



harmon|E

UN|IT|E²

Reallabor für verNETZte E-Mobilität

Zukunftsfähiges Laden und Entladen von Elektrofahrzeugen

Ergebnisse und Empfehlungen
aus den Feldtests des Cluster Harmon-E

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Herausgeber



Am Blütenanger 71 | D-80995 München
+49 (0)89 158121-0
info@ffe.de
www.ffe.de

Erscheinungsdatum: November 2024

Förderkennzeichen: 01MV21UN01

Hauptautor:innen: Adrian Ostermann (FfE), Patrick Vollmuth (FfE)

Autor:innen: Annike Abromeit (EEBus), Carina Behringer (PPC),
Marius Boldt (EEBus), Corinna Braun (Universität Passau),
Jeremias Hawran (FfE), Philipp Hofmann (Mercedes-Benz),
Jakob Jäger (EWE Netz), Cayan Karatas (Mercedes-Benz),
Fabian Krug (Viessmann Climate Solutions SE),
Isabel-Sophie Lazarovici (Universität Passau), Wiegand Lütjen (EWE Netz),
Jürgen Neubarth (Tennet), Hans Ruland (PPC),
Dirk Scheuermann (Fraunhofer SIT), Jonathan Stancke (Fraunhofer SIT),
Lukas Veit (The Mobility House)

Teilprojektleitung Harmon-E: Adrian Ostermann (FfE), Patrick Vollmuth (FfE)

Das Forschungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (Förderkennzeichen: 01MV21UN01 (FfE GmbH), 01MV21UN11 (FfE e.V.)). Träger des auf Projekts ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger).





Inhaltsverzeichnis

Was ist Harmon-E?	6
Die Systemarchitektur	8
Was wurde im Feld erprobt?	10
Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen	20
Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt	26

Was ist Harmon-E?

Das Cluster Harmon-E ist ein Teilprojekt des deutschlandweiten Forschungsprojekts unIT-e². Über 30 Partnerunternehmen und Forschungseinrichtungen haben in unIT-e² die optimale Integration von Elektrofahrzeugen in das zukünftige Energiesystem untersucht und in Feldtests das intelligente Laden erprobt.

Das Projekt unIT-e² lief über einen Zeitraum von 3 ½ Jahren (von Mitte 2021 bis Anfang 2025) und wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert.

Der Fokus der Projektarbeiten im Cluster Harmon-E lag auf der Erprobung komplexer Anwendungsfälle (so genannter Use Cases) des intelligent gesteuerten Ladens von Elektrofahrzeugen im Zusammenspiel mit weiteren Komponenten (PV-Anlagen, Wärmepumpen, Hausspeichern und intelligenter Messsysteme (iMSys)) in realer Umgebung. Um die Integration der Elektromobilität in das Energiesystem zu befähigen, wurden in Harmon-E diejenigen Use Cases zur Erprobung ausgewählt, die einen zusätzlichen Mehrwert für das Energiesystem darstellen. Diese Use Cases können förderlich für die Strommärkte sein (marktdienlich), die Stromnetze entlasten bzw. vor Überlastung schützen (netzdienlich) oder das Energiesystem insgesamt stabilisieren (systemdienlich).

Gleichzeitig ist es für die erfolgreiche, massenfähige Umsetzung der Use Cases unabdingbar, dass sich für die beteiligten Akteure wirtschaftliche Vorteile ergeben. Der sich ergebende Zielkonflikt aus Mehrwerten für das Energiesystem und wirtschaftlichen Anreizen für Akteure und Nutzer:innen wurde in Harmon-E adressiert und durch eine die Use Case Erprobung begleitende Nutzer:innen-Forschung unterstützt.

Ziel der Use Case Erprobung in Feldtests war es, Blaupausen für technisch skalierbare Lösungen der Use Cases zu schaffen. In drei Feldtest-Regionen (siehe Deutschland-Grafik nächste Seite) wurden unterschiedliche, auf technischen Standards basierende Prozessketten aufgebaut und erprobt. Zusätzlich zur Erprobung von Use Cases des intelligent gesteuerten Ladens in drei Feldtest-Regionen wurden in einer Laborumgebung Use Cases des bidirektionalen Ladens – also die Möglichkeit, Strom auch aus dem Elektrofahrzeug zu entladen – technisch entwickelt und getestet.

