



Beyond the Road

Ergebnisbericht des Projekts unIT-e²



UN|IT|E²
Reallabor für verNETZte E-Mobilität

Beyond the Road - Ergebnisbericht des Projekts unIT-e²

Version 1 zur Konsultation

Autor:innen:

Valerie Ziemsky, Patrick Vollmuth, Adrian Ostermann, Vincenz Regener, Nele Maas, Elisabeth Springmann, Kirstin Ganz, Daniela Wohlschlager, Jakob Zahler, Andreas Weiß, Michael Hinterstocker, Simon Köppl (alle FfE)

Unter Mitarbeit von:

Benjamin Begander (Bayernwerk Netz), Jens Thirmeyer (Consolinno), Jakob Thiele, Corinna Schütt (EAM Netz), Annike Abromeit, Marius Boldt, Ulrich Bartsch (EEBus), Patrick Tapken, Stefan Hansen, Kristof Plewka (EWE Go), Wiegand Lütjen, Jakob Jäger, Michael Tomaszuk (EWE Netz), Philipp Hofmann (Mercedes-Benz), Florian Boehnke, Marco Sebastian Breder, Christoph Weber (Universität Duisburg-Essen), Georg von Wangenheim, Heike Wetzels, Gerrit Gräper, Dorothea Koch, Fabian Mankat, Simon Präse, Tom Schütte, Patrick Spieth, Leonie Müller (Universität Kassel), Corinna Braun (Universität Passau), Julian Zilg, Marilen Schläfer, Hans Ruland, Carina Behringer (PPC), Christian Dobler-Eggers (Regionalmanagement Nordhessen), Marius Tillmanns, Menna Elsobki, Johannes Bauer, Richard Woeste, Christina Kockel, Peter Letmathe (RWTH Aachen), Sylvia Krepska (Schneider Electric), Konrad Rogg, Marcus Helfer (Stadtwerke München), Johannes Hilpert, Anna Papke, Tobias Klarmann (Stiftung Umweltenergierecht), Ulrike Schönlein (TenneT), Lukas Veit, Konstantin Nobbe (The Mobility House), Fabian Krug (Viessmann Climate Solutions SE)

Förderkennzeichen: 01MV21UN01

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



UN|IT|E²

Reallabor für verNETZte E-Mobilität

Vorwort der Gesamtprojektleitung

Als Forschungskonsortium sind wir vor drei Jahren angetreten, um innovative Lösungen für die intelligente Netzintegration elektrischer Fahrzeuge sowie weiterer Flexibilitätsoptionen im Energiesystem zu entwickeln, in der Praxis zu erproben und zu evaluieren. Dabei wurde die Projektstruktur von Anfang an so angelegt, dass konkurrierende Ansätze und unterschiedliche Schwerpunkte in den verschiedenen Teilprojekten parallel verfolgt werden können und somit einerseits eine größere Vielzahl an Randbedingungen und Anwendungsfällen abgedeckt werden kann, andererseits aber auch ein Wettbewerb der Konzepte die Identifikation der geeignetsten Lösungen ermöglicht. Diese Vorgehensweise hat sich als sehr zielführend erwiesen, um in einem derart dynamischen und sich schnell entwickelnden Umfeld, wie es die Elektromobilität derzeit darstellt, Anforderungen sowohl der verschiedenen beteiligten Marktrollen als auch der Politik, der Regulatorik und natürlich der betroffenen Kund:innen berücksichtigen und im Prozess abbilden zu können.

Mit Blick auf das bevorstehende Projektende möchten wir nun die in dieser Clusterstruktur gewonnenen Erkenntnisse zusammenführen und konsolidieren, um so gemeinsame Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Dafür wurden im Rahmen eines strukturierten Syntheseprozesses die Kernergebnisse der Teilprojekte gesammelt und als Grundlage für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichts genutzt. Dieser zeigt, dass durch die Vielfalt der Konsortialpartner, welche alle relevanten Rollen vom Automobilhersteller bis zum Energieversorger abdecken und von Forschungsinstituten verschiedener Fachrichtungen unterstützt werden, ein ganzheitliches Bild für eine sinnvolle Weiterentwicklung der Interaktionen zwischen Kund:in, Fahrzeug, Netz und Energieerzeugung erarbeitet werden konnte. Aus unserer Sicht als Gesamtprojektleitung des Konsortialprojekts zeigt sich hier der große Vorteil der gemeinsamen, interdisziplinären Arbeit.

Wir möchten uns bei allen Projektpartner:innen herzlich für die gelungene Zusammenarbeit über die Projektlaufzeit bedanken und freuen uns darauf, die weitere Umsetzung der Lösungen in den operativen Betrieb begleiten zu dürfen.

Michael Hinterstocker, Simon Köppl (FFE)

Zusammenfassung

Im Projekt „unIT-e² Reallabor für verNETZte E-Mobilität“ haben über 30 Projektpartner in sechs Teilprojekten an verschiedenen Themen rund um die erfolgreiche Integration der Elektromobilität in das Energiesystem gearbeitet. Im Fokus standen dabei mehrere Praxisanwendungen, bei denen Pilotkund:innen Elektrofahrzeuge und komplementäre Soft- und Hardwarekomponenten getestet haben. Ausgewählte Ergebnisse und daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen aus den Labor- und Feldtests sowie den Begleitforschungsaktivitäten sind in diesem Synthesebericht festgehalten. Ziel des Syntheseberichts ist der zielgerichtete Transfer von Erkenntnissen aus dem Projekt in die Praxis.

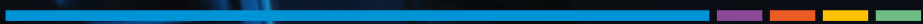
Die Erkenntnisse sind in die vier Kategorien „Netzintegration von Elektromobilität“, „Skalierbarkeit und Standardisierung“, „Informationen und Anreize für Nutzer:innen“ und „Ökonomische und ökologische Vorteile für Nutzer:innen und System“ unterteilt. Neben einer Beschreibung der dominierenden Aktivitäten innerhalb der Themenbereiche im Projekt weist der Bericht auf noch offene Bedarfe für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten hin, um eine effiziente Integration der Elektromobilität in Deutschland zu fördern.

Die Themen der Netzintegration der Elektromobilität sowie die Standardisierung waren im Projekt dominierend, was sich nicht zuletzt dadurch zeigt, dass für diese Themenbereiche die meisten Erkenntnisse im Projekt gewonnen wurden. Durch die Feldtests konnten in der Praxis wichtige Erkenntnisse für die Perspektive der Elektrofahrzeugnutzer:innen gewonnen werden. Forschungsseitig wurden insbesondere die wirtschaftliche sowie ökologische Bewertung der Elektromobilität durchgeführt und deren Einfluss auf das Energiesystem evaluiert. Die kontroversesten Diskussionen des Projekts wurden in den Themenbereichen „Netzintegration von Elektromobilität“ und „Skalierbarkeit und Standardisierung“ geführt, weshalb diese auch über das Projekt hinaus den größten Forschungs- und Entwicklungsbedarf aufweisen. Dieser Bericht wird zum Projektende von unIT-e² Anfang 2025 durch in der Zwischenzeit gewonnene, zusätzliche Erkenntnisse erweitert werden.

