

Kernergebnisse der Studie zur Wirtschaftlichkeitsbewertung des bidirektionalen Ladens

Hintergrund 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. Die vorliegende Wirtschaftlichkeitsstudie stellt die dritte Online-Befragung innerhalb dieses Forschungsschwerpunkts dar und legt den Fokus gezielt auf **ökonomische Aspekte der Technologie**.

Ziel der Studie war es, zu analysieren, wie deutsche Halterinnen und Halter von Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeugen die Kostenstruktur, potenzielle Mehrkosten sowie mögliche finanzielle Mehrwerte des bidirektionalen Ladens einschätzen. Frühere Untersuchungen im Projekt BDL Next sowie Ergebnisse aus verwandten Forschungsprojekten zeigten, dass in der allgemeinen Bevölkerung bislang nur ein geringes Vorwissen zur bidirektionalen Ladetechnologie und zu ihren konkreten Anwendungsfällen besteht. Vor diesem Hintergrund wurde bewusst auf ein bevölkerungsrepräsentatives Sample verzichtet.

Stattdessen richtete sich die Befragung gezielt an Personen, die bereits praktische Erfahrungen mit Elektromobilität gesammelt haben. Diese Zielgruppe verfügt in der Regel über ein höheres themenspezifisches Vorwissen und ist besser in der Lage, wirtschaftliche Fragestellungen – etwa zu Investitionskosten, Einsparpotenzialen oder Erlösmodellen – realistisch zu bewerten. Die Ergebnisse erlauben somit eine fundierte Einschätzung der Wirtschaftlichkeitswahrnehmung aus Sicht potenzieller Anwenderinnen und Anwender.

Vor-Studie: Partnerbefragung zu Wirtschaftlichkeitsaspekten der bidirektionalen Ladetechnologie

Um die Wirtschaftlichkeitsaspekte des bidirektionalen Ladens innerhalb der Online-Befragung möglichst realitätsnah abzubilden, ging der Hauptstudie eine vorgelagerte Studie voraus. Diese bestand aus einer **Partnerbefragung** innerhalb des BDL-Next-Projektkonsortiums sowie der Befragung eines externen Experten für bidirektionale Ladetechnologien. Im April 2025 wurden alle Projektpartner sowie der Experte gebeten, einen **strukturierten Fragebogen** auszufüllen. Im Mittelpunkt standen dabei realistische Einschätzungen zur Kostenstruktur eines bidirektionalen Gesamtsystems – sowohl auf Ebene einzelner Systemkomponenten als auch in Bezug auf die Gesamtinvestition. Darüber hinaus wurden die Projektpartner um ihre Einschätzung zu potenziellen Einsparungen und Erlösen aus der Nutzung zentraler Anwendungsfälle gebeten, insbesondere der **Basis-Use-Cases Vehicle-to-Home (V2H)** und **Vehicle-to-Grid (V2G)**.

Ergänzend zur Partnerbefragung wurde eine umfangreiche Online-Recherche durchgeführt. Diese umfasste aktuelle wissenschaftliche Publikationen, Marktstudien sowie statistische Erhebungen zu Kosten, Erlöspotenzialen und Rahmenbedingungen des bidirektionalen Ladens. Die Ergebnisse dieser Vorarbeit bildeten die Grundlage für die in der Hauptstudie eingesetzten, mehrstufigen Szenariobeschreibungen. Den Teilnehmenden der Online-Befragung wurden somit konsistente, nachvollziehbare und möglichst realitätsnahe Annahmen zu Kosten und Nutzen der Technologie präsentiert.

Konzeption und Durchführung

Die Untersuchung wurde als standardisierte **Online-Befragung** konzipiert und im **September 2025** durchgeführt. Insgesamt nahmen **n = 593** Personen teil. Teilnahmevoraussetzungen waren der Besitz eines Führerscheins sowie mindestens ein (teil-)elektrisches Fahrzeug im Haushalt. Die Rekrutierung erfolgte über ein kommerzielles Online-Panel, das E-Mobilitätspanel des Instituts CENTOURIS der Universität Passau sowie über fachspezifische Online-Foren (Fokus der Foren: Elektromobilität & Erneuerbare Energie).

Inhaltlich zielte die Studie auf die Analyse zentraler **Wirtschaftlichkeitsaspekte des bidirektionalen Ladens** ab. Im Fokus standen dabei drei Dimensionen:

1. die **Bewertung der Kostenstruktur** eines herkömmlichen (unidirektionalen) Gesamtsystems (Elektrofahrzeug, Photovoltaikanlage, Wallbox, Heimenergiemanagementsystem sowie Installations- und Inbetriebnahmekosten),
2. die **Bewertung der Mehrkosten** eines bidirektionalen Gesamtsystems, insbesondere der Mehrkosten für ein rückspeisefähiges Elektrofahrzeug sowie für eine bidirektional befähigte Wallbox,
3. die **Bewertung finanzieller Mehrwerte** durch die Nutzung der bidirektionalen Anwendungsfälle **Vehicle-to-Home (V2H)** und **Vehicle-to-Grid (V2G)**, einschließlich erwarteter Einsparungen, Erlöse sowie Teilnahme- und Investitionsbereitschaft.

