrere Befragte weisen jedoch darauf, dass es sehr unterschiedlich ist, wie die Bedingungen für Parken und Laden im öffentlichen Raum für E-Autos sind, und dass dies sehr unübersichtlich ist (IP1, IP3). Alltagstauglichkeit für tägliche Strecken wie Einkäufe, zur Arbeit oder in der Freizeit wird gesehen (IP5). Für Firmenflotten werden E-Fahrzeuge, aufgrund der Zentralität der Standorte als vorteilhafte Lösung angesehen (IP5).

Ergebnisse

Bedenken bezüglich Langstreckentauglichkeit

Für Langstreckenfahrten im beruflichen Einsatz (IP3) und Urlaubsfahrten wird wiederum auf die Notwendigkeit einer gut ausgebauten Ladeinfrastruktur verwiesen (IP1, IP5, IP10) (siehe Folgekapitel).

Finanzielle Betrachtung der Elektromobilität

Die finanzielle Seite der E-Mobilität wird mit verschiedenen Argumenten sowohl positiv als auch negativ diskutiert. Überwiegend, aber nicht von allen Befragten, werden hohe Anschaffungskosten genannt. Die Unterhaltskosten werden – im Vergleich zu Verbrennungsmotoren – geringer geschätzt.

Der Anschaffungspreis der Fahrzeuge wird von mehreren Personen als hoch bewertet (IP4) – Klimafreundlichkeit durch E-Mobilität müsse man sich leisten können, momentan sei E-Mobilität eher etwas für Wohlhabende (IP7). Andere Befragte sehen mittlerweile genug bezahlbare Elektroautos (IP5, IP9, IP12). Die Anschaffungskosten seien für einen gleich ausgestatteten Stromer immer noch deutlich höher als für einen Verbrenner (IP5). Anschaffungsboni wie der Umweltbonus machen den Kauf attraktiver (IP3, IP12). Die Verfügbarkeit von Gebrauchtwagen würde die Wahrscheinlichkeit steigern, E-Autos zu erwerben (IP7).

Unterhaltskosten gliedern sich in Kosten für Energie/Strom, Kosten für die tägliche Benutzung wie Parkgebühren sowie Werkstattkosten und Opportunitätskosten wie aufgewandte Zeit. Langfristig werden geringere Werkstattkosten erwartet (IP4, IP6, IP12).

Das „Tanken“ mit Strom wird von mehreren Befragten als billiger im Vergleich mit dem Benzin bewertet (IP4, IP12), nur eine Person stellte dies in Abrede und sah die Kosten ähnlich hoch (IP7). Durch eine eigene PV-Anlage zu Hause wird das E-Auto attraktiver (IP6), da damit Ladekosten entfallen. Die Ladekosten sind je nach Ladesäulen-Betreiber unterschiedlich teuer, eine Vereinheitlichung wäre wünschenswert (IP1). Dies geht Hand in Hand mit der generellen Kritik an der Ladeinfrastruktur, dass eine Vielzahl von Anbietern existiert und dies das Handling der E-Mobilität durch kompliziertes Laden erschwert (siehe Abschnitt Ladeinfrastruktur) und damit Zeit kostet. Kostenloses Parken mache E-Autos attraktiver äußerten mehrere Befragte (IP1, IP3, IP7, IP12). Für einen Unternehmer ist (Lade-)Zeit Geld (IP3), ebenso sieht eine Person die persönliche Zeit als wichtigste Ressource an, und damit relevanter als die Höhe der Ladekosten (IP8), die Suche nach Ladesäulen dürfe nicht zu lange dauern.

Eine Interviewperson spricht das Thema Bonität an. Bei geringer Bonität sind eine Vielzahl von Verträgen nicht zu erhalten – wenn dies bei Ladeverträgen genauso ist, dann werde der ärmere Teil der Bevölkerung von der E-Mobilität praktisch ausgeschlossen (IP8). Weiterhin wird kritisch gesehen, dass keine Möglichkeit zur Installation einer Wallbox in der Mietgarage bestehen könnte, und somit Personen ohne Wohneigentum ausgeschlossen würden (IP8).