Die technische Umsetzung aller in Harmon-E erprobten Use Cases sowie die dabei identifizierten Erkenntnisse werden auf den nachfolgenden Seiten übersichtlich beschrieben.

Feldtests an 19 privaten Eigenheimen

- 19 Privatkund:innen in zwei unterschiedlichen Ortsnetzen von EWE Netz
- Bereitstellung von Ladepunkten und Mercedes-Elektrofahrzeugen (falls nicht bereits vorhanden)
- Nutzer:innen mit unterschiedlichen Voraussetzungen (Haushaltsverbräuche, Batteriespeicher, PV-Anlagen, etc.)
- Fokus auf Erprobung von marktoptimiertem Laden (variable Stromtarife) unter Einhaltung von Netzrestriktionen - netzorientierte Steuerung nach § 14a EnWG

Feldtests an einem privaten Eigenheim mit steuerbarer Wärmepumpe

- Privatkunde mit einer Wärmepumpe und einem stationären Batteriespeicher der Firma Viessmann plus PV-Anlage
- Zusätzliche Bereitstellung und Installation eines Ladepunktes und eines Mercedes-Elektrofahrzeugs
- Variable Stromtarife unter Einhaltung von § 14a EnWG, PV-Eigenverbrauchsoptimierung und Erbringung von Redispatch

Feldtests am Gewerbe/Arbeitsplatz

- Firma Wernsing in Addrup (Essen, Oldenburg)
- Bereitstellung von 10 Ladepunkten und einer Mercedes-Elektrofahrzeugflotte
- Fokus auf Erprobung von marktoptimiertem Laden (Spotmarkt-basierte Beschaffung) unter Einhaltung von Netzrestriktionen - netzorientierte Steuerung nach § 14a EnWG - und Peak Shaving
- Auswertung der Tests, Verbesserung von Prognose-services (Abfahrzeitpunkt), Nutzer:innen-Forschung