Zur Erhebung dieser Aspekte wurde ein **mehrstufiges Szenariodesign** eingesetzt. Den Teilnehmenden wurde zunächst ein **Grundscenario** präsentiert, das die Funktionsweise, Zielsetzung und systemischen Rahmenbedingungen des bidirektionalen Ladens erläuterte. Darauf aufbauend folgten mehrere **Teilszenarien**, die schrittweise aufeinander aufbauten und unterschiedliche wirtschaftliche Perspektiven adressierten:

- Bewertung des bidirektionalen Ladens im Allgemeinen,
- Bewertung der Kostenstruktur eines unidirektionalen Ladesystems,
- Einschätzung und Bewertung der Mehrkosten bidirektionaler Komponenten,
- Einschätzung erwarteter finanzieller Mehrwerte durch die Anwendungsfälle Vehicle-to-Home und Vehicle-to-Grid,
- erneute Bewertung unter Berücksichtigung realistisch kommunizierter Einsparungs- und Erlöspotenziale.

Die Bewertungen erfolgten überwiegend über **5-stufige Likert-Skalen** mit klar definierten Skalenendpunkten, unter anderem:

- Bekanntheit: 1 = gar nicht bekannt ... 5 = sehr gut bekannt,
- generelle Bewertung: 1 = negativ ... 5 = positiv,
- Teilnahmebereitschaft / Investitionsbereitschaft: 1 = auf keinen Fall ... 5 = auf jeden Fall,

- Einschätzung finanzieller Vorteile: 1 = sehr gering ... 5 = sehr hoch,
- Kostenbewertung: 1 = sehr niedrig ... 5 = sehr hoch.

Die statistische Auswertung erfolgte primär **deskriptiv**. Ergänzend wurden Mittelwertvergleiche entlang zweier zentraler **Aufrissgruppen** durchgeführt:

- **E-Mobilitätserfahrung:** Neulinge (≤ 1 Jahr Besitzdauer), Erfahrene (> 1 bis 4 Jahre Besitzdauer) und Routiniers (> 4 Jahre Besitzdauer),
- **Wohnsituation:** Eigentumshaus vs. kein Eigentumshaus.

Beschreibung der Stichprobe

Soziodemographisches Profil: Die Stichprobe ist überwiegend männlich (61 % männlich, 39 % weiblich). Über 55 % der Teilnehmenden sind 50 Jahre oder älter und stellen damit die größte Altersgruppe dar. Regional liegt der Schwerpunkt der Befragten in Nordrhein-Westfalen (24 %), gefolgt von Bayern (20 %) und Baden-Württemberg (12 %). Weitere Bundesländer sind jeweils mit Anteilen unter 10 % vertreten. 32 % der Teilnehmenden beschreiben ihren Lebensraum als ländlich geprägt.

Bildung und Einkommen: Hinsichtlich des Bildungsniveaus verfügen 45 % der Befragten über einen Universitäts- oder Fachhochschulabschluss, 25 % über eine Fachhochschul- oder Hochschulreife, 23 % über einen Realschulabschluss oder gleichwertigen Abschluss sowie 5 % über einen Mittelschul- bzw. Volksschulabschluss. Beim monatlichen Haushaltsnettoeinkommen liegt der häufigste Einkommensbereich bei 4.400 € bis unter 7.500 € (37 % der Befragten). Insgesamt kann das Teilnehmerfeld als überdurchschnittlich gebildet und einkommensstark beschrieben werden.

Wohnsituation und Erfahrung: 65 % der Befragten leben in einem Eigentumshaus, 35 % nicht. Bezogen auf die Besitzdauer eines (teil-)elektrischen Fahrzeugs entfallen 15 % auf Neulinge, 56 % auf Erfahrene und 29 % auf Routiniers.

Mobilitätsverhalten: Alle Teilnehmenden verfügen über mindestens ein (teil-)elektrisches Fahrzeug im Haushalt. 76 % der Haushalte besitzen mindestens ein reines Elektrofahrzeug, 31 % mindestens einen Hybrid. Zusätzlich befindet sich bei 45 % mindestens ein Pkw mit Verbrennungsmotor im Haushalt.

Ladeverhalten: Das Laden erfolgt überwiegend zuhause: 72 % geben an, ihr (teil-)elektrisches Fahrzeug überwiegend zuhause zu laden, lediglich 8 % laden gar nicht zuhause. Die Ladehäufigkeit am Eigenheim liegt bei 58 % der Befragten bei alle 1–3 Tage. Der häufigste Ladeort ist das eigene Zuhause. Die Ladedauer variiert, wobei 43 % eine Ladezeit von 4 bis unter 8 Stunden angeben. Über alle Ladeorte hinweg beträgt die durchschnittliche Ladedauer $M = 6,20$ Stunden. Ein Heimenergiemanagementsystem (HEMS) ist bislang bei 24 % der Haushalte vorhanden.