Bedenken bezüglich Langstreckentauglichkeit

In allen Interviews nimmt die Frage nach der Langstreckenreichweite Raum ein. Dies pointiert eine befragte Person:

„Das größte Bedenken vieler Personen gegenüber E-Autos dürfte die Angst sein, nicht genug Ladung in der Batterie zu haben“ (IP5).

Die vorgebrachten Argumente unterscheiden sich im Hinblick auf eine abschließende Bewertung. Generell wird eine ausreichende Ladeinfrastruktur als relevant angesehen (siehe Abschnitt Ladeinfrastruktur).

Bei neueren E-Fahrzeugen sei die Reichweite unproblematisch (IP1, IP12). Bei längeren Strecken unterwegs ist mit Schnellladung genug Reichweite aufzutanken (IP1, IP12). Als vorbildlich wird beispielsweise das einheitliche Ladenetz eines großen amerikanischen Fahrzeuganbieters benannt (IP1, IP6).

Einige Interviewpersonen sehen E-Autos als Zweitwagen (für Einkäufe, zum Sport etc.) als brauchbar an, bei Langstrecken wird dies jedoch eher skeptisch gesehen (IP6, IP9). Für Langstrecken wird ein Elektroauto von einer Interviewperson weiterhin als untauglich angesehen (IP3). Von anderen Personen werden Langstrecken als schwer machbar bezeichnet (IP7, IP9). Generell wird die Frage nach Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur bei Auslands-/Urlaubsfahrten gestellt (IP1, IP5). Als eine Lösungsmöglichkeit für Urlaubsfahrten bei unklarer Ladeinfrastruktur im Ausland wird das kurzzeitige Ausleihen eines Benziners genannt (IP1). Die Unterscheidung zwischen der Alltagsnutzung und Langstrecken-, besonders Urlaubsfahrten zieht sich bei jenen Befragten, die kein E-Auto fahren durch, während jene mit E-Auto-Erfahrung dies nur teilweise als problematisch thematisieren. Von jenen wird auf die Notwendigkeit verwiesen, möglichst alle Ladesäulen verschiedener Anbieter ohne großen Zusatzaufwand nutzen zu können.

Die Schlüsselrolle der Ladeinfrastruktur

Einer gut ausgebauten Ladeinfrastruktur schreiben alle Befragten eine Schlüsselrolle zu. Eine befragte Person skizziert die emotionale Komponente der Notwendigkeit für das Sicherheitsempfinden: Bei einstelliger Ladeprozentzahl entstünde ein sehr ungutes Gefühl, wenn keine Verlässlichkeit bezüglich der Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur bestünde (IP8). Einige zentrale Kriterien treffen sowohl auf die Infrastruktur im Alltagsumfeld als auch auf jene bei Langstreckenfahrten zu, andere beziehen sich spezieller auf diese beiden Nutzungsszenarien.

Übergreifendes und zentrales Kriterium für die Ladeinfrastruktur ist die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten, deren Auffindbarkeit, deren Funktionsfähigkeit und deren Zuverlässigkeit. So ist selbst vorhandene Ladeinfrastruktur nicht immer funktionstüchtig, das „frustriert und schreckt ab“ (IP1). Oftmals werden die E-Parkplätze mit Ladesäulen auch von Verbrennern belegt (IP1, IP8, IP12).

Als Negativbeispiel für eine Infrastruktur wird der Ausbau der Mobilfunknetze in Deutschland genannt (IP1, IP4, IP10, IP12). Eine befragte Person gibt an, Ladeinfrastruktur sollte eine öffentliche Infrastruktur sein (IP1) um freien Zugang für Alle zu ermöglichen und wirtschaftliche Interessen der Anbieter nicht zum zentralen Ausbaukriterium zu machen (IP1).

Da die Nachfrage nach E-Autos sichtbar steige, müsse auch die Ladeinfrastruktur genauso ausgebaut werden (IP1, IP2). Weiterhin stellt sich die Frage, wie schnell geladen werden könne (IP2). Zu langsames Laden kann für Selbstständige ein wirtschaftliches Hindernis bei hohen Verfügbarkeitsanforderungen darstellen (IP3).