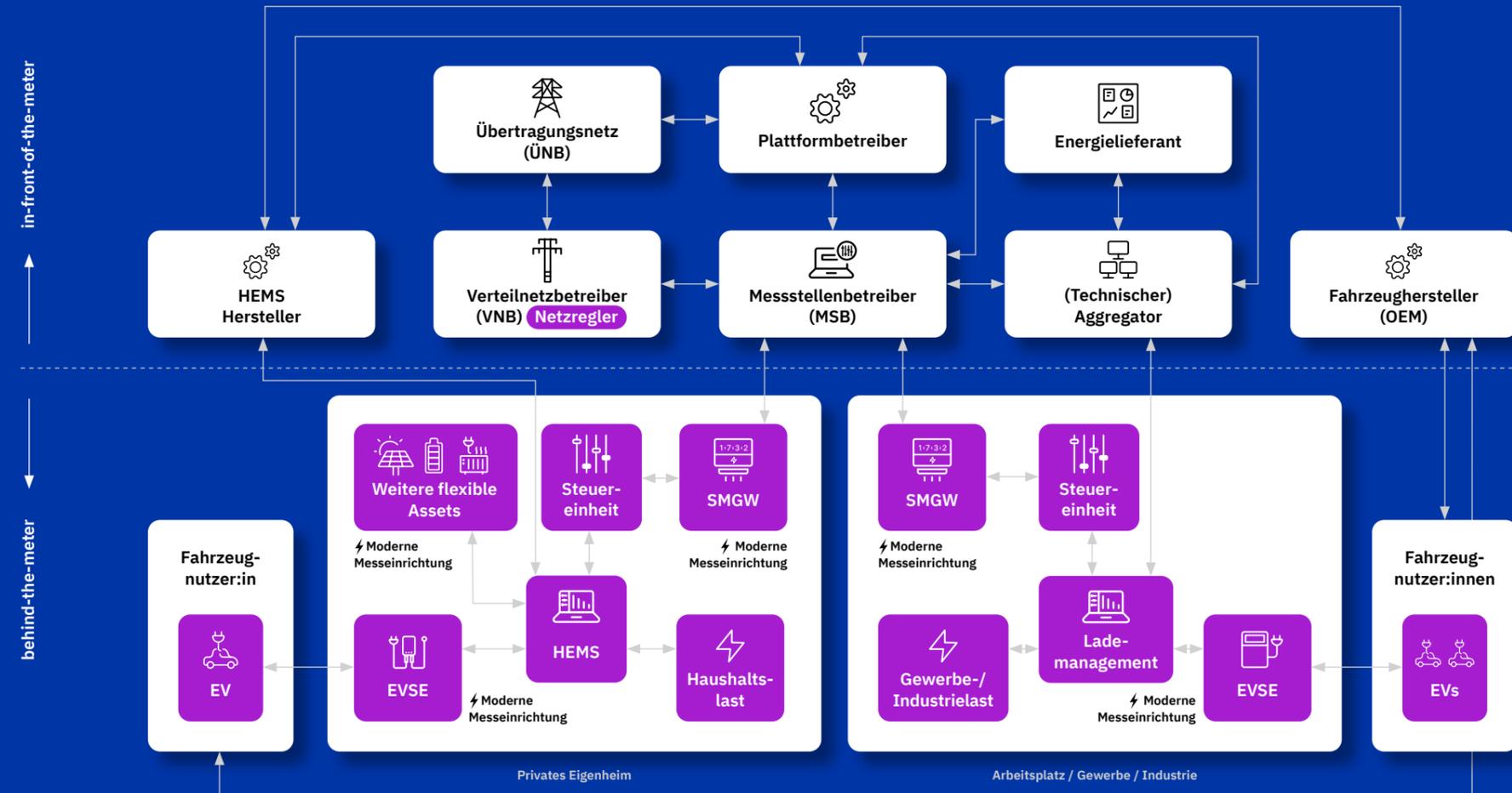
Labortests zum bidirektionalen Laden

- Zwei Laboraufbauten in der Nähe von Stuttgart
- Bereitstellung einer bidirektionalen DC-Wallbox und eines bidirektional-ladefähigen Mercedes-Elektrofahrzeugs (Prototyp)
- Installation eines Batteriespeichers, Energiesystems (beides Viessmann), SMGWs (PPC); Simulation von Verbrauch und PV-Erzeugung, eigener Stromliefervertrag (TMH)
- Fokus auf Erprobung von marktoptimiertem Laden unter Einhaltung von Netzrestriktionen (§ 14a EnWG), PV-Eigenverbrauchsoptimierung und Notstromversorgung (Insel-Betrieb)



Die Systemarchitektur

HEMS: Home-Energiemanagementsystem
 EV: Elektrofahrzeug (Electric Vehicle)
 EVSE: Ladestation (Electric Vehicle Supply Equipment)
 SMGW: Smart-Meter Gateway



<https://sysarc.ffe.de>

Was wurde im Feld erprobt?



Feldversuch in der Niederspannung im Umfeld von Einfamilienhäusern

In der Region Oldenburg wurden im Rahmen des Feldversuchs zwei ausgewählte Ortsnetze digitalisiert, um eine Messung an den Ortsnetztransformatoren und Kabelverteilerstationen zu ermöglichen. Der Fokus des Feldversuchs lag dabei auf der intelligenten Ladesteuerung von Elektrofahrzeugen und dem Zusammenspiel mit den Verteilnetzen. Hierzu wurden bei 19 privaten Elektrofahrzeug-Nutzer:innen intelligente Messsysteme (iMSys) zur Messung und Steuerung verbaut und in die Systeme von EWE-Netz integriert.

Engpasserkennung und netzdienliche Steuerung (EnWG §14a)

- Transparenz in der Niederspannung herstellen
- Automatische Detektion von strom- und spannungsbedingten Engpass-situationen im Niederspannungsnetz
- Durchführung netzorientierter Steuerungsmaßnahmen zur Reduzierung von Lastspitzen in der Niederspannung
- Aufbau und Validierung der technischen Wirkkette von Verteilnetzbetreiber, über das intelligente Messsystem und die Steuereinheit des Messstellenbetreibers, bis zu den technischen Komponenten und dem Fahrzeug der Nutzer:innen

Marktdienliche Steuerung (Dynamische Strompreise):

- Kommunikation von Börsenstrompreisen an das Heimenergiemanagementsystem (HEMS)
- Automatische Ermittlung von günstigen Ladezeitpunkten
- Parallelbetrieb von netz- und marktdienlicher Flexibilitätsnutzung
- Nutzer:innen-Experience und Akzeptanzumfragen