Psychographische Einordnung: Ergänzend zur soziodemographischen und verhaltensbezogenen Beschreibung wurden die Teilnehmenden hinsichtlich ihrer Technikaffinität¹, ihrer Preissensitivität sowie

¹ Zu berücksichtigen ist, dass ein Teil der Stichprobe über Fachforen bzw. ein E-Mobilitätspanel der Universität rekrutiert wurde. Diese Rekrutierungswege gehen typischerweise mit einem erhöhten

ihrer finanziellen Einstellung befragt. Die Teilnehmenden zeichnen sich insgesamt durch eine hohe Technologieaffinität aus: Die Mehrheit zeigte ein ausgeprägtes Interesse an technischen Systemen, probierte neue Funktionen gerne aus und nutzte technische Möglichkeiten aktiv. Dies deutet auf eine grundsätzlich hohe Offenheit gegenüber innovativen Technologien wie dem bidirektionalen Laden hin. Gleichzeitig zeigte sich eine ausgeprägte Preissensitivität. Viele Teilnehmende gaben an, Preise systematisch zu vergleichen und bei Anschaffungs- und Investitionsentscheidungen stark auf Kostenoptimierung zu achten. Investitionen wurden überwiegend nicht impulsiv, sondern nach sorgfältiger Abwägung getroffen. Darüber hinaus wies die Stichprobe eine bewusste und eher vorsichtige finanzielle Haltung auf. Größere Ausgaben wurden in der Regel langfristig geplant, wobei sichere und überschaubare Finanzstrategien bevorzugt wurden. Diese Einschätzung wird durch ein insgesamt hohes finanzielles Selbstmanagement ergänzt: Die Mehrheit der Befragten gab an, einen guten Überblick über ihre Einnahmen und Ausgaben zu haben und finanzielle Entscheidungen kontrolliert und überlegt zu treffen.

Kernergebnisse der Studie

Szenario Teil 1: Bewertung des bidirektionalen Ladens allgemein

Im Verlauf der Studie wurde den Teilnehmenden ein **mehrstufiges Szenario** präsentiert, das schrittweise in die Funktionsweise, Rahmenbedingungen und wirtschaftlichen Aspekte des bidirektionalen Ladens einführte. Ziel dieses Vorgehens war es, bei allen Befragten ein möglichst einheitliches Informationsniveau herzustellen und so eine fundierte Bewertung der nachfolgenden Fragestellungen zu ermöglichen.

Zu Beginn der Befragung wurde ein **GrundszENARIO** vorgestellt, das das Konzept des bidirektionalen Ladens im Allgemeinen erläuterte. Die Teilnehmenden wurden dabei gebeten, den folgenden Text aufmerksam zu lesen, da sich alle anschließenden Fragen auf den darin beschriebenen Sachverhalt bezogen:

Bitte lesen Sie den untenstehenden Text aufmerksam. Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf den beschriebenen Sachverhalt.

Der Wandel des deutschen Energiesystems (z. B. zunehmende dezentrale Stromerzeugung, Ausbau Erneuerbarer Energien, steigender Energiebedarf) schafft **neue Herausforderungen für Netzbetreiber**, wenn es darum geht, Stromerzeugung und –verbrauch im Gleichgewicht zu halten und eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die abgebildete Grafik illustriert eine innovative Ladetechnologie zum **Bidirektionalen Laden von Elektroautos**. Mittels dieser Technologie werden Elektroautos zu einem smarten Baustein im Energiesystem der Zukunft, indem sie **Strom zu Zeiten geringen allgemeinen Bedarfs zwischenspeichern (1)** und unter **hoher Netzauslastung auch wieder abgeben können (2)**.

thematischen Involvement und einer höheren Mitteilungsbereitschaft der Teilnehmenden einher, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen ist.

Für die Teilnahme am Bidirektionalen Laden ist neben dem Besitz einer entsprechenden rückspeisefähigen Ladeinfrastruktur erforderlich, dass E-Fahrerinnen und -fahrer ihr Elektroauto über deren Standzeiten hinweg an diese Lademöglichkeit anschließen und bestimmte Einstellungen zu gewünschter Abfahrtszeit und Mindestreichweite treffen. Das bidirektionale Lademanagementsystem berücksichtigt die Nutzereingaben und übernimmt die Ladesteuerung.

E-Fahrerinnen und -fahrer könnten in direkter Weise durch vergünstigten Ladestrom oder finanzielle Kompensation von bidirektionalem Laden profitieren.

Ein bidirektionales Ladesystem besteht aus mehreren zentralen Komponenten: dem rückspeisefähigen Elektrofahrzeug, das Strom nicht nur aufnehmen, sondern auch zurückspeisen kann, einer Photovoltaikanlage, die Solarstrom erzeugt, sowie einem Heimenergiemanagementsystem (HEMS), das den Energiefluss im Haushalt steuert. Über eine bidirektionale Wallbox wird das Fahrzeug mit dem Hausnetz verbunden und ermöglicht so das Be- und Entladen der Fahrzeugbatterie.

Im Anschluss an das Grundszenario wurden die Teilnehmenden gebeten, das bidirektionale Laden im Allgemeinen zu bewerten. Dabei standen insbesondere die **Bekanntheit der Technologie**, die **grundsätzliche Bewertung** sowie die **Bereitschaft zur Teilnahme** im Fokus der anschließenden Befragung.

Bekanntheit. Die Bekanntheit der bidirektionalen Ladetechnologie wurde auf einer 5-stufigen Skala erhoben (1 = gar nicht bekannt, 5 = sehr gut bekannt). Insgesamt ergibt sich ein moderates Bekanntheitsniveau von $M = 3,41$. Teilnehmende mit Eigentumshaus weisen höhere Bekanntheitswerte auf ($M = 3,51$) als Teilnehmende ohne Eigentum ($M = 3,23$); dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p = .011$). Auch nach Erfahrung zeigen sich deutliche Unterschiede: Neulinge ($M = 2,68$), Erfahrene ($M = 3,24$) und Routiniers ($M = 4,12$). Die Unterschiede zwischen allen drei Gruppen sind (sehr) hoch signifikant ($p < .001$ bzw. $p = .002$).