Ladepunkte sind bei den im Alltag üblichen, kurzen Strecken deutlich schneller zu erreichen. Jedoch variiert die Verfügbarkeit auch hier stark. Mietwohnungen machen den Bau eigener Ladeinfrastruktur teilweise unmöglich (IP4, IP11). Wenn keine Möglichkeit für eine eigene Wallbox besteht, muss öffentliche Ladeinfrastruktur gut erreichbar sein (IP2).

Bei Langstreckenfahrten wird die Relevanz von ausreichend Schnellladestationen angemahnt, um Ladepausen nicht unnötig lang zu halten. Wenn dies auf längerer Strecke über mehrere Tage nicht gewährleistet sei, wäre dies eine Zusatzhürde für die Entscheidung für E-Mobilität (IP8), so etwa bei langen Urlaubsfahrten speziell mit Kindern wird dies als problematisch angesehen (IP6).

Das User-Interface

Dem Interface an der Ladesäule als Schnittstelle zwischen den Nutzerinnen und Nutzern und der Ladetechnik kommt eine zentrale Rolle zu. Nicht nur bestimmt das Interface die technischen Möglichkeiten der Steuerung, sondern bestimmt gleichzeitig über die wahrgenommene Zugänglichkeit der Ladeinfrastruktur, wie auch die wahrgenommene Transparenz und Zuverlässigkeit. Dieses psychologische Moment kann großen Einfluss auf die Einstellung zur E-Mobilität bieten. Übergeordnetes Feedback zu den Interfaces ist, dass die Handhabung möglichst einfach sein sollte (IP1, IP5, IP6, IP10, IP11), bei gleichzeitiger Bewahrung der Transparenz über die im Zusammenhang mit dem eigenen Fahrzeug stehenden Vorgänge. Hierbei kann ein Zielkonflikt zwischen diesen Forderungen entstehen, der sich jedoch mit einer intelligenten Gestaltung der Nutzungsmodi und der User-Interfaces auf Software-Seite relativieren lässt. Unabhängig vom Zugang zur Ladesäule (z.B. über Karte, Zahlkarte, App oder Plug and Play), sollte die Einstellung an der Ladesäule mittels Touchpads möglich sein (IP5).

Die einfache Gestaltung des Ladevorgangs wird anhand verschiedener Beispiele von den Befragten genannt. Als vorbildlich wird ein System eines amerikanischen Anbieters bezeichnet, bei welchem das Anschließen des Fahrzeugs reicht, das Fahrzeug wird erkannt, der Tankvorgang wird dann anhand des zugeordneten Benutzerprofils gestartet (IP1, IP4, IP6, IP11).

Als problematisch wird bezeichnet, wenn für jeden Anbieter eine weitere App oder Karte benutzt werden muss (IP1, IP6, IP8).

Die Kompatibilität der Ladesäulenangebote sollte lieber sichergestellt werden (IP1). Dass ansonsten nicht die Nutzung aller Karten verschiedene Anbieter möglich ist, erschwert den Zugang zur E-Mobilität (IP8). Die Zugangsmöglichkeiten sollten, falls einfaches Plug and Play nicht möglich ist, so gestaltet sein, dass für alle Personen eine praktikable Zugangsmöglichkeit gefunden wird.

Chipkarte

Eine Chipkarte (i. S. e. Ladekarte) wird als gute bzw. die beste Zugangsmöglichkeit bezeichnet (IP1, IP3, IP4, IP5). So ist diese auch für weniger technikaffine unkompliziert einsetzbar (IP1). Dabei wird auch die haptische Komponente positiv bewertet (IP8). Eine Karte eignet sich weiterhin auch gut als Fallback-Komponente, wenn das Smartphone nicht verfügbar ist (IP8, IP9). Im Idealfall sollte eine einzige Karte für alle Lademöglichkeiten nutzbar sein. Ein großer deutscher Automobilclub wird als Beispiel für einen solchen Kartenanbieter genannt (IP1, IP12). Bei einer Ladekarte als Zugangsmöglichkeit muss die Menüführung an der Ladesäule besonders gut nachvollziehbar gestaltet sein.