Feldversuch bei Industriebetrieb Wernsing Feinkost

Am Hauptstandort der Firma Wernsing Feinkost in Essen (Oldenburg) wurden während des laufenden Betriebs diverse Use Cases des gesteuerten Ladens erprobt. Im Fokus standen folgende Use Cases: Netzdienliches Laden, Peak-Shaving und marktorientiertes Laden. Hierfür wurden zehn vollelektrische Mercedes-Benz Fahrzeuge den Wernsing Proband:innen zur Verfügung gestellt, die hauptsächlich am Standort geladen wurden. Die Ladeinfrastruktur inkl. dem intelligenten Lade – und Energiemanagement wurde von The Mobility House und die SMGW-Infrastruktur von PPC zur Verfügung gestellt. EWE-Netz hat das netzdienliche Laden der Fahrzeuge untersucht. Die Universität Passau hat während der Feldtests mehrere Proband:innen-Befragungen durchgeführt und ausgewertet.

Benefits durch gesteuertes Laden / Smart Charging:

- Automatisiertes Laden bei günstigen Strompreisen: Elektrofahrzeuge werden dann geladen, wenn der Strom grün ist
- Energiekosten und CO₂-Emissionen werden reduziert und gleichzeitig das Stromnetz stabilisiert
- Intelligente Vorhersage der geplanten Fahrten, durch Ermittlung von Abfahrtszeiten und erforderlicher Ladezustände der Batterie

Erprobte Use-Cases:

- Lastverschiebung zu Spitzenlastzeiten
- Preisoptimiertes Laden anhand von Energiemarktpreisen
- Leistungsvorgabe am Netzanschlusspunkt durch den Netzbetreiber bei auftretenden Netzengpässen
- Optimiertes Laden bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Netzrestriktionen



Feldversuch: Smartes Eigenheim mit Wärmepumpe

An einem neu gebauten Einfamilienhaus in der Nähe von Bremen wurden Use Cases in Verbindung mit mehreren Komponenten der Firma Viessmann getestet. Dabei hat das Viessmann Energiemanagementsystem (EMS) Leistungslimitierungen des Verteilnetzbetreibers über EEBUS empfangen. Richtung Elektroauto konnte das EMS mithilfe von EEBUS und ISO 15118-2 Ladepläne aushandeln. Das EMS war zudem gemeinsam mit anderen Anlagen in ein virtuelles Kraftwerk zur Erbringung von Redispatch eingebunden.

Verbaute Komponenten:

- Viessmann Energiemanagementsystem
- Viessmann Wärmepumpe
- Viessmann Batteriespeicher inkl. PV-Anlage
- Kostal AC Wallbox
- Mercedes-Benz Elektrofahrzeug
- Intelligentes Messsystem und Steuereinheit von PPC

Erprobte Use-Cases:

- PV-Eigenverbrauchsoptimierung: Maximierung des PV-Eigenverbrauchs durch intelligente Ansteuerung der Verbraucher
- Netzdienliche Flexibilität: Limitierung von Verbrauch und Einspeisung durch den Verteilnetzbetreiber nach EnWG §14a
- Marktdienliche Flexibilität: Kostenoptimierung mit dynamischen Strompreisen
- Systemdienstleistungen: Einbindung des EMS in ein virtuelles Kraftwerk zur Erbringung von Redispatch
- Peak-Shaving: Leistungsreduktion der Verbraucher bei einer Überlast am Netzanschlusspunkt





Feldversuch: Bidirektionales Ladelabor bei Mercedes-Benz in Stuttgart

Bei Mercedes-Benz fanden und finden am Standort in Stuttgart-Untertürkheim die Testaktivitäten zum bidirektionalen Laden (Laden UND Entladen von Elektroautos) statt. Der Fokus der Testaktivitäten lag auf der Erprobung des Lademanagement-Systems im Heimbereich. Um ein kund:innenzentriertes Erlebnis sicherzustellen, wurden ausgewählte Use Cases im Laborbetrieb getestet. Dabei ging es vor allem um die Absicherung der einzelnen Komponenten und um ein harmonisches Zusammenspiel der gesamten Prozesskette. Die Standard-basierte technische Umsetzung einiger Use Cases konnte bereits während der Projektlaufzeit erfolgreich getestet werden.