Generelle Bewertung. Die generelle Bewertung des bidirektionalen Ladens (1 = negativ, 5 = positiv) fällt klar positiv aus ($M = 4,15$). Nach Erfahrung bewerten Neulinge ($M = 4,04$) und Erfahrene ($M = 4,09$) die Technologie etwas zurückhaltender als Routiniers ($M = 4,32$); der Unterschied zwischen Erfahrenen und Routiniers ist signifikant ($p = .028$). Nach Wohnsituation zeigen sich keine relevanten Unterschiede (Eigentum $M = 4,17$, kein Eigentum $M = 4,12$).

Grundsätzliche Teilnahmebereitschaft. Die grundsätzliche Bereitschaft zur Teilnahme am bidirektionalen Laden (1 = auf keinen Fall, 5 = auf jeden Fall) liegt insgesamt bei $M = 3,90$. Routiniers weisen mit $M = 4,15$ die höchste Teilnahmebereitschaft auf und unterscheiden sich signifikant von Neulingen ($M = 3,76$; $p < .05$) sowie von Erfahrenen ($M = 3,80$; $p = .003$).

Motivationsfaktoren. Finanzielle Anreize stellen mit $M = 4,83$ den stärksten Motivationsfaktor dar, gefolgt von effizienterer Energienutzung ($M = 4,74$) und dem Beitrag zur Energiewende ($M = 4,46$).

Bedenken und Unsicherheiten. 34 % der Befragten geben an, Bedenken oder Unsicherheiten gegenüber der Nutzung zu haben. Am häufigsten genannt werden Batterieverschleiß bzw. verkürzte Lebensdauer (86 Nennungen), hohe Kosten bzw. fragliche Wirtschaftlichkeit (45 Nennungen), eingeschränkte Reichweite/Flexibilität (24 Nennungen) sowie technologische bzw. sicherheitsbezogene Risiken (11 Nennungen).

Szenario Teil 2: Bewertung der Kostenstruktur

In der **zweiten Stufe des Szenarios** wurden die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des bidirektionalen Ladens vertieft betrachtet. Diese Szenariostufe gliederte sich in **drei inhaltlich aufeinander aufbauende Teile**, die unterschiedliche Aspekte der Kostenstruktur und der Mehrkosten eines bidirektionalen Gesamtsystems adressierten.

Der **erste Teil der zweiten Szenariostufe (Szenario 2.1)** fokussierte zunächst die **Kostenstruktur eines herkömmlichen, unidirektionalen Ladesystems** im Privathaushalt. Ziel war es, eine Referenzbasis zu schaffen, vor deren Hintergrund die später dargestellten Mehrkosten bidirektionaler Komponenten eingeordnet und bewertet werden konnten. Das Szenario 2.1 lautete dabei wie folgt:

Ein herkömmliches (unidirektionales) Ladesystem im Privathaushalt umfasst mehrere technische Komponenten, die gemeinsam den Stromfluss zwischen Haus, Fahrzeug und Netz ermöglichen. **Die folgenden Werte stellen durchschnittliche Investitionskosten dar:**

• **Elektrofahrzeug:**

Die Kosten für Elektrofahrzeuge variieren je nach Fahrzeugklasse und in Abhängigkeit von gewähltem Modell und dessen Ausstattung. So sind elektrische Kleinwagen bereits ab unter 20.000 € erhältlich, während Mittelklasse-Modelle bei etwa 40.000 € beginnen. Oberklasse-Elektroautos können über 100.000 € kosten.

• **Photovoltaikanlage (PV-Anlage):**

Für eine typische Anlage mit ca. 10–12 kWp Leistung fallen rund ca. 11.000 € bis 13.000 € an.

• **Wallbox:**

Eine herkömmliche (unidirektionale) Wallbox der Mittelklasse kostet etwa 500 € bis 1.000 €.

• **Heimenergiemanagementsystem (HEMS):**

Die Kosten für ein HEMS betragen durchschnittlich 400 € bis 600 €.

• **Installations- und Inbetriebnahmekosten:**

Die Installation, technische Anmeldung und Inbetriebnahme des Gesamtsystems verursachen im Durchschnitt weitere 3.000 € bis 4.000 €.

Hinweis: Die tatsächlichen Kosten sind natürlich von verschiedenen Faktoren abhängig (bspw. Vorbesitz einzelner Systemkomponenten, Hersteller und Modell der einzelnen Komponenten).

Die **Gesamtkosten eines bidirektionalen Ladesystems** wurden im Durchschnitt mit einem Mittelwert von $M = 3,74$ beurteilt und damit im Bereich „angemessen bis eher hoch“ eingeordnet.

Bei der Betrachtung der **Einzelkomponenten** zeigte sich, dass insbesondere die Installations- und Inbetriebnahmekosten mit $M = 3,94$ sowie die Kosten für das Elektrofahrzeug mit $M = 3,73$ im oberen Skalenbereich verortet wurden. Die Kosten für die Photovoltaikanlage ($M = 3,54$), das Heimenergiemanagementsystem (HEMS) ($M = 3,32$) und die unidirektionale Wallbox ($M = 3,20$) wurden etwas moderater eingeschätzt, lagen jedoch ebenfalls überwiegend oberhalb des Skalenmittelpunkts.

Insgesamt verdeutlichten die Ergebnisse, dass die Anschaffungskosten eines unidirektionalen Ladesystems von den Befragten mehrheitlich als finanziell anspruchsvoll, jedoch nicht als übermäßig hoch wahrgenommen wurden, wobei insbesondere Installation und Fahrzeug als die kostenintensivsten Bestandteile galten.