Inhalt

1	Einleitung	8
1.1	Das Projekt unIT-e ²	8
1.2	Die Ergebnissynthese	9
2	Erkenntnisse aus dem Projekt unIT-e²	10
2.1	Netzintegration von Elektromobilität	10
2.2	Skalierbarkeit und Standardisierung	13
2.3	Informationen und Anreize für Nutzer:innen	16
2.4	Ökonomische und ökologische Vorteile für Nutzer:innen und System	18
3	Fazit	20





1 Einleitung

1.1 Das Projekt unIT-e²

Das Projekt „unIT-e² Reallabor für verNETZte E-Mobilität“ hat sich eine sichere und intelligente Integration der Elektromobilität in bestehende und zukünftige Infrastruktur zum Ziel gesetzt, um der Transformation des Energiesystems gerecht zu werden. Dazu haben über 30 Partner von Automobil- und Ladeinfrastrukturherstellern bis hin zu Netzbetreibern und Wissenschaftler:innen in vier Teilprojekten (sog. „Cluster“) gemeinsam interoperable Lösungen entwickelt und in Feldtests erprobt. Die Cluster haben sich unterschiedlicher Fokusthemen angenommen. Während im Cluster Harmon-E das harmonische Zusammenspiel des Gesamtsystems aus Netz, Markt und Energiesystem im Fokus stand, hat Heav-E vorwiegend die Nutzerperspektive und Akzeptanz des intelligenten Ladens untersucht. Das Cluster sun-E hat die Nutzung von Photovoltaik-Stromerzeugung im Kontext der Elektromobilität sowie netz- und marktdienliche Ladestrategien fokussiert. Darüber hinaus hat Cit-E-Life die Elektromobilität im urbanen Raum mit der Herausforderung von komplexen Eigentumsstrukturen entlang der Prozesskette zwischen Automobil- und Energiewirtschaft adressiert. Daneben haben die zwei konzeptionellen Teilprojekte „Forschung“ und „Grid“ clusterübergreifende Themen koordiniert und wissenschaftlich analysiert und Empfehlungen abgeleitet.

Trotz der Vielzahl an Projektbeteiligten und Forschungsthemen war die Zusammenarbeit in unIT-e² von einem vertrauensvollen und teamorientierten Vorgehen geprägt. Im Zentrum des Projekts stand die gemeinsame Entwicklung von interoperablen und dadurch zukunftsfähigen Lösungen, welche verschiedene Netz-, Markt- und Akteurs-Interessen und insbesondere eine kundenorientierte Ausrichtung berücksichtigen.

1.2 Die Ergebnissynthese

Die Projektergebnisse wurden zum Projektende in einem Syntheseprozess konsolidiert. Ziel ist der Transfer von Projektergebnissen in Form von Handlungsempfehlungen für die beteiligten Stakeholder.

Im Rahmen der Ergebniserfassung wurden die Projekterkenntnisse in die folgenden Themenbereiche unterteilt:

- Netzintegration von Elektromobilität
- Skalierbarkeit und Standardisierung
- Informationen und Anreize für Nutzer:innen
- Ökonomische und ökologische Vorteile für Nutzer:innen und System

Nach diesen Themen sind auch die Kapitel des Ergebnisberichts aufgebaut.

Um die von über 30 Projektpartnern in sechs Clustern gewonnenen Erkenntnisse als zentrale unIT-e² Projektergebnisse in den Themenbereichen aufzubereiten, wurde eine Synthese-Methodik entwickelt, die vereinfacht in der untenstehenden Grafik dargestellt ist. Zunächst wurden je Cluster zwei bis vier zentrale Erkenntnisse diskutiert und abgestimmt. Die Erkenntnisse wurden den fünf vorgegebenen Themenbereichen und Unterkategorien zugeordnet und schriftlich in Steckbriefen festgehalten. Anschließend wurden die Clusterergebnisse von der FfE gesichtet und je Themenbereich aggregiert, um allgemeine Aussagen treffen zu können. Während der Aggregation wurden die Kategorien angepasst. Daraus wurden letztendlich vier Kategorien erarbeitet, zu denen die Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen eingeordnet wurden. Eine Übersicht aller Steckbriefe ist in einem separaten Begleitdokument veröffentlicht.

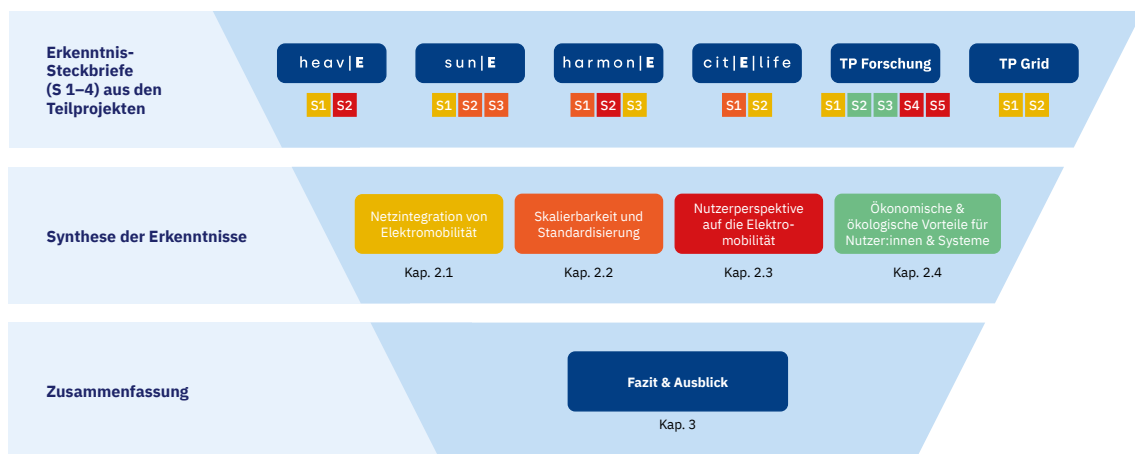


Abbildung 1: Schaubild zum Vorgehen der Ergebnissynthese

2 Erkenntnisse aus dem Projekt unIT-e²

2.1 Netzintegration von Elektromobilität

Durch die Elektrifizierung des Verkehrssektors und den damit steigenden Stromverbrauch sind erhöhte Anforderungen an den Netzbetrieb absehbar. Die Diskussionen zur Netzintegration von Elektromobilität waren während der Projektlaufzeit geprägt durch das Festlegungsverfahren zur netzorientierten Steuerung nach § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG). In den Feldversuchen spielte die Erprobung der technischen Umsetzung und Wirkung der Regelungen zu § 14a EnWG daher eine große Rolle. Grundsätzlich wurde mit den Festlegungen zu § 14a EnWG eine pragmatische Lösung für die kurzfristige Integration von Elektrofahrzeugen und anderen neuen Verbrauchern, wie Wärmepumpen und Heimspeichern, in die Niederspannungsnetze eingeführt. Die Netzbetreiber haben die notwendigen Instrumente erhalten, um Überlastungen im Niederspannungsnetz kurzfristig wirksam begegnen zu können, und gleichzeitig wird sichergestellt, dass der Hochlauf von Elektrofahrzeugen und anderen neuen Verbrauchern nicht verzögert wird. Darüber hinaus stellt sich jedoch die Frage, wie die Netzintegration von Elektromobilität zukünftig in einem System mit einer hohen Durchdringung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVE), wie Elektrofahrzeugen oder Wärmepumpen, und zunehmend digitalisierten Verteilnetzen umgesetzt werden kann. Mit verschiedenen Aspekten dieser Frage haben sich die Teilprojekte (TP) Grid und Forschung konzeptionell auseinandergesetzt.