Systemkomponenten:

- Kostal: DC Bidi-Wallbox, AC Wallbox
- Viessmann: Vitocharge Batterie-speicher, Energiemanagementsystem
- PPC: Smart Meter Gateway, CLS Gateway
- PV - Emulator
- The Mobility House: Charging Station Management System (CSMS), Aggregations- und Tradingplattform
- Solar-Wechselrichter

Erprobte Use-Cases:

Vehicle-to-Home:

- PV-Eigenverbrauchsoptimierung: Maximierung des PV-Eigenverbrauchs durch intelligente Laden und Entladen
- Ersatzstromversorgung Inselbetrieb: Versorgung der Liegenschaft durch das Elektrofahrzeug

Vehicle-to-Grid:

- Netzdienliche Flexibilität: Limitierung von Verbrauch und Einspeisung durch den Verteilnetzbetreiber nach EnWG §14a
- Marktdienliche Flexibilität: Nutzung der Fahrzeugbatterie für Arbitrage Handel

Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen

Erkenntnis

Hohe Ladegleichzeitigkeiten (mehrere Elektrofahrzeuge laden gleichzeitig in derselben Region) können schon heute zu Engpässen in der Niederspannung führen. Bereits mit der geringen Anzahl an Harmon-E Proband:innen (< 10% im Netzbereich) konnte ein Engpass im Niederspannungsnetz provoziert werden.

Erkenntnis

Lastseitige Flexibilitäten (bspw. Elektroautos) können derzeit nicht für den Redispatch genutzt werden.

Harmon-E Empfehlung

Der §14a EnWG schafft eine wichtige Basis für einen sicheren Netzbetrieb mit Flexibilitäten und den Hochlauf von marktlichen Instrumenten. Aus Effizienzgründen sollte auf Protokollebene ein Mindeststandart festgelegt werden (empfohlen wird EEBUS LPC nach VDE AR2829-6).

Zusätzlich sind weitere (freiwillige) Anwendungsfälle sinnvoll, um zukünftig eine vorausschauende und datensparsame Integration von flexiblen Erzeugungs- und Verbrauchseinrichtung zu erreichen (bspw. Einsatz von Hüllkurven im Sinne EEBUS PODF und POEN).

Harmon-E Empfehlung

Die Erweiterung des regulatorischen Rahmens für Redispatch um einen komplementären marktbasieren Ansatz zur Integration von Flexibilitätpotenzialen in der Niederspannung in den Redispatch, die nicht durch den kostenbasierten Redispatch 2.0 erfasst werden, wird empfohlen.

Erkenntnis

Verwendete Standards und technische Festlegungen in der Harmon-E-Architektur bieten größtenteils ein hohes Sicherheitsniveau. Es gibt jedoch noch Lücken, an denen Sicherheit gegen Angriffe nicht attestiert werden kann.

Erkenntnis

Die skalierbare Integration von Millionen flexibler Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen (bspw. Elektrofahrzeuge) erfordert eine konsequente Standardisierung über die gesamte technische Prozesskette. Für die Akzeptanz der beteiligten Akteure müssen die Schnittstellen maximal einfach und verständlich gestaltet sein. Standards vereinfachen die Interoperabilität der Prozesskette, sind aber ohne vollumfängliche und branchenübergreifende Integrationstests nicht hinreichend für eine fehlerfreie Interaktion von Komponenten.

Harmon-E Empfehlung

Vorgaben von Sicherheitsmechanismen müssen weiter ergänzt werden, insbesondere bei Verwendung proprietärer Protokolle. Sind Sicherheitsmechanismen in einem verwendeten Standard oder einem Protokoll optional, so muss die Architektur-Spezifikation ihre Aktivierung vorgeben.