Im **zweiten Teil der zweiten Szenariostufe (Szenario 2.2)** wurde der Blick gezielt auf die **zusätzlichen Investitionskosten eines bidirektionalen Gesamtsystems** gelenkt. Im Fokus standen dabei insbesondere die erwarteten Mehrkosten für ein **rückspeisefähiges Elektrofahrzeug** sowie für eine **bidirektional befähigte Wallbox** im Vergleich zu herkömmlichen, unidirektionalen Komponenten. Das Szenario 2.2 wurde den Teilnehmenden wie folgt präsentiert:

Im Vergleich zum herkömmlichen Laden von Elektrofahrzeugen kann die **Anschaffung eines bidirektionalen Ladesystems** mit **zusätzlichen Kosten** verbunden sein. So sind **Elektrofahrzeuge mit Rückspeisefunktion** häufig **teurer als Standardmodelle** ohne diese Funktion (unidirektionale Fahrzeuge).

Auch der Kauf einer **bidirektional befähigten Wallbox** kann im Vergleich zu klassischen Ladestationen **höhere Investitionskosten** verursachen.

Bitte **schätzen Sie** im Folgenden die **zusätzlichen Kosten** für die beiden genannten Komponenten.

Bei beiden Komponenten zeigte sich eine sehr hohe **Spannweite** der genannten Kostenschätzungen nach oben, insbesondere durch einzelne sehr hohe Angaben. Diese Ausreißerwerte haben das Potenzial, den arithmetischen Mittelwert nach oben zu verzerren. Aus diesem Grund wurden neben dem Mittelwert stets auch die **Medianwerte**² berichtet.

Für ein **rückspeisefähiges Elektrofahrzeug** erwartete die Mehrheit der Befragten Mehrkosten im Bereich mehrerer Tausend Euro. Konkret gaben 48 % der Teilnehmenden an, Mehrkosten zwischen 1.001 € und 5.000 € zu erwarten. Weitere 13 % rechneten mit Mehrkosten zwischen 5.001 € und 10.000 €, während 2 % sogar von Mehrkosten von über 10.000 € ausgingen. Geringere Mehrkosten von 101 € bis 1.000 € erwarteten 24 %, während 6 % Mehrkosten im Bereich von 1 € bis 100 € angaben. 7 % der Befragten gingen von keinen zusätzlichen Kosten aus. Insgesamt ergab sich für das rückspeisefähige Elektrofahrzeug ein durchschnittlich erwarteter Mehrkostenwert von $M = 3.460$ € bei einem Median von 2.000 €.

² Der Median ist gegenüber Ausreißern robust und kennzeichnet denjenigen Wert, der die Verteilung in zwei gleich große Hälften teilt (50 % der Beobachtungen liegen darunter, 50 % darüber).

Die erwarteten Mehrkosten für eine **bidirektionale Wallbox** fielen deutlich geringer aus. Der größte Anteil der Teilnehmenden (42 %) schätzte die Mehrkosten auf 101 € bis 500 €. Weitere 24 % gingen von Mehrkosten zwischen 501 € und 1.000 € aus, während ebenfalls 24 % Mehrkosten von über 1.000 € erwarteten. 8 % rechneten mit sehr geringen Mehrkosten von 1 € bis 100 €, und lediglich 2 % gaben an, keine Mehrkosten zu erwarten. Der durchschnittlich geschätzte Mehrkostenwert für die bidirektionale Wallbox lag bei $M = 990$ €, der Median bei 500 €.

Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse, dass die Befragten für ein rückspeisefähiges Elektrofahrzeug **deutlich höhere Zusatzkosten erwarteten als für eine bidirektionale Wallbox**. Während sich die Kostenerwartungen beim Fahrzeug überwiegend im Bereich mehrerer Tausend Euro bewegten, lagen die erwarteten Mehrkosten für die Wallbox zumeist im unteren bis mittleren dreistelligen Bereich.

Der **dritte Teil der zweiten Szenariostufe (Szenario 2.3)** diente dazu, die zuvor von den Teilnehmenden geschätzten Mehrkosten in einen **realistischeren Markt- und Anwendungskontext** einzuordnen. Zu diesem Zweck wurden aktuelle, praxisnahe Richtwerte zu den tatsächlichen Mehrkosten bidirektionaler Komponenten vorgestellt. Auf dieser Basis sollten die Befragten die Höhe der **konkret genannten Mehrkosten** für ein bidirektional befähigtes Elektrofahrzeug sowie für eine bidirektional befähigte Wallbox bewerten. Das Szenario 2.3 wurde den Teilnehmenden wie folgt präsentiert:

Im Vergleich zu herkömmlichen Elektrofahrzeugen liegt der **Preisaufschlag bei bidirektionalen Elektrofahrzeugen** derzeit bei bis zu 1000 €. Für eine **bidirektionale Wallbox** sind im Durchschnitt etwa 2.000 € bis 3.000 € einzuplanen – das entspricht einem Mehrpreis von rund 1.500 € bis 2.000 € im Vergleich zu einer unidirektional ladenden Wallbox.

Wie beurteilen Sie die Höhe der Mehrkosten für ein bidirektional befähigtes Elektrofahrzeug und eine bidirektional befähigte Wallbox?