Netzorientierte Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (§ 14a EnWG) – Erfahrungen aus den Feldversuchen

Die Festlegungen der Bundesnetzagentur (BNetzA) erlauben es den Verteilnetzbetreibern (VNB), steuerbare Lasten, wie etwa Wallboxen, im Engpassfall zu dimmen und so die Netzsicherheit zu gewährleisten. Für diese Handlungsoption erhalten Betreiber von SteuVE Vergünstigungen bei den Netzentgelten und Anspruch auf einen unverzüglichen Netzanschluss. Für eine zügige Umsetzung sind die VNB sowie die Hersteller von SteuVE aufgefordert, bundeseinheitliche Empfehlungen zu den Anforderungen an die technische Ausgestaltung der physikalischen und logischen Schnittstellen zu erarbeiten (siehe Kapitel 2.2).

In den unIT-e² Feldversuchen konnte die technische Wirkkette zum netzorientierten Steuern demonstriert werden. Auf Basis der digitalen Schnittstelle in die Liegenschaft (VDE AR-2829-6) wurde aufgezeigt, wie der technische Weg vom Netzführungssystem des VNB, über ein CLS-Managementsystem des zuständigen Messtellenbetreibers (MSB), über ein intelligentes Messsystem (iMSys) + Steuereinheit (Bsp. Steuerbox, Energiemanagementsystem) der Liegenschaft, über die Ladeinfrastruktur bis hin zum Elektrofahrzeug aussehen kann. Die gezeigte Wirkkette kann als Empfehlung an die BNetzA zur Ausgestaltung einer standardisierten massengeschäftstauglichen Einrichtung und Abwicklung der netzorientierten Steuerung, wie in BK6-22-300 Tenorziffer 2 gefordert, dienen. Aufbauend auf dieser Basis wurde demonstriert, wie Kund:innen auf marktorientierte Anwendungsfälle in Form von dynamischen Strompreisen reagieren könnten. Die signifikant erhöhte Gleichzeitigkeit, die sich durch die dynamischen Strompreise punktuell negativ auf die

Netzbelastung auswirken kann, wurde über die netzorientierte Steuerung nach § 14a EnWG im Feldversuch sicher aufgefangen. Nach Auswertung der Nutzer:innenbefragung wurde dabei kein spürbarer Komfortverlust wahrgenommen.

Alternative Netzentgeltstrukturen in der Niederspannung auf Basis von Leistungsklassen für mehr Verursachungsgerechtigkeit – ein Konzept aus dem TP Grid

Ein zentrales Ziel der Netzentgeltsystematik ist es, die Kosten, die Letztverbraucher durch ihre Investitions- und Einsatzentscheidungen verursachen, über die Netzentgelte angemessen abzubilden (Verursachungsgerechtigkeit). Das aktuelle Berechnungsverfahren ist ursächlich auf Privathaushalte mit moderaten Leistungsspitzen und einer historisch evaluierten Gleichzeitigkeit ausgelegt. Durch die zunehmende Verbreitung von dezentralen Erzeugungsanlagen und SteuVE entwickelt sich die Kundenstruktur im Verteilnetz von reinen Consumern (Verbrauchern) zu sogenannten Prosumern (Verbraucher mit Einspeiseanlage(n)) und Flexumern (Verbraucher mit SteuVE und ggf. mit Einspeiseanlage(n)), was die Netznutzung grundlegend verändert und neue Anforderungen an die Stromnetze und deren Netzplanung hervorruft. Die aktuelle mengenfokussierte Netzentgeltsystematik mit ihren Optionen zu Sonderentgelten einzelner Kundengruppen (u. a. auch § 14a EnWG) hat zur Folge, dass eine Umverteilung der Netzkosten das Niveau der Standardnetzentgelte nachhaltig erhöht. Im Falle von § 14a EnWG betrifft dies vor allem die Consumer ohne SteuVE. Da gerade die Integration von Prosumern und Flexumern eine Herausforderung für das Netz darstellt, erscheint die derzeitige Belastung von Consumern mit vergleichsweise höheren Netzentgelten als widersprüchlich.

Im Rahmen des TP Grid wurde ein Konzept ausgearbeitet, dass eine Fokussierung der Netzentgelte auf die Jahreshöchstleistung der Netzkund:innen vorschlägt.⁽¹⁾ Ziele des Ansatzes sind eine verursachungsgerechtere Verteilung der Netzkosten, die verbesserte Kompatibilität mit einer marktorientierten Nutzung von SteuVE und eine gleichzeitige Reduktion der Komplexität. Der Ansatz baut darauf auf, dass die beanspruchte Leistung der entscheidende Faktor für die Auslegung der Netze und deren Ausbaubedarfe ist. Als mögliche Ziellösung wird daher die Einführung leistungsbasierter Netzentgeltpauschalen im bisherigen Segment von Standardlastprofilkunden (SLP) vorgeschlagen. Diese soll die Netzkund:innen in der Niederspannung zu einem effizienten Umgang mit Netzkapazitäten anregen und damit die Wahrnehmung und das Verhalten von Verbrauchern und Erzeugern nachhaltig verändern. Die Standardnetzentgelte sind dabei in Stufen abhängig von der in Anspruch genommen Leistung unterteilt. Die Klassifizierung in Leistungsstufen kann netzgebietsspezifisch erfolgen. Durch den Verzicht auf Ausnahmeregelungen wie v. a. Sonderentgelte sollen die Planungssicherheit für die Netzbetreiber und Letztverbraucher gestärkt und Fehlanreize minimiert werden.

Anreizbasierte Netznutzungssteuerung und der europäische Rechtsrahmen – Konzepte und Impulse aus dem TP Forschung

Neben § 14a EnWG existiert im derzeitigen Rechtsrahmen § 14c EnWG zur marktgestützten Beschaffung von Flexibilitätsdienstleistungen im Verteilnetz. § 14c EnWG wurde im Jahr 2021 zur Umsetzung des Artikels 32 der Energiebinnenmarkt-Richtlinie (EBM-RL) eingeführt; hiernach sollen VNB in die Lage versetzt werden, Flexibilitätsleistungen für das Engpassmanagement grundsätzlich nach transparenten, diskriminierungsfreien und marktgestützten Verfahren zu beschaffen. Unter einer marktgestützten Beschaffung im Sinne der genannten Vorschriften sind in der Regel Ausschreibungsverfahren oder ähnliche Mechanismen zu verstehen. Flankierend oder alternativ kommen anreizbasierte Instrumente im Bereich der Netzentgelte in Betracht. Beiden Ansätzen ist gemein, dass sie freiwillig sind und die netzorientierte Steuerung anhand der individuellen Zahlungsbereitschaft der Netznutzer:innen mit dem Ziel erfolgt, deren unterschiedliche Bedürfnisse zu berücksichtigen. Im TP Forschung wurden zwei unterschiedliche Konzepte für solch eine anreizbasierte Netznutzungssteuerung entwickelt.