App-Benutzung

Die Nutzung einer App wird seitens aller Befragter als gute Möglichkeit bewertet (IP5, IP8), diese wird jedoch im Hinblick auf mehrere Folgefragen diskutiert. So sei die App „am praktischsten“, da das Smartphone immer griffbereit sei und von den meisten auch funktional (Akkuladung) gehalten werde (IP2, IP3).

Probleme im Zusammenhang mit der App seien unter anderem kein verfügbares Mobilfunknetz im Parkhaus (IP1, IP3, IP8), sowie leere Smartphone-Akkus (IP1). Als Lösungsvorschlag für die Datenverbindung wird ein Hotspot an der Ladesäule genannt, aktivierbar über NFC oder einen QR-Code (IP3, IP8). Eine App könnte auch mittels NFC/RFID eine Karte simulieren, sodass das Smartphone eine ähnliche Funktion wie eine Plastikkarte aufweisen würde (IP3).

Im Zusammenhang mit Apps wird eine Vielfalt negativ thematisiert - wenn jeder Parkanbieter eine eigene App hat, wird es unübersichtlich (IP1, IP4). Userfreundlich ist eine App für alle Anbieter, als Beispiel hierfür wird ein deutscher Energieversorger genannt (IP1, IP12). Die App soll die Einstellungsmöglichkeiten übersichtlich darstellen. Über die App wäre z.B. die Ladegeschwindigkeit steuerbar (IP2).

Website

Eine Interviewperson bezeichnet Apps als unbrauchbar und favorisiert eine Browser-basierte Lösung, die im Mobilgerät oder am Schreibtisch aufgerufen werden kann (IP4). Begründung hierfür ist, dass die meisten Apps nur auf einer Webview-Technologie basieren, die dann im Framework aufgerufen wird und somit der Programmieraufwand für eine dedizierte App bei gleichzeitiger Doppelnutzung der Website vermieden würde (IP4).

Speziell am Arbeitsplatz wären Browser-basierte Lösungen vorzuziehen, diese könnten neben der Kontoverwaltung auch den Ladevorgang steuern, so könnte kurzfristig der Lademodus verändert, z. B. eine „Jetzt Speedladen“-Option aktiviert werden (IP5).

Kreditkarte/Bankkarte

Die Aktivierung der Ladesäule mittels Kredit- oder Bankkarte sprechen mehrere Personen an. So wird als Good Practice ein europäischer Automobilhersteller genannt bei dem eine Kredit-/EC-Karte beim Anbieter hinterlegt wird. Bei der Nutzung dieser Säule wird die Identifikation damit gemacht und automatisch der günstigste Tarif gewählt (IP1). Die Kredit-/Bankkarte sollte als Rückfallebene funktionieren, wenn die Ladekarte oder App nicht funktionieren (IP8). Dies wird auch als generelle Rückfallebene bei der Inkompatibilität von Ladekarte mit Säulen verschiedener Anbieter gesehen – die einfache Abrechnung direkt über die Zahlkarte.

Menüführung

Generell wird es als sinnvoll erachtet wenige Auswahlmöglichkeiten anzubieten, um eine schnelle Einstellung zu ermöglichen (IP5). Dies wird auch in Bezug auf Parkgaragen thematisiert, da diese nicht für langfristigen Aufenthalt favorisiert werden (IP2). An der Ladesäule sollte die Zeit zu wählen sein, wann das Fahrzeug vollgeladen ist (IP5).

Auf tieferen (optionalen) Menüebenen können dann weitere Optionen ausgewählt werden. Wichtig ist die Überforderung der Nutzerinnen und Nutzer durch zu viele Auswahloptionen in einer Situation gefühlter Zeitknappheit und sogar Unsicherheit zu vermeiden. Über App, Browser und an der Säule sollte die Option „Jetzt Speedladen“ für Notfälle vorhanden sein (IP5).

Fahrzeugbatterien als Netzflexibilität

Die Frage nach der Nutzung der Fahrzeugbatterien als Netzflexibilität mittels leistungsgesteuerten oder bidirektionalen Ladens wird von allen Befragten als sehr komplex bewertet. Wissen speziell über das bidirektionale Laden ist nur bei wenigen Personen vorhanden, es kann nicht als verbreitet angesehen werden.