Die **Mehrkosten für ein bidirektionales Elektrofahrzeug** wurden überwiegend im mittleren Skalenbereich eingeordnet. 41 % der Befragten bewerteten diese als angemessen, weitere 23 % als eher hoch und 11 % als sehr hoch. Demgegenüber stuften 18 % die Mehrkosten als eher niedrig und 4 % als sehr niedrig ein; 3 % gaben an, keine Einschätzung vornehmen zu können. Insgesamt ergab sich für das bidirektionale Elektrofahrzeug ein durchschnittlicher Bewertungswert von $M = 3,21$, was einer Einschätzung im Bereich „angemessen bis eher hoch“ entspricht.

Die **Mehrkosten für eine bidirektionale Wallbox** wurden deutlich höher eingeschätzt. 38 % der Teilnehmenden bewerteten diese als eher hoch und 40 % als sehr hoch. Weitere 18 % stuften die Mehrkosten als angemessen ein. Lediglich ein sehr kleiner Anteil bewertete die Mehrkosten als eher niedrig oder sehr niedrig, während 3 % keine Einschätzung abgaben. Insgesamt ergab sich für die bidirektionale Wallbox ein deutlich höherer Mittelwert von $M = 4,19$, entsprechend einer Bewertung im Bereich „eher hoch bis sehr hoch“.

Szenario Teil 3: Die Anwendungsfälle Vehicle-to-Home und Vehicle-to-Grid

Die **dritte Szenariostufe** diente der Einführung und Erläuterung der zentralen **Use Cases des bidirektionalen Ladens**, namentlich **Vehicle-to-Home (V2H)** und **Vehicle-to-Grid (V2G)**. Den Teilnehmenden wurde hierzu der folgende Szenariotext vorgelegt:

Bidirektionales Laden ermöglicht Privathaushalten die Nutzung des Konzepts **Vehicle-to-Grid (V2G)**. Zu Zeiten hoher Netzlast oder wenn der allgemeine Strombedarf steigt, kann Strom aus der Autobatterie des Elektrofahrzeugs, welcher beispielsweise mit einer eigenen PV-Anlage produziert wurde, zurück in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Dies trägt zur Stabilisierung des Stromnetzes bei und kann für den Haushalt finanzielle Vorteile durch Vergütung für eingespeisten Strom bieten. Zusätzlich unterstützt das Elektrofahrzeug die Netzstabilität und fördert die Integration erneuerbarer Energien in das Stromversorgungssystem.

Das bidirektionale Laden bietet zudem Privathaushalten die Möglichkeit, das Konzept **Vehicle-to-Home (V2H)** zu nutzen. Dabei wird überschüssiger Solarstrom aus der eigenen Photovoltaikanlage im Elektrofahrzeug gespeichert. In Zeiten geringer Solarstromproduktion, etwa während der Nacht, kann dieser Strom aus der Fahrzeugbatterie zurück in das Haushaltsnetz eingespeist werden. Dadurch wird das Fahrzeug mit selbsterzeugtem, emissionsfreiem Solar-Strom geladen, was die Energiekosten senkt. Zudem kann das Elektrofahrzeug als Ersatz oder Ergänzung zu herkömmlichen Heimspeichern dienen und so die Energienutzung im Haushalt effizienter gestalten.

→ Bitte geben Sie die geschätzte Summe an, die sich ergibt, aus:

- **Erlösen** aus der Einspeisung von Strom ins öffentliche Netz via **Vehicle-to-Grid**
- **Einsparungen** bei Ihren Energiekosten durch **Vehicle-to-Home**.

Über alle Teilnehmenden hinweg lag der **durchschnittlich erwartete finanzielle Mehrwert** bei $M = 633,84$ € pro Jahr, der Median betrug 500 €. Die Angaben wiesen insgesamt eine sehr hohe Streuung auf. 131 Teilnehmende konnten keine Angabe zum erwarteten finanziellen Mehrwert machen. Zudem gaben 55 Teilnehmende einen erwarteten Mehrwert von 0 € an und gingen somit von keinem finanziellen Vorteil durch die Nutzung der bidirektionalen Ladetechnologie aus.

Bei der Betrachtung nach **Wohnsituation** zeigte sich, dass Teilnehmende mit Eigentumshaus im Durchschnitt einen geringeren finanziellen Mehrwert erwarteten ($M = 596,35$ €) als Teilnehmende ohne Eigentumshaus ($M = 709,55$ €).

Auch nach **Erfahrung mit Elektromobilität** unterschieden sich die Erwartungen: Neulinge erwarteten im Mittel einen jährlichen Mehrwert von $M = 587,10$ €, Erfahrene von $M = 706,32$ €, während Routiniers mit $M = 534,22$ € die geringsten finanziellen Mehrwerte angaben.

Szenario Teil 4: Einsparungs- und Erlöspotenziale der Bidirektionalen Ladetechnologie

In der **vierten Szenariostufe** wurden die **möglichen Einsparungs- und Erlöspotenziale** der bidirektionalen Ladetechnologie thematisiert. Den Teilnehmenden wurde hierzu folgender Szenariotext vorgelegt:

Aktuelle Studien zur praxisnahen Nutzung der bidirektionalen Ladetechnologie zeigen, dass durch die Kombination von Vehicle-to-Home (V2H) und Vehicle-to-Grid (V2G) **jährliche Einsparungen und Einnahmen von bis zu 920 € möglich sind**.