(1) <https://unit-e2.de/129363>

Beim Koordinations- und Allokationsalgorithmus für Flexibilität (KOALA) handelt es sich um einen auktionbasierten Kapazitätsallokationsmechanismus. Nach diesem Konzept sollen Netznutzer:innen eine über die ihnen zustehende Grundbezugsleistung hinausgehende Netzkapazität bei Bedarf ersteigern können.⁽²⁾ Daneben wurde ein sogenannter „doppelt optionaler dynamischer Netznutzungstarif“ (dodyNT) entwickelt. Danach dürfen Netzbetreiber einen dynamischen Tarif als Alternative zum statischen Tarif anbieten und Netznutzer:innen können freiwillig in diesen Tarif wechseln (doppelt optional). Das Konzept sieht vor, dass im statischen Tarif die Netznutzer:innen dem Netzbetreiber direkte Steuerungsrechte analog § 14a EnWG einräumen, wohingegen im dynamischen Tarif die Lastantwort primär über Anpassungen der Netzentgelte mit hoher zeitlicher und örtlicher Auflösung erfolgen soll.⁽³⁾ Voraussetzung für die Umsetzung von anreizbasierten Mechanismen ist – wie bei jeder netzlastorientierten Steuerung – unter anderem eine ausreichende Beobachtbarkeit der Niederspannungsnetze und ihrer Netzlasten. Beide Konzepte wurden bezüglich ihrer juristischen und ökonomischen Umsetzbarkeit bewertet.

Darüber hinaus hat sich das TP Forschung grundlegend mit dem europäischen Rechtsrahmen der Netzentgeltgestaltung beschäftigt. Danach liegt die Zuständigkeit für den nationalen Rechtsrahmen der Netzentgeltgestaltung – wie das EuGH-Urteil C-718/18 klargestellt hat – alleine bei den nationalen Regulierungsbehörden, in Deutschland also bei der BNetzA. Maßstab für sämtliche Ausgestaltungen ist der EU-rechtliche Rahmen der Netzentgeltregulierung, wie er sich insbesondere aus der Energiebinnenmarkt-Verordnung und der Energieeffizienz-Richtlinie ergibt. Dieser wurde im Projekt untersucht und nach seinen Kernelementen strukturiert. Dabei wurde deutlich, dass es dem europäischen Rechtsrahmen insgesamt an Klarheit und Systematik mangelt.



Handlungsempfehlungen:

Regulator / Gesetzgeber / Politik

Die BNetzA sollte die Weichen für eine grundlegende Reform der nationalen Netzentgeltssystematik stellen. Bei einer hohen Durchdringung von dezentralen Erzeugern und SteuVE, wie Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen, müssen die Verursachungsgerechtigkeit und Anreizwirkung von Netzentgelten neu bewertet werden. Im Rahmen von unIT-e² wurde ein Konzept für ein alternatives Netzentgeltsystem basierend auf Leistungsklassen sowie zwei unterschiedliche Konzepte für eine anreizbasierte Netznutzungssteuerung erarbeitet (s.o.). Alle Konzepte sind so weit entwickelt, dass sie in einem nächsten Schritt in die Diskussion mit dem Regulator eingebracht werden können.

Zustimmung Konsortium*

Forschung: 75%	Netzbetreiber / Stadtwerke: 100%
Automobilhersteller: 20%	Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%

Auf EU-Ebene sollte die Politik darauf hinwirken, dass im EU-Recht im Bereich der Netzentgeltregulierung eine konsistente und klare Struktur geschaffen wird. Nur so kann eine rechtssichere Anwendung und einheitliche Auslegung der Vorgaben durch die nationalen Regulierungsbehörden gewährleistet werden. Daneben sollte der europäische Rechtsrahmen die nationalen Regulierungsbehörden unterstützen und die Umsetzung von innovativen Lösungsansätzen, wie die im Rahmen von unIT-e² entwickelten und oben dargestellten Konzepte, ermöglichen.

Zustimmung Konsortium*

Forschung: 88%	Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%
Automobilhersteller: 100%	Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%



(2) <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/ein-anreizbasierter-mechanismus-zur-koordination-netzorientierter-steuerungsvorgaenge-der-unit-e2-koala/>



(3) <https://unit-e2.de/129362>

*Prozentuale Zustimmung aus dem Konsortium. 22 Teilnehmende, davon 8 aus der Gruppe Forschung, 5 Automobilhersteller, 4 Netzbetreiber / Stadtwerk und 5 Komponentenhersteller / Mehrwertdiensteanbieter.

2.2 Skalierbarkeit und Standardisierung

Aufgrund der vielfältigen und zahlreichen Akteure und Komponenten, die im Ökosystem der intelligenten Elektromobilität existieren, müssen Informationen und Steuerungsbefehle entlang einer komplexen Wirkkette mit vielen heterogenen Schnittstellen und Protokollen übertragen werden (siehe unIT-e² Gesamtsystemarchitektur⁽⁴⁾). Für die Kommunikation zwischen den einzelnen Akteuren bzw. den technischen Komponenten, wie beispielsweise dem Elektrofahrzeug, der Wallbox, dem Netzbetreiber, der iMSys-Infrastruktur und dem Energiemanagementsystem existieren bereits etablierte Standards (z. B. IEC 61851, ISO 15118, VDE-AR E 2829-6-1, IEC 63380, OCCP, IEC TR 62746-2).

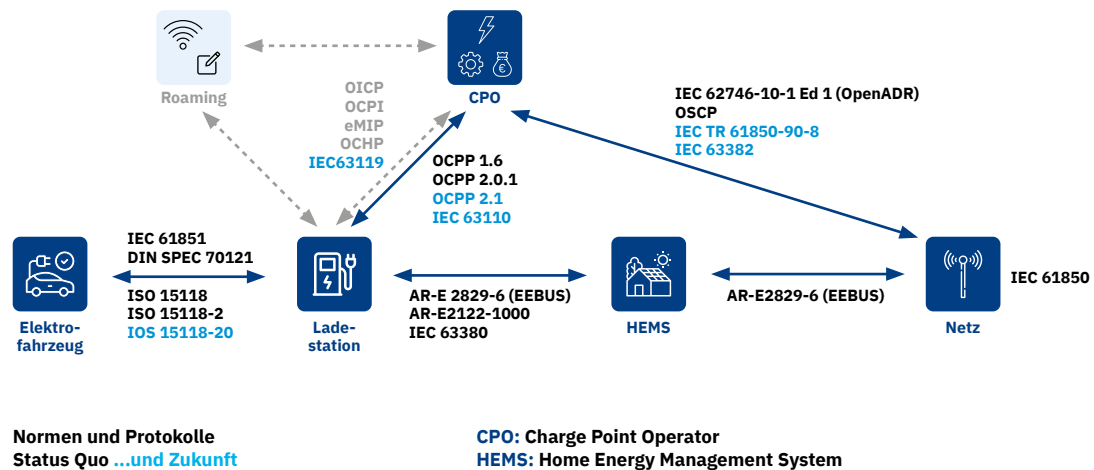


Abbildung 2: Übersicht relevanter Kommunikationsschnittstellen und Normen der Ladeinfrastruktur⁽⁵⁾

Die Verwendung von Standards entlang der gesamten Wirkkette ermöglicht es, Komponenten austauschbar zu integrieren. Bei der Betrachtung nicht nur von Ein- sondern auch Mehrfamilienhäusern hat insbesondere auch die Schnittstelle zu Gebäudeversorgungs- und Lastmanagementsystemen eine hohe Relevanz. Die sog. Interoperabilität der einzelnen Systeme schafft nicht nur die Basis für die technische Umsetzung von Anwendungsfällen des intelligenten Ladens, sondern fördert den Wettbewerb und maximiert den Kundenkomfort, da Produkte unterschiedlicher Hersteller frei kombiniert werden können. Darüber hinaus ermöglichen Lösungen, die auf internationalen Standards basieren, deren Übertragbarkeit und Anwendung in internationalen Märkten.