Harmon-E Empfehlung

Regelmäßige Durchführung von „Testivals“ oder „Plugfesten“ sowie die Rückführung der Erkenntnisse aus dem Feld in Standards und standardisierte Zertifizierungsverfahren sind notwendig, um Interpretationsspielräume zu beseitigen. Die branchenübergreifenden Events sollten ergebnisoffen und transparent sein. Für eine strukturierte Durchführung empfiehlt es sich im Vorfeld einen gemeinsamen Testplan zu entwickeln und die Test-Resultate systematisch zu dokumentieren, um letztendlich eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Erkenntnis

Die digitale Steuerung über das intelligente Messsystem (iMSys) bildet die Grundlage für die Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (bspw. Wallboxen von Elektroautos). Die lokale EEBUS Schnittstelle zwischen Steuereinheit des Messstellenbetreibers und der Kund:innen-Anlage (bspw. HEMS, Wärmepumpe, Wallbox) funktioniert technisch zuverlässig, ist generisch und deckt alle heutigen sowie potenziell auch alle zukünftigen Use Cases ab.

Erkenntnis

Der Inbetriebnahmeprozess und die EEBUS Kopplung zwischen Steuereinheit und der Kund:innen-Anlage erfordert aktuell noch zu viele manuelle Schritte. Das macht den Prozess fehleranfällig und daher noch nicht massentauglich. Im Projekt konnten bereits Konzepte für eine massentaugliche Weiterentwicklung des Installationsprozesses erarbeitet werden.

Harmon-E Empfehlung

VDE AR 2829-6 (EEBUS) sollte den Standard für die digitale Steuerung in der Liegenschaft bilden, dies ermöglicht eine Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Herstellern und Komponenten für die Steuerung.

Die digitale Steuerung sollte bei zukünftigen Installationen immer analogen Kontakten vorgezogen werden.

Harmon-E Empfehlung

Der Inbetriebnahmeprozess, insbesondere zwischen Steuereinheit und nachgelagerten Geräten, sollte standardisiert und vereinfacht werden, bspw. durch die Etablierung eines bundeseinheitlichen Portals zur Geräteanmeldung oder des Monteurtools. So kann ein rollenübergreifender, einheitlicher Zugriff auf berechnete Daten erfolgen (bspw. für Anlagenbetreiber, Installateure, Netzbetreiber und Messstellenbetreiber). Siehe auch unIT-e² Leitfaden zum „Integrationsprozess Energieinfrastruktur“.

Erkenntnis

Die digitale Kommunikation per ISO15118-2 zwischen dem Elektrofahrzeug und der Wallbox hat in den Feldtest für unidirektionales Laden gut funktioniert. Die Kommunikation per ISO 15118-20 hat im Labor für bidirektionales Laden ebenfalls gut funktioniert. Allerdings sind in der ISO 15118-2 Ad-hoc Änderungen im Ladeplan bei der automatisierten Umsetzung mittels Energiemanagementsystem (EMS) nur begrenzt möglich. Deshalb ist ISO 15118-2 weniger geeignet für die Nutzung mit einem EMS. Die ISO 15118-2-Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und der Wallbox sowie die Kommunikation des Messstellenbetreibers mit der Heimumgebung sind durch bestehende Standards (TLS in Verbindung mit vorgegebenen PKIs) genügend abgesichert, um hohe Angriffsrisiken zu vermeiden.

Harmon-E Empfehlung

Die dynamische Ansteuerung über ISO 15118-20 zwischen Elektrofahrzeug und Wallbox sollte auch für unidirektionales Laden verwendet werden. Die Entwicklung und Implementierung des Standards sollte dementsprechend beschleunigt werden.

Zusätzlich sollte im Nachfolgestandard ISO 15118-20 der SoC als verbindlich für DC- und AC-Laden vorgeschrieben werden, da der ISO15118-2 Standard nicht mehr geändert werden wird.

Erkenntnis

Vehicle-to-Grid (Rückspeisung ins Netz aus dem Fahrzeug) hat eine komplizierte Rechtslage aber hohe Gewinnpotentiale. Vehicle-to-Home (Rückspeisung innerhalb der Gebäudegrenze) hat eine deutlich einfachere Rechtslage aber auch deutlich geringere Gewinnpotentiale.

Harmon-E Empfehlung

Für eine gewinnbringende Nutzung von bidirektionalem Laden sollte auf V2G gesetzt werden, hier sind aber eine weitere Klärung der Regulatorik, eine Vereinfachung der Rechtslage und ein Abbau von doppelten Abgaben notwendig.