Konkret können Haushalte durch die **Nutzung von selbst erzeugtem Solarstrom im eigenen Haushalt (V2H) bis zu 420 € pro Jahr** sparen. Zusätzlich lassen sich durch die **Einspeisung von Strom ins öffentliche Netz (V2G)** weitere Einnahmen von **bis zu 500 € jährlich** erzielen, insbesondere bei Nutzung dynamischer Stromtarife und Teilnahme am Stromhandel.

Hinweis: Die tatsächlichen Einsparungen und Erlöse durch bidirektionales Laden hängen stark von den individuellen Gegebenheiten eines Haushalts ab – etwa vom Stromverbrauch, der Größe der Solaranlage, dem Fahrverhalten oder der Teilnahme an flexiblen Stromtarifen. So kann ein Haushalt mit hohem Eigenverbrauch und regelmäßiger Netzeinspeisung deutlich mehr profitieren als ein Haushalt, bei dem das Fahrzeug tagsüber selten am Ladepunkt ist.

Nach dieser Erläuterung wurden die Teilnehmenden gebeten, (1) ihre **Teilnahmebereitschaft**, (2) die **Einschätzung der tatsächlichen finanziellen Vorteile** sowie (3) ihre **Investitionsbereitschaft** hinsichtlich der bidirektionalen Ladetechnologie unter Berücksichtigung der damit einhergehenden Wirtschaftlichkeitsaspekte (Kosten und finanzielle Mehrwerte) zu bewerten.

Teilnahmebereitschaft. Die Teilnahmebereitschaft am bidirektionalen Laden wurde auf einer 5-stufigen Skala erhoben (1 = auf keinen Fall, 2 = eher nein, 3 = teils-teils, 4 = eher ja, 5 = auf jeden Fall). Über alle Teilnehmenden hinweg lag der Mittelwert bei $M = 3,53$ und damit leicht oberhalb des Skalenmittelpunkts.

Im Vergleich der Wohnsituation zeigte sich eine höhere Teilnahmebereitschaft bei Personen mit Eigentumshaus ($M = 3,58$) gegenüber Teilnehmenden ohne Eigentumshaus ($M = 3,42$). Auch nach Erfahrung mit Elektromobilität ergaben sich Unterschiede: Neulinge wiesen einen Mittelwert von $M = 3,38$ auf, Erfahrene von $M = 3,48$, während Routiniers mit $M = 3,70$ die höchste Teilnahmebereitschaft zeigten.

Im Vergleich zur grundsätzlichen Teilnahmebereitschaft ohne Kenntnis konkreter Use-Cases und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, die in Szenario Teil 1 bei einem Mittelwert von $M = 3,90$ lag, fiel die Teilnahmebereitschaft nach Einführung der realistischen Einsparungs- und Erlöspotenziale geringer aus ($M = 3,53$). Dieser Rückgang zeigte sich sowohl in der Gesamtbeurteilung als auch konsistent über alle betrachteten Aufrißgruppen hinweg (Wohnsituation sowie Erfahrung mit Elektromobilität).

Einschätzung der tatsächlichen finanziellen Vorteile. Die realistischen finanziellen Vorteile des bidirektionalen Ladens (jährliche Einsparungen und Einnahmen von bis zu 920 €) wurden auf

einer 5-stufigen Skala bewertet (1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = hoch, 5 = sehr hoch). Insgesamt lag die Einschätzung mit einem Mittelwert von $M = 2,86$ im Bereich „eher gering bis mittel“.

Teilnehmende mit Eigentumshaus bewerteten die finanziellen Vorteile im Durchschnitt mit $M = 2,80$, während Teilnehmende ohne Eigentumshaus einen etwas höheren Wert von $M = 2,97$ angaben. Dieser Unterschied erwies sich als statistisch signifikant ($p = .023$).

Auch zwischen den Erfahrungsgruppen zeigten sich Unterschiede: Neulinge bewerteten die Vorteile mit $M = 2,83$, Erfarene mit $M = 2,90$, während Routiniers mit $M = 2,78$ die niedrigsten Werte aufwiesen.

Investitionsbereitschaft. Die Investitionsbereitschaft wurde ebenfalls auf einer 5-stufigen Skala erhoben (1 = auf keinen Fall, 5 = auf jeden Fall). Über alle Teilnehmenden hinweg lag der Mittelwert bei $M = 3,25$ und damit leicht im positiven Bereich.

Nach Wohnsituation zeigten sich geringfügige Unterschiede: Teilnehmende mit Eigentumshaus erreichten einen Mittelwert von $M = 3,29$, Teilnehmende ohne Eigentumshaus von $M = 3,16$. Deutlichere Unterschiede ergaben sich nach Erfahrung mit Elektromobilität: Neulinge wiesen einen Mittelwert von $M = 3,10$ auf, Erfarene von $M = 3,19$, während Routiniers mit $M = 3,41$ die höchste Investitionsbereitschaft zeigten.