Minimierung von Interpretationsspielräumen

Ein Großteil der Hersteller unterstützt die Verwendung von Standards, wodurch die Kommunikation zwischen Komponenten verschiedener Hersteller wesentlich erleichtert und der Implementierungsaufwand gegenüber herstellereigenen proprietären Lösungen maßgeblich verringert wird. Es besteht jedoch die Gefahr, dass trotz dieser Standards stellenweise Interpretationsspielräume bestehen und die Hersteller die Standards unterschiedlich auslegen. Dies kann zu einem geringfügig unterschiedlichen Verhalten der einzelnen Komponenten führen, was allerdings große Auswirkungen auf die Interoperabilität des Gesamtsystems haben kann. Die Feldtests im Projekt haben gezeigt, dass insbesondere – jedoch nicht nur – die ISO 15118-2 und -20 Interpretationsspielräume aufweisen und Abweichungen in der Interpretation von Seiten der Fahrzeug- und Wallboxhersteller auftreten. Hierdurch kommt es zu Kommunikationsfehlern oder -abbrüchen, was im schlimmsten Fall dazu führt, dass das Fahrzeug nicht geladen werden kann.



(4) <https://sysarc.ffe.de>



(5) https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/normenlandschaft_fuer_die_elektromobilitaet/

Die Freiheiten bei der Implementierung der Standards gilt es grundsätzlich zu minimieren, indem klare Richtlinien vorgegeben werden, damit eine herstellerunabhängige fehlerfreie Funktionalität sichergestellt werden kann. Im Projekt konnte durch enge Abstimmung in den einzelnen Clustern, iteratives Testen und Anpassungen von Software die Funktionalität sichergestellt werden. Weiterhin wurde im Projekt die Interoperabilität der Wirkkette entlang verschiedener Komponenten nicht nur clusterspezifisch, sondern auch clusterübergreifend bei einem sogenannten „Plugfest“ getestet und sichergestellt⁽⁶⁾. Die gewonnen Erkenntnisse aus dem Projekt fließen in die entsprechenden Standardisierungsgremien ein, in der Erwartung, dass etwaige Interpretationsspielräume verringert werden.

Herausforderungen bei der Integration von Bestandsanlagen

Während es mittlerweile für die meisten Hersteller von Komponenten und Anlagen gängige Praxis ist, interoperable und digitale Schnittstellen bereitzustellen, wurden Bestandsanlagen häufig mit proprietären Lösungen ausgestattet. Spricht man von Bestand, so ist es sinnvoll, hinsichtlich digitaler Schnittstellen wie folgt zu differenzieren:

- a) Bestand, der weder heute noch in der Zukunft schalt- oder steuerbar sein wird,
- b) Bestand, der heute noch nicht schalt- oder steuerbar ist, aber durch Nachrüstung schalt- oder steuerbar sein wird,
- c) Bestand, der heute schon schalt- oder steuerbar ist und somit die Möglichkeit der netzorientierten oder marktlichen Steuerung bietet.

Im Altbestand sind proprietäre Lösungen und Schnittstellen vorherrschend, die keinen einheitlichen Informationsübergabepunkt für netz- oder marktseitige Kommunikation sicherstellen. Dies führt zu unterschiedlichen Optimierungspotenzialen für Bestandsanlagen und neue Anlagen in Liegenschaften. Interoperable Energiemanagementsysteme können Bestandsanlagen in der Liegenschaft immer nur integrieren, nicht aber deren Flexibilitätsgrad festlegen. Der Flexibilitätsgrad wird in erster Linie durch die Schnittstelle der Anlagen bestimmt. Die Feldtests haben gezeigt, dass die Integration von Bestandsanlagen in das Energiemanagementsystem möglich ist und somit Flexibilitätspotenziale in Liegenschaften gehoben werden können, die sonst ungenutzt geblieben wären. Diese sind zwar kleiner als bei Neuanlagen, sollten aus Energie- und Ressourceneffizienz dennoch erschlossen werden. Es wurde aber auch deutlich, dass die zumeist komplexen Ladeoptimierungen nur bedingt durch Bestandsanlagen umgesetzt werden können. Bestandsanlagen haben jedoch nach § 14a EnWG einen Bestandsschutz, eine Anbindung ist somit nicht verpflichtend.

Stetige Weiterentwicklung von Standards

Neben der Identifikation von Freiheitsgraden wurden im Projekt notwendige Funktionserweiterungen und Harmonisierungen von bestehenden Standards identifiziert. Ein Großteil der steuerbaren Anlagen und insbesondere der Energiemanagementsysteme muss in Zukunft über digitale Schnittstellen verfügen. Dementsprechend ist eine skalierbare Integration dieser steuerbaren Flexibilitäten nur über digitale Kommunikation möglich. Für die liegenschaftsinterne Kommunikation im Einfamilienhaus wird im Projekt der EEBUS-Standard verwendet, wodurch bereits der Großteil der Anwendungsfälle abgedeckt werden kann. Zur netzbetreiberseitigen Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen wurde beispielsweise kürzlich die TR 03109-5 zur Zertifizierung von CLS-Kommunikationseinheiten veröffentlicht. Für die lokale Messwertweitergabe vom Smart Meter Gateway (SMGW) über die HAN-Schnittstelle an das Energiemanagementsystem wurde im Projekt der VDE AR 2829-6-1 Use Case „Monitoring of Grid Connection Point“ (MGCP) erprobt, mit dem hochaufgelöste und standardisierte Messwerte bereitgestellt werden können.



(6) <http://unit-e2.de/129276>

Das Mapping von verschiedenen Standards birgt die Herausforderung der Harmonisierung, z. B. in Bezug auf ISO 15118-2 und den EEBUS Use Case „Coordinated EV Charging“ (CEVC). Hierbei stehen bestimmte Details noch zur Klärung aus, wie zum Beispiel die Optionalität bestimmter Datenpunkte zwischen den Standards zu vereinheitlichen.

Weiter wurden für den systemdienlichen Use Case Primärregelleistung (PRL) innerhalb des Projekts Anforderungen und Spezifikationen gesammelt, um auch diesen Anwendungsfall mit bestehenden Standards umzusetzen. Dafür wurde als Grundlage zunächst der EEBUS Use Case "Power Envelope"(POEN) genutzt, um die Anforderungen an PRL größtenteils abzudecken. Die Erkenntnisse aus dem Projekt fließen dann in die Entwicklung eines spezifischen EEBUS Use Cases für Primärregelleistung ein.



