

Anreizkonzepte für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen

Ergebnisse und Empfehlungen aus dem Feldtest
des Cluster Heav-E in Nordhessen

UN|IT|E²
heav|E



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektpartner:



UNI KASSEL
VERSITÄT

REGIONALMANAGEMENT
NORDHESSEN
Gemeinsam. Zukunft. Gestalten.

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

VOLKSWAGEN GROUP



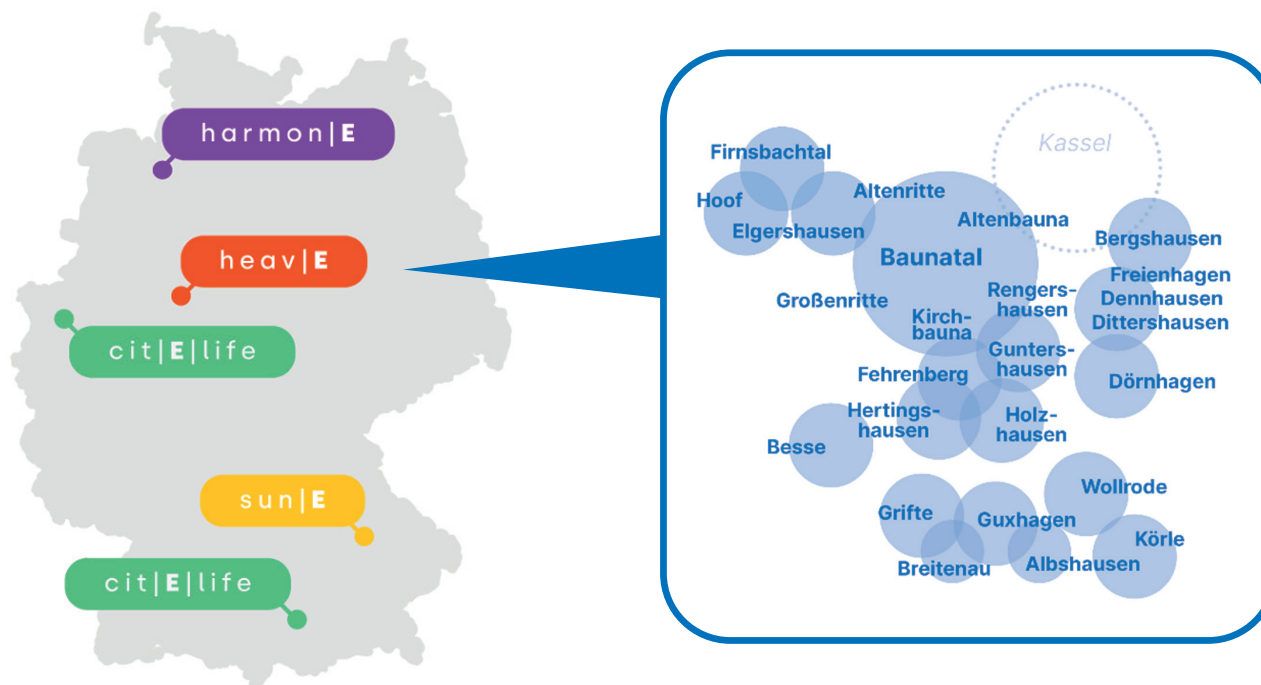
Inhalt

1	Cluster Heav-E: Nutzerforschung in Nordhessen	4
2	Zielsetzung und Fokus-Use-Cases	8
2.1	Ziele des Clusters	8
2.2	Untersuchte Use Cases	8
3	Aufbau des Feldtests	9
3.1	Konzept	9
3.2	Technischer Aufbau	10
3.3	Durchführung	15
4	Wichtige Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen	17
5	Fazit	21
6	Impressum	23



1 Cluster Heav-E: Nutzerforschung in Nordhessen

Das Cluster Heav-E steht exemplarisch für innovative Ansätze zur Integration der Elektromobilität in bestehende Energiesysteme. Im Rahmen eines groß angelegten Feldtests wurde in Nordhessen das Ladeverhalten von Nutzern von Elektrofahrzeugen mit eigener Wallbox untersucht. Dabei lag der Fokus nicht nur auf der Erfassung der aktuellen Netzbelastung durch Ladeprozesse, sondern insbesondere auf der Frage, wie durch gezielte Anreize Lastspitzen verschoben und ein netzdienliches Verhalten gefördert werden kann. Den Feldtest mit einer Gruppe von 68 Nutzern führten die regionalen Partner EAM Netz GmbH, Flavia IT-Management GmbH, Universität Kassel und Volkswagen Group koordiniert durch die Regionalmanagement Nordhessen GmbH von Juli 2023 bis Januar 2025 durch. Eingebettet in das Gesamtprojekt uniT-e² (siehe Infobox) wurden über den Feldtest hinaus weitere Untersuchungen durchgeführt, Systeme erprobt und Erkenntnisse über alle Cluster hinweg ausgetauscht. Heav-E hatte dabei die Aufgabe, in einem groß angelegten Feldtest in Nordhessen das Ladeverhalten von Nutzern zu analysieren und Anreizsysteme für netzdienliches Laden zu erproben.



„Mit dem Cluster Heav-E haben wir in Nordhessen wertvolle Einblicke in das Ladeverhalten von E-Auto-Nutzer:innen gewonnen und gleichzeitig eine Öffentlichkeit für die Integration der Elektromobilität in das Energiesystem geschaffen.