Erkenntnis

Das Verständnis aller Phasen der Customer Journey (Kund:innen-Erlebnis) der vernetzte Elektromobilität ist entscheidend für die Kund:innen. Der Feldversuch hat gezeigt, dass die positiven Erfahrungen der Nutzer:innen das Vertrauen und die Bereitschaft zur Investition in zusätzliche Komponenten erhöht. Ein Anstieg der Kaufabsichten für die verschiedenen Komponenten deutet darauf hin, dass die Nutzer:innen, wenn sie die kombinierten Vorteile von Elektrofahrzeugen und unterstützenden Technologien aus erster Hand erfahren, eher bereit sind, das gesamte Produktpaket zu erwerben. Die Analyse der Customer Journey zeigt dennoch mehrere zentrale Problembereiche auf, insbesondere in der Vor- und Nachkaufphase.

Harmon-E Empfehlung

Um dieses Potenzial voll auszuschöpfen und zu mehr Kauf- und Nutzungsverhalten zu ermutigen, müssen die festgestellten Problembereiche angegangen werden. Auf diese Weise können Unternehmen nicht nur die Gesamtzufriedenheit erhöhen, sondern auch das Engagement und die Akzeptanz von vernetzten E-Mobilitätslösungen fördern.

Erkenntnis

Wenn zu wenig Informationen vorhanden sind oder diese schwer verarbeitet werden können, wird es für Kund:innen schwieriger, sich für verschiedene Komponenten (Fahrzeug, Wallbox, HEMS, Speicher, PV-Anlage) der vernetzten Elektromobilität zu entscheiden. Das Informieren von Interessierten ist per se vorteilhaft, unabhängig von der Darstellungsart.

Harmon-E Empfehlung

Wir empfehlen die professionelle Produktion von Informationsmaterial zur Thematik der vernetzten Elektromobilität. Dabei können Informationsindexes, anhand dessen sich Interessierte über einzelne Themen, Komponenten und Zusammenhänge weiter informieren können, erarbeitet und integriert werden.

Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt

h a r m o n | E

UN | IT | E²

Reallabor für verNETzte E-Mobilität

Das Harmon-E Teilprojekt im Rahmen von unIT-e² hat maßgebliche Fortschritte in der intelligenten Integration von Elektrofahrzeugen in das Energiesystem im Zusammenspiel mit weiteren technischen Komponenten erzielt.

Durch die Erprobung komplexer Anwendungsfälle (Use Cases) in realen Feldtests wurde gezeigt, dass smarte Ladelösungen sowohl netzdienlich als auch marktorientiert eingesetzt werden können und gleichzeitig wirtschaftliche und nachhaltige Anreize für Kund:innen bieten.

In den Feldversuchen wurden innovative Steuerungsmöglichkeiten sowohl mit Hilfe der intelligenten Messsystem-Infrastruktur und per Backend-to-Backend Verbindung demonstriert. Für das netzdienliche Laden nach §14a EnWG wurde eine funktionsfähige technische Lösung entwickelt. Der Einsatz von Energiemanagement-Systemen zum automatisierten, intelligenten Betrieb wurde erfolgreich erprobt.

Unsere Erkenntnisse zeigen, dass eine Standardisierung und Vereinfachung der Prozesskette unabdingbar ist, um eine massenfähige, skalierbare, aber auch sichere Integration flexibler Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen zu ermöglichen. Zudem sollten IT-Sicherheitsaspekte zukünftig mehr in den Fokus gerückt werden. Aus Kund:innen-Sicht werden die entwickelten Lösungen zum großen Teil positiv gesehen, ohne dass relevante Komfort-Verluste wahrgenommen wurden. Use Cases des bidirektionalen Ladens sind bereits heute technisch umsetzbar, jedoch benötigt es auch hier abgestimmte, Standardbasierte Prozesse zur Integration in das Energiesystem.

Abschließend lässt sich sagen, dass positive Kund:innen-Erfahrungen das Vertrauen und die Akzeptanz für vernetzte Elektromobilität signifikant steigern. Kund:innen-zentrierte Geschäftsmodelle, die die Vorteile des intelligenten und bidirektionalen Ladens in den Vordergrund stellen, spielen demnach eine entscheidende Rolle für das Gelingen der Verkehrswende.



Am Blütenanger 71
D-80995 München

+49 (0)89 158121-0
info@ffe.de
www.ffe.de