Handlungsempfehlungen:

Komponentenhersteller und Standardisierungs- bzw. Normierungsgremien

Für die Entwicklung von weiteren energiewirtschaftlichen Use Cases ist es notwendig, branchenübergreifende Arbeiten an weiteren Standards kontinuierlich fortzusetzen, um frühzeitig existierende Anforderungen an Standardisierungsgremien zu übergeben.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 100%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 80%

Die lokale Anbindung zwischen SMGW und beispielsweise Energiemanagementsystem für die Messwertweitergabe sollte im zukünftig standardisierten Installationsprozess berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen interoperable Mindestanforderungen für das Intervall der Messwertweitergabe und die notwendigen OBIS-Kennzahlen standardisiert werden.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 88%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%

Weiter sollten Interoperabilitätstests zur Identifikation unzureichend definierter oder unterschiedlich interpretierter Standards durchgeführt und anschließend die Erkenntnisse in die Gremien zurückgeführt werden. Die Tests können entweder in Laborumgebungen der jeweiligen Unternehmen oder im Rahmen von Test-Events oder sog. Plugfesten stattfinden. Solche Veranstaltungen sollten ergebnisoffen und branchen- sowie herstellerübergreifend in regelmäßigen Abständen stattfinden. Als positive Beispiele sind hier die Plugfeste von EEBUS, die „Testivals“ der CharIN oder das unIT-e² Plugfest zu nennen. Außerdem hat die EEBus Initiative e.V. eine Implementation Guideline für den Use Case „Limitation of Power Consumption“ (LPC) erstellt, um den Interpretationsraum einzudämmen. Perspektivisch werden auch für weitere Use Cases Implementation Guidelines erstellt.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 88%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 100%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 80%

2.3 Informationen und Anreize für Nutzer:innen

Informationsbedarf für die Kaufentscheidung

Interviews und Befragungen im Projekt unIT-e² haben gezeigt, dass bei Nutzer:innen von Ladestrategien und Komponenten einer steuerfähigen Ladeinfrastruktur Informationsbedarf sowie Unklarheit darüber besteht, woher Informationen bezogen werden können. Ein dynamischer Markt sowie sich ändernde Rahmenbedingungen, z. B. im Bereich Regulatorik, verstärken das Informationsdefizit. Das drückt sich durch eine starke Unsicherheit vor oder während der Informations- und Kaufphase von Elektrofahrzeugen und dazugehörigen Komponenten oder den Kauf von nicht interoperablen Komponenten aus.

Es gibt wenige Informationen von übergeordneten Anlaufstellen, die Fragen rund um das Thema vernetzte Elektromobilität beantworten können. Während der Informations- und Kaufphase der Customer Journey (der "Reise der Kund:innen" durch den gesamten Kaufprozess vom ersten Kaufimpuls und der Ideengenerierung bis zur Nachkauf- und Nutzungsphase) benötigen die Elektrofahrzeugnutzer:innen einfache, verständliche Auskünfte und Ansätze, mit denen ihnen die Zusammenhänge von Ladestrategien sowie der einzelnen Komponenten einer steuerfähigen Ladeinfrastruktur erklärt werden. Dafür ist es erforderlich, dass branchenübergreifende und herstellerunabhängige Informationen für potenzielle Käufer:innen von Elektrofahrzeugen, Ladeinfrastruktur und Steuerungskomponenten verfügbar sind, damit diese die Zusammenhänge der intelligent gesteuerten Elektromobilität inklusive der beinhalteten Komponenten verstehen und eine positive Kaufentscheidung treffen können.

Anreize für die Flexibilitätsbereitstellung

Im Anschluss an die Kaufentscheidung für ein Elektrofahrzeug ist es wichtig, dass Nutzer:innen von Elektrofahrzeugen lastseitige Flexibilität bereitstellen. Stromkund:innen in Deutschland beziehen ihren Strom aktuell fast ausschließlich über statische Tarife. Eine großflächige Integration der Elektromobilität in das Stromnetz erfordert jedoch die Zugriffsmöglichkeit auf nutzerseitige Flexibilität. Für die Systemintegration dieser Flexibilität bieten sich unterschiedliche Vertragsgestaltungen an, um die subjektiv empfundene Einschränkung bei der Nutzung eines Elektrofahrzeuges zu kompensieren.

Finanzielle Anreize zur Bereitstellung von Flexibilität können durch eine Reduktion der Ladekosten ermöglicht werden. Dies ist möglich durch einen dynamischen Stromtarif, der durch Kopplung an die Strombörsen marktliche Anreize setzt. Neben den erwähnten technischen Limitationen führen bestehende Adoptionsbarrieren jedoch dazu, dass dynamische Energietarife für das Laden von Elektrofahrzeugen derzeit noch selten abgeschlossen werden (Ausnahme im privaten Umfeld, z. B. von The Mobility House, Tibber oder Tado).

Davon abzugrenzen sind komplexe Tarifgestaltungen oder eine Risikoaversion privater Haushaltskund:innen (vgl. Domänentrennung). Im Rahmen von unIT-e² wurden beispielhaft juristisch valide Stromverträge für variable Stromtarife entwickelt, welche sowohl marktbasierende als auch netzbasierte Zeitfenster gemäß § 14a EnWG enthalten.

Eine weitgehende Verbreitung dynamischer Energietarife erfordert den Abbau der Adoptionsbarrieren, bevor durch Verhaltensanpassungen der Endnutzer:innen die systemischen Vorteile einer Flexibilitätsbereitstellung gehoben werden können. Die Ergebnisse eines Feldversuchs in unIT-e² haben gezeigt, dass ein Großteil der Teilnehmer:innen durch die zeitliche Verschiebung von Ladevorgängen keine Einschränkung in ihrem Mobilitätsverhalten wahrgenommen hat. Die öffentlichkeitswirksame Kommunikation derartiger Ergebnisse kann zu einem Abbau der Adoptionsbarrieren beitragen.

Exkurs: Differenzierte Betrachtung von Mehrparteienhäusern

Im Gegensatz zu Einfamilienhäusern ist die Rollenaufteilung in Mehrparteienhäusern komplexer und erfordert eine differenzierte Betrachtung. Mehrparteienhäuser vereinen in den Domänen Wohnen, Parken und Laden und Gebäudeversorgung eine Vielzahl an Akteuren mit unterschiedlichen Aufgaben und Interessen. Die Hoheit über Anlagen und Systeme, deren Steuerung und den Netzanschlussvertrag inklusive Leistungsbezug der gesamten Liegenschaft liegt bei Eigentümern oder Liegenschaftsverwaltern. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur erfolgt durch einen Charge Point Operator (CPO), welcher auch die Bewirtschaftung für die Ladepunktnutzer übernimmt.

Innerhalb der Liegenschaft können widersprüchliche Interessen zwischen den Akteuren entstehen, welche eine Optimierung des Leistungsbezugs, unter anderem auch bei der Elektromobilität, erschweren. Beispielsweise ist unklar, ob und wie Flexibilitätsgewinne vom CPO an die Ladepunktnutzer:innen weitergegeben werden. Voraussetzung für die marktliche und netzbetreiberseitige Ansteuerung von Liegenschaften, insbesondere von Mehrfamilienhäusern, ist die Standardisierung von Funktionen im SMGW.