Bei jenen Befragten, die ein technisches Verständnis hierfür zeigen, werden sehr differenzierte Beurteilungen gemacht, dies ist jedoch nur bei Personen sichtbar die sich intensiv mit E-Fahrzeugen und der Technik befassen.

Während mehrere Befragte den Einsatz des Fahrzeugs zur Netzstabilisierung begrüßen (IP4), sehen andere dies nicht als Aufgabe der Fahrzeughalter an (IP5, IP6, IP9, IP10). Die restlichen Befragten sehen es auf Basis wirtschaftlicher Anreize als ökonomische Frage.

Beim bidirektionalen und auch leistungsgesteuerten unidirektionalen Laden sollte eine Mindestprozentzahl angegeben werden können, die nicht unterschritten werden soll (IP1, IP2, IP4, IP5, IP11) z. B. über eine Standardeinstellung, die im Bedarfsfall geändert werden kann (IP2). Weiterhin ist eine verbindliche Ladung zu einer durch die Nutzerinnen und Nutzer festzulegenden Uhrzeit obligatorisch (IP2, IP12).

Leistungsgesteuertes Laden

Leistungsgesteuertes Laden, z.B. mit verringerter Ladeleistung, wird nicht prinzipiell abgelehnt. Eine verringerte Ladeleistung ist kein Thema, wenn die Batterie zum geforderten Zeitpunkt voll ist (IP5, IP12). Bei Ladung über Nacht und definierter Bedarfszeit ist eine verringerte Ladeleistung ebenso kein Problem (IP5). Geringe Ladegeschwindigkeit wird als gut für die Akkulebensdauer angesehen (IP1, IP12). Wenn möglich (z.B. über Nacht oder bei einer genau vorhersehbaren Standzeit) wird langsame Ladung präferiert, um den Akku zu schonen (IP1). Verringerte Ladeleistung sollte finanziell kompensiert werden (IP5), die Preise sollten langsamerer Ladung entsprechend günstiger sein als bei schnellerem Laden (IP2).

Andere Befragte lehnen eine finanzielle Kompensation ab und wollen lieber möglichst schnelle Ladung, um Stress zu vermeiden, falls das Auto unvorhergesehen benötigt wird (IP8, IP10). Die persönliche Zeit und Flexibilität wird höher bewertet als eine geringere Ladegebühr (IP8). Bedingung für die Akzeptanz langsameren Ladens ist, dass die festgelegte Ladung zur eingestellten Uhrzeit eingehalten wird (IP5). Dies wird von den meisten Befragten vorausgesetzt. In Zeiten, in denen das Auto sowieso nicht bewegt wird (bei der Arbeit, nachts), wird die prinzipielle Möglichkeit der Netzstützung als unproblematisch gesehen (IP8, IP12). Wenn die Preise attraktiv sind, ist es auch möglich sich daran für die Nutzung des Fahrzeugs zu orientieren (IP8, IP12).

Bidirektionales Laden

Die Möglichkeit und der Hintergrund bidirektionalen Ladens sind nur bei den bestinformierten Personen bekannt. Die große Mehrheit der Befragten gibt zu verstehen, dass das Thema sehr komplex ist.

Als negativ wird die Tatsache bewertet, dass die Akkuentladung die Anzahl der verbleibenden Restladezyklen und damit die übrige Lebensdauer der Batterie verringert (IP1, IP2, IP9, IP12). Hier zeigt sich auch, dass bei den Befragten kaum kenntlich ist, wie die Zyklenzahl berechnet wird. Die Vermutung, dass auch bei geringsten Entnahmen ein ganzer Ladezyklus benutzt wird, wird geäußert (IP1).