Use-Case-Präferenzen im Kontext der Wirtschaftlichkeitsaspekte

Im Anschluss an die Bewertung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wurden die Teilnehmenden gebeten, ihre **Präferenz hinsichtlich der Nutzung der Anwendungsfälle Vehicle-to-Home (V2H) und Vehicle-to-Grid (V2G)** anzugeben. Dabei konnten sie zwischen einer ausschließlichen Nutzung von V2H, einer ausschließlichen Nutzung von V2G, einer kombinierten Nutzung beider Use-Cases oder der Ablehnung beider Anwendungsfälle wählen. Ergänzend wurden offene Begründungen zur jeweiligen Präferenz erhoben.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine **kombinierte Nutzung von V2H und V2G** von den Teilnehmenden am häufigsten bevorzugt wurde. 49 % der Befragten gaben an, beide Anwendungsfälle nutzen zu wollen. Eine ausschließliche Nutzung von V2H wurde von 20 % präferiert, während lediglich 9 % eine ausschließliche Nutzung von V2G angaben. 18 % der Teilnehmenden zeigten kein Interesse an der Nutzung der beiden Use-Cases.

Teilnehmende, die **ausschließlich V2H präferierten**, begründeten dies vor allem mit wirtschaftlichen Vorteilen durch Eigennutzung von Strom, einem höheren Maß an Kontrolle und Planbarkeit sowie dem Wunsch nach größerer Autarkie im Haushalt. V2H wurde als einfacher, transparenter und risikoärmerer Anwendungsfall wahrgenommen.

Die Präferenz für eine **ausschließliche Nutzung von V2G** wurde primär mit der Möglichkeit zusätzlicher Erlöse durch Stromrückspeisung begründet. Teilnehmende nannten zudem die bedarfsgerechte Nutzung sowie den Beitrag zur Netzstabilisierung, wobei dieser Use-Case insgesamt als komplexer und weniger kontrollierbar eingeschätzt wurde.

Teilnehmende, die **beide Use-Cases kombinieren** wollten, sahen darin vor allem einen höheren wirtschaftlichen Gesamtnutzen sowie eine größere Flexibilität. Zusätzlich spielten ökologische Motive und ein grundsätzliches Interesse an beiden Anwendungsfällen eine wichtige Rolle. Die Kombination wurde häufig als wirtschaftlich sinnvollste Option wahrgenommen.

Die **Ablehnung beider Anwendungsfälle** wurde überwiegend mit zu hohen Kosten, einer als unzureichend eingeschätzten Wirtschaftlichkeit sowie mit fehlender technischer oder struktureller Passung zur eigenen Situation begründet. Auch ein mangelnder persönlicher Nutzen wurde häufig genannt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen eine insgesamt **positive Bewertung des bidirektionalen Ladens** ($\emptyset \approx 4,1$). Die grundsätzliche Teilnahmebereitschaft lag ohne Kenntnis konkreter Use-Cases und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen bei $M = 3,90$. Nach Einführung realistischer Wirtschaftlichkeitsinformationen sank sie auf $M = 3,53$, konsistent über alle betrachteten Teilgruppen hinweg.

Die Kosten eines unidirektionalen Ladesystems wurden überwiegend als angemessen bis eher hoch eingeschätzt ($M = 3,74$). Als **zentrale Hürde** erwiesen sich die Mehrkosten bidirektionaler Komponenten, insbesondere der bidirektionalen Wallbox, die als hoch bis sehr hoch bewertet wurde ($M = 4,19$). Der erwartete jährliche finanzielle Mehrwert aus der kombinierten Nutzung von V2H und V2G lag im Mittel bei 633,84 € (Median: 500 €), der tatsächliche jährliche finanzielle Mehrwert von bis zu 902€ wurde jedoch insgesamt nur als eher gering bis mittel eingeschätzt ($M = 2,86$).

Hinsichtlich der Nutzungsszenarien bevorzugte die Mehrheit eine **kombinierte Nutzung von V2H und V2G**, während eine ausschließliche Nutzung von V2G eine untergeordnete Rolle spielte. Die grundsätzliche Investitionsbereitschaft lag insgesamt leicht im positiven Bereich ($M = 3,25$), mit höheren Werten bei erfahrenen Nutzergruppen.

Handlungsimplicationen

Aus den Ergebnissen der Studie ergeben sich mehrere zentrale Handlungsimplicationen. Eine wesentliche Rolle kommt dabei der **transparenten Wirtschaftlichkeitskommunikation** zu. Realistische Erlös- und Einsparpotenziale sollten klar und nachvollziehbar kommuniziert werden, um Fehleinschätzungen zu korrigieren und die Investitionsbereitschaft potenzieller Nutzerinnen und Nutzer zu unterstützen.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass **Kostenbarrieren**, insbesondere im Zusammenhang mit bidirektionalen Wallboxen, eine zentrale Rolle spielen. Förderungen, Bundle-Pakete oder günstigere Einstiegslösungen können dazu beitragen, die wahrgenommenen Mehrkosten im Vergleich zu unidirektionalen Ladelösungen zu adressieren und die Attraktivität der Technologie zu erhöhen.

Ein weiterer zentraler Aspekt betrifft die **gezielte Adressierung bestehender Bedenken**. Kommunikations- und Servicekonzepte sollten darauf ausgerichtet sein, Unsicherheiten hinsichtlich

Batterieverbrauch, technischer Komplexität und Mobilitätsverfügbarkeit aktiv aufzugreifen und abzubauen, um Vertrauen in die Technologie zu stärken.

Schließlich weisen die Ergebnisse darauf hin, dass **erfahrene Nutzerinnen und Nutzer („Routiniers“)** **als Multiplikatoren** eine besondere Bedeutung haben. Da diese Gruppe die höchsten Akzeptanzwerte aufweist, eignet sie sich besonders als Early-Adopter-Zielgruppe und kann als Referenzgruppe für die Einordnung und Verbreitung der bidirektionalen Ladetechnologie dienen.