Handlungsempfehlungen:

Hersteller und Organisationen mit Kontakt zu Kund:innen

Kund:innen benötigen für die Kaufentscheidung von Elektrofahrzeugen und dazugehörigen Lade- und Steuerungskomponenten zugängliche und vollumfängliche Informationen, um die Funktion und Kompatibilität der Systeme sicherzustellen.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 100%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 80%

Verteilnetzbetreiber

Verteilnetzbetreiber sollten sich auf die Schaffung technisch notwendiger Infrastruktur für die kundenseitige Bereitstellung von Flexibilität fokussieren. Insbesondere die Digitalisierung des Niederspannungsnetzes trägt zur Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen bei. Eine lokale Echtzeitüberwachung der Netzauslastung ermöglicht den netzdienlichen Einsatz kundenseitiger Flexibilität.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 75%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 80%

Stromlieferanten und Bundesnetzagentur

Stromlieferanten und die Bundesnetzagentur können durch eine Implementierung von Anreizen für dynamische Tarife zum Abbau der Adoptionsbarrieren beitragen. Um eine effiziente Netzbe- wirtschaftung zu ermöglichen, ist es notwendig, die konkrete Netzauslastung erfassen zu können. Netzbetreibern sollten daher angereizt werden, um zeitnah auf das Zielbild des netzorientierten Steuerns übergreifen zu können.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 88%

Automobilhersteller: 100%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 25%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 80%

2.4 Ökonomische und ökologische Vorteile für Nutzer:innen und System

Die Elektromobilität kann sowohl ökonomisch als auch ökologisch Vorteile bieten. Dies gilt zum einen für den Vergleich von Elektrofahrzeugen zu herkömmlichen Verbrennerfahrzeugen. Zum anderen kann der Vergleich des intelligent gesteuerten und bidirektionalen Ladens zu ungesteuertem Direktladen bezogen auf die Use Cases der intelligenten Elektromobilität gezogen werden. In unIT-e² wurden sowohl die Vorteile für Fahrzeugnutzer:innen als auch die systemische Perspektive analysiert.

Vorteile aus Sicht der Nutzer:innen

Für manche Fahrzeugklassen sind die Gesamtkosten für Elektrofahrzeuge (Anschaffung, Betrieb, etc.) heute schon günstiger als die Gesamtkosten vergleichbarer Verbrennerfahrzeuge⁽⁷⁾. Allerdings gilt vor allem für kleinere Fahrzeugklassen, dass Elektrofahrzeuge häufig in ihren Gesamtkosten noch teurer sind. Aus ökologischer Sicht sind jedoch insbesondere kleinere Elektrofahrzeuge vorteilhaft, da deren Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) über den gesamten Lebenszyklus im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen deutlich geringer sind. Grund dafür ist, dass die rohstoffintensive Produktionsphase und hierbei vor allem die Fahrzeugbatterie den Fußabdruck von Elektrofahrzeugen maßgeblich bestimmt⁽⁸⁾. Bezogen auf das intelligent gesteuerte Laden bzw. im Falle von bidirektional ladefähigen Fahrzeugen das Entladen gilt, dass Nutzer:innen in allen untersuchten Use Cases gegenüber dem ungesteuerten Laden Stromkosten einsparen können. Werden anfallende Mehrkosten der Technologien mit einbezogen, so sind die Kosten für intelligent gesteuertes und bidirektionales Laden jedoch nicht immer günstiger als für ungesteuertes Direktladen⁽⁹⁾. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen lohnen sich die Use Cases finanziell aus Sicht der Nutzer:innen also nicht immer (z. B. doppelte Besteuerung beim bidirektionalen Laden). Bezogen auf die betriebsbedingten THG-Emissionen zeigt sich, dass nur für manche Use Cases Einsparungen im Vergleich zum ungesteuerten Direktladen erzielt werden können. Für einen Teil der Use Cases nehmen die THG-Emissionen zu, da kostenoptimiert und nicht emissionsoptimiert geladen wird.⁽⁹⁾

Systemischer Nutzen von intelligenter Elektromobilität

Die systemisch optimierte Nutzung der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen (intelligent gesteuerte und bidirektionale Fahrzeuge) kann unter bestimmten Rahmenbedingungen das Energiesystem als kostengünstige Flexibilitätsoption und zur Sicherung der Versorgungssicherheit unterstützen. Aus ökologischer Perspektive beschleunigt die systemische Nutzung mittelfristig die Integration von Erneuerbaren Energien. Bei den Rahmenbedingungen ist es wichtig, dass eine hohe Ansteckrate bei den Nutzer:innen vorliegt, um das Potenzial der Fahrzeuge nutzen zu können. Außerdem ist die Ausgestaltung möglicher Verteilnetzrestriktionen relevant. So ist das Vorgehen nach § 14a EnWG weniger einschränkend als eine grundlegende Reduktion der Ladeleistung, wie teilweise in anderen Ländern gehandhabt. Falls große Anreize für den Hochlauf von systemisch genutzten Elektrofahrzeugen vorliegen, reduziert dies langfristig die Strompreise und vor allem die Volatilität der Preise, wodurch die durch Use Cases möglichen Kostenersparnisse der einzelnen Nutzer:innen sinken. Bei der Modellierung des Energiesystems der Zukunft ist vor allem bei der Berücksichtigung von Netzrestriktionen ein detaillierter regionaler Hochlauf der Elektromobilität abzubilden.⁽¹⁰⁾

Aus ökologischer Perspektive kann vor allem der großflächige Einsatz bidirektionaler Ladestrategien einen systemischen Mehrwert darstellen. So kommt eine vergleichende lebenszyklusbasierte Analyse zum Ergebnis, dass die Nutzung von Fahrzeugbatterien als flexible Speicheroption fürs Energiesystem den Bedarf an stationären Batteriespeichern in Deutschland um bis zu 117 GWh reduzieren kann. Dadurch können nicht nur Emissionen, sondern vor allem Ressourcen eingespart werden. Die Studie zeigt außerdem, dass V2G-Laden mittelfristig (2030 - 2035) die Dekarbonisierung der Stromerzeugung beschleunigt, indem die zusätzliche Speicherkapazität zur effizienteren Integration erneuerbarer Energien führt.⁽¹¹⁾



(7) <https://unit-e2.de/news/univerit-e2-total-cost-of-ownership-modellierung>



(8) <https://unit-e2.de/news/konferenzbeitrag-lca-elektrofahrzeuge-oekologischer-break-even-leitfaden>



Handlungsempfehlungen:

Gesetzgeber / Politik

Falls staatliche Anreize für Elektrofahrzeuge bzw. deren systemische Nutzung geplant sind, sollten diese so ausgestaltet werden, dass vor allem ökologisch vorteilhafte Fahrzeugklassen und Use Cases, die längerfristig systemisch vorteilhaftes Laden und Entladen gewährleisten, gefördert werden.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 88%

Automobilhersteller: 20%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 75%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%

Hersteller

Für eine dauerhaft nachhaltige Elektromobilität sollten Automobilhersteller und Komponentenhersteller (bspw. von Ladeinfrastruktur) vor allem auf Materialreduktion sowie die Nutzung umweltfreundlicher Materialien setzen.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 88%

Automobilhersteller: 40%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 100%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%

Hersteller und Politik

Da ökonomische Vorteile nicht immer auch ökologischen Vorteilen entsprechen, sollten Anbieter, Hersteller und Politik die jeweiligen Vorteile eines Use Cases den Nutzer:innen klar verständlich und zutreffend erklären.

Zustimmung Konsortium

Forschung: 100%

Automobilhersteller: 20%

Netzbetreiber / Stadtwerke: 100%

Komponentenhersteller/Mehrwertdiensteanbieter: 100%



(9) <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/welche-vorteile-bietet-gesteuertes-und-bidirektionales-laden-fuer-nutzerinnen-heute-und-in-zukunft/>



(10) <https://unit-e2.de/news/iaee-konferenz-2022-spatially-distributed-charging-profiles-evs>



(11) <https://unit-e2.de/news/systemische-rueckwirkungen-ladestrategien-umweltbilanz-elektrofahrzeuge>



3 Fazit

Im Rahmen des Syntheseprozesses wurden aus jedem der sechs unIT-e² Teilprojekte mindestens zwei Erkenntnisthesen eingebracht. Die dominierenden Themen der Branche während der Projektlaufzeit von unIT-e² spiegeln sich in den eingebrachten Thesen wider: Jeweils fünf Themen sind in die Kapitel „Netzintegration von Elektromobilität“ und „Skalierbarkeit und Standardisierung von Elektromobilität“ eingeflossen. Der Diskurs innerhalb der Cluster aber auch in den übergeordneten Arbeitsgruppen wurde von Themen des netzdienlichen Ladens sowie Skalierbarkeit und Standardisierung geprägt. Durch den starken Feldtest-Bezug des Projekts sind daneben die Erkenntnisse zu Informationen und Anreize für Nutzer:innen ein wesentlicher Bestandteil der Projektsynthese. Die wirtschaftliche und ökologische Bewertung von Elektromobilität sowie deren Einfluss auf das Energiesystem wurde vorwiegend forschungsseitig betrachtet.