Die „Abnutzung“ des Akkus muss finanziell kompensiert werden, dann ist bidirektionales Laden akzeptabel (IP1, IP5, IP7), solange keine Nachteile entstehen (IP1, IP3, IP8). Die Frage wie die Energie, die aus dem Auto geladen wird, bezahlt wird, muss beantwortet werden. Es darf nicht sein, dass durch weitere Kosten wie z.B. doppelt gezahlte Steuern und Gebühren bei der Rückspeisung eine Schlechterstellung erfolgt (IP6, IP12). Die Größenordnung der Entladung im einstelligen Prozentbereich wird als unproblematisch gesehen (IP1). Die Fahrzeugführenden müssen in jedem Fall die Entscheidungsfreiheit haben, zu bestimmen was passiert (IP5). Finanzielle Kompensation muss fair und transparent sein (IP1, IP2, IP3). Es soll eindeutig erkennbar sein, wie viele Ladezyklen benutzt wurden, und dies anschließend angemessen kompensiert (IP8, IP12).

Daneben stellt sich jedoch die Frage nach der Langlebigkeit der Batterien, der Vergleich mit der schnellen Alterung von Smartphone-Akkus wird gezogen (IP6). Die Abnutzung der Batterie spielt laut einer befragten Person keine Rolle, wenn die Anzahl der Ladezyklen die Gesamtlebensdauer des Fahrzeugs übertrifft (IP8). Ein Auto ist ein Gebrauchsgegenstand, entsprechend darf auch die Batterie abgenutzt werden (IP8). Passende verständliche Kennzahlen müssen hierfür genannt werden (IP8, IP12). Bei der Nutzung als Flexibilität muss auf jeden Fall Transparenz herrschen (IP7).

Manche Befragten sehen die Kompensation auch als wirtschaftliche Aktivität, sodass bidirektionales Laden als Option für wirtschaftlichen Einsatz in Frage kommt, wenn das Fahrzeug (bei Selbstständigen) als Betriebskapital bei Standzeiten Gewinne generiert (IP3).

Für Firmenfuhrparks wird die Möglichkeit des bidirektionalen Ladens als sinnvoll angesehen, sofern es sich für die Firma rechnet und bei der Nutzung der Fahrzeuge keine Nachteile erkennbar sind (IP4). Durch lokale Nähe und Skaleneffekte erscheint dies besonders sinnvoll (IP4).

Parkhäuser und Garagen

Das Thema Parkhaus und das Parken in großen Garagen wird von den befragten Personen auf Nachfrage mit eher negativer Tendenz bewertet. So wird die geringe Platzverfügbarkeit und das Manövrieren auf engem Raum kritisiert – ebenso der geringe Platz in den Parklücken, der das Handling von Ladevorgängen erschweren könnte (IP8). Garagen seien kein Wohlfühlort (IP8), die Verweildauer wird möglichst geringgehalten (IP2). Garagen werden nur genutzt, wenn es sich nicht vermeiden lässt (IP8).

Das Thema mangelhafter Mobilfunkempfang (siehe Infrastruktur-Abschnitt) wird von den meisten Personen genannt (IP1, IP4, IP5 IP8). Vertrauen darin, dass Netzempfang verfügbar ist, äußert niemand.

Die Ladesäulen müssen in der Garage gut erreichbar liegen (IP8). Für die Förderung des E-Ladens in Garagen muss sichergestellt werden, dass keine Blockiergebühr nach einer bestimmten Zeit anfällt (IP1). Es muss auch sichergestellt werden, dass die Parkplätze gut auffindbar sind, und nicht – bei guter Lage – von Verbrennern belegt werden (IP1).

Für die Flexibilitätenbereitstellung werden Parkgaragen als ideal gesehen, da die Autos dort längere Zeit steht (IP3).

Diskussion

Die vorliegende Analyse hat deutlich aufgezeigt, dass die Einstellungen der Befragten zum Thema E-Mobilität sehr differenziert sind. E-Mobilität ist unter den Interviewten ein bekanntes Thema, wobei die Kenntnisstände, Bewertungen und Bewertungsgrundlagen stark variieren. Generell wird die E-Mobilität positiv bewertet und auf vorteilhafte Umweltaspekte referenziert. Ebenso werden Komfort, Fahrleistungen und potenziell geringere Unterhaltskosten benannt.

Die zwei zentralen Kriterien, welche von den Befragten als Schlüsselaspekte für die Nutzbarkeit von Elektromobilität genannt werden sind Finanzen sowie die ausreichende Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Zentrale Argumente gegen E-Mobilität sind dabei hohe Anschaffungspreise und geringe Verfügbarkeit von Gebrauchtanboten, sowie die Skepsis bezüglich ausreichender Ladeinfrastruktur. Die öffentlich häufig kolportierte „Reichweitenangst“ ist unter den Befragten kaum emotional besetzt. Damit schließt sich das Ergebnis dieser Befragung an den neueren Trend an, wonach das Vertrauen in die Lademöglichkeiten für E-Mobile steigt.^{6,7} Zu geringe Reichweiten werden lediglich in Bezug auf Langstreckenfahrten (im Außendienst und besonders beim Urlaub) thematisiert, für Alltagsstrecken werden keine Zweifel geäußert. Der Zugang zu den Lademöglichkeiten sollte eine One-Fits-All-Lösung beinhalten, verschiedene Zugänge über verschiedene Betreiber werden negativ gesehen.

Das User-Interface sollte möglichst einfach gestaltet sein, um schnelle Zugänglichkeit zu gewährleisten. Die primäre Auswahl sollte mittels eindeutiger, einfacher Auswahlmöglichkeiten gegeben sein, umfängliche Einstellungen sollten möglich, aber erst bei Auswahl entsprechender Unterpunkte sichtbar sein, um eine Überfrachtung zu vermeiden. Als Zugangsmöglichkeiten werden die Identifizierung durch das Einstecken des Fahrzeugs an die Ladesäule, per Parkkarte, per App oder mittels Browser genannt. Die Optionen sollten kombiniert werden, um Rückfallebenen (z. B. bei fehlendem Netzempfang) zu bieten und persönliche Präferenzen (z.B. einfaches Handling durch eine Chipkarte) zu gewährleisten. Als maximale Fallback-Option sollte die direkte Bezahlung mittels Kredit-/Bankkarte ermöglicht werden. Auch bei den Interfaces gilt, dass möglichst wenige verschiedene Anbieter, sondern möglichst One-Fits-All-Lösungen angestrebt werden sollten.

⁶ BDEW (2022): E-Mobilisten: Ladeangebote entwickeln sich sehr positiv. Online: <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/e-mobilisten-ladeangebote-entwickeln-sich-sehr-positiv/>

⁷ AUTOBILD (2021): Warum die Reichweitenangst bei Elektroautos immer unwichtiger wird. Online: <https://www.autobild.de/artikel/e-autos-und-reichweite-reichweitenangst-aufladen-liegen-bleiben-18660301.html>

Die Nutzung von Fahrzeugbatterien als Netzflexibilität zeigt sich unter den Befragten als sehr komplexes, schwer verständliches Thema. Leistungsgesteuertes Laden (die Flexibilisierung unidirektionalen Ladens) ist für die Befragten gut verständlich und mit entsprechenden Anreizen (finanzieller Vorteil bei geringerer Ladeleistung) für die meisten akzeptabel. Bidirektionales Laden ist für einige der Befragten nur schwer nachvollziehbar. Die Bedenken über die Verringerung der Ladezyklen und damit der Lebensdauer der Fahrzeugbatterie müssen durch große Transparenz zerstreut werden. Weiterhin ist für die Abnutzung eine großzügige und nachvollziehbare finanzielle Kompensation erforderlich. In jedem Fall muss die volle Kontrolle bei den Nutzerinnen und Nutzern des Fahrzeugs verbleiben. Eine einfache Einstellung wie z.B. zu welchem Zeitpunkt das Fahrzeug verfügbar sein muss, und wieviel %-Ladung vorhanden sein müssen, erleichtern das Verständnis und können sich damit auf die Bereitschaft zur Flexibilitätenbereitstellung auswirken.

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einem explorativen, qualitativen Ansatz und beschränkt sich auf eine deskriptive Darstellung mit dem jeweiligen Kontext. Um diese Erkenntnisse zu fundieren, sollte eine statistische Überprüfung der hier vorgestellten Kenntnisse mittels einer repräsentativen Untersuchung erfolgen.