Innerhalb der genannten vier Kategorien lassen sich weitere Fokusthemen erkennen: Die Diskussionen im Rahmen der Netzintegration von Elektromobilität waren über weite Strecken beherrscht durch die Entwicklungen rund um § 14a EnWG, dessen Umsetzung erfolgreich in Feldtests erprobt wurde. Daneben stand die Untersuchung von sowohl markt- als auch netzbasierten Anreizmechanismen im Vordergrund, welche zur Entwicklung eines auktionenbasierten Kapazitätsallokationsmechanismus (KOALA) und eines anreizkompatiblen optionalen dynamischen Netzentgelttarifs (dodyNT) geführt hat. Beide Vorschläge zielen darauf ab, Lasten dadurch effizient in Niederlastzeiten zu verschieben, dass Kund:innen für die Anforderung hoher Netzlasten in Hochlastzeiten einen hohen Preis zahlen müssen. Zusätzlich wurde im TP Grid ein Konzept zur grundlegenden Veränderung der Netzentgeltssystematik erarbeitet. Dieser zielt auf die maximale Leistung ab und bezieht mit Hilfe von gestuften Netzentgeltpauschalen alle Kundengruppen (Consumer, Prosumer und Flexumer) bei den Herausforderungen des Netzausbaus und der Kosten ein und setzt gleichzeitig Anreize zum effizienten und umsichtigen Umgang mit der Infrastruktur

Verschiedene Feldtests und das unIT-e² Plugfest haben gezeigt, dass bestehende Normen und Protokolle Raum für Interpretation lassen, wodurch ein weiterer Bedarf für Aktivitäten im Bereich Standardisierung identifiziert wurde. Dabei geht es nicht nur um neue Komponenten, sondern insbesondere um die effektive Integration bereits installierter Komponenten.

Die Untersuchung der Nutzer:innenperspektive hat ergeben, dass eine wesentliche Hürde bei der Kaufentscheidung von Elektrofahrzeugen und damit verbundenen Komponenten, wie Ladeinfrastruktur und Steuerungssystemen, in einem Informationsdefizit der Kund:innen besteht. Hier gilt es, entsprechende Informationen bereitzustellen, um einen Markthochlauf der Elektromobilität in der Praxis zu ermöglichen. Sind Kund:innen auf die Nutzung von Elektrofahrzeugen umgestiegen, ist es von hoher Relevanz, Anreize zur Flexibilitätserbringung zu setzen und insbesondere auch in Mehrparteienhäusern zu berücksichtigen, dass sich Interessen unterschiedlicher Akteure unterscheiden können. Daher gilt es, eine sinnvolle Anreizsetzung auszugestalten. Dies ist nicht zuletzt im Rahmen der Untersuchung von ökonomischen und ökologischen Vorteilen der Elektromobilität für Nutzer:innen und das Energiesystem erkannt worden: Nicht alle Elektrofahrzeuge sind derzeit kostengünstiger als vergleichbare Verbrenner und nicht alle Arten des Ladens sind ökonomisch und ökologisch in allen Fällen sinnvoller als einfaches Direktladen. Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen richten sich vorwiegend an die Herstellungsunternehmen von Elektrofahrzeugen und dazugehörigen Komponenten sowie die gesetzgebende Politik. Sie sind für die Informationsbereitstellung für Nutzer:innen von Elektrofahrzeugen, die nachhaltige Herstellung und Anbindung von Komponenten sowie die Anreizsetzung zur Lastflexibilisierung essentiell. Daneben sind Normierungs- und Standardisierungsgremien, Regulierungsbehörden wie die BNetzA und Forschungsinstitutionen relevante Stakeholder, um letzte Hürden für den Markthochlauf der Elektromobilität zu meistern.

Übergreifend lässt sich festhalten, dass im Projekt unIT-e² an wichtigen Schlüsselthemen gearbeitet wurde und mit der Erprobung des § 14a EnWG, den Befragungen von Nutzer:innen und der Erprobung von technischen Schnittstellen in den Feldtests ein wesentlicher Beitrag zu den aktuellen Entwicklungen rund um die Elektromobilität in Deutschland geleistet werden konnte.

Doch der Weg in die Praxis ist noch nicht geebnet. Weitere Forschungs- und Entwicklungsfragen lassen sich insbesondere in den Bereichen Netzintegration und Skalierbarkeit verorten. Weiterhin bleibt nach einer erfolgreichen Netzintegration von unidirektionalen Elektrofahrzeugen der nächste Schritt zur Integration der Elektromobilität: Der Markthochlauf des bidirektionalen Ladens und eine vollumfängliche Systemintegration dieser in das Energiesystem.

Weitere Informationen und Hintergründe zu den vorgestellten Ergebnissen sind im separaten Begleitdokument veröffentlicht.⁽¹²⁾ Dieser Bericht wird zum Projektende von unIT-e² Anfang 2025 durch in der Zwischenzeit gewonnene, zusätzliche Erkenntnisse erweitert werden.



(12) <https://unit-e2.de/ergebnissynthese>

Impressum

Herausgeber

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
Am Blütenanger 71
80995 München

Erscheinungsdatum

Juli 2024

Projektleitung

Simon Köppl (FfE)

Gesamtprojektleitung
+49 89 158121 78
skoepl@ffe.de

Michael Hinterstocker (FfE)

Gesamtprojektleitung
+49 89 158121 53
mhinterstocker@ffe.de

Daniel Battersby (FfE)

Stellv. Gesamtprojektleitung
+49 89 158121 28
dbattersby@ffe.de

Elisabeth Springmann (FfE)

Stellv. Gesamtprojektleitung
+49 89 158121 28
espringmann@ffe.de

Freigegeben durch folgende Projektpartner

Bayernwerk Netz GmbH, Consolinno Energy GmbH, EAM Netz GmbH, EEBUS Initiative e.V., EWE Go GmbH, EWE Netz GmbH, Flavia IT Management GmbH, Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Fraunhofer SIT, Kostal Industrie Elektrik GmbH, Lechwerke AG, Mercedes-Benz Group AG, Power Plus Communications AG, Regionalmanagement Nordhessen GmbH, RWTH Aachen, Schneider Electric GmbH, Stadtwerke Düsseldorf AG, Stadtwerke München GmbH, Stiftung Umweltenergierecht, TenneT TSO GmbH, The Mobility House GmbH, Universität Kassel, Universität Duisburg-Essen, Universität Passau, UnternehmerTUM GmbH, Viessmann Climate Solutions SE

Weitere Informationen

www.unit-e2.de

ISBN

978-3-945029-88-6

Förderkennzeichen

01MV21UN01





unit-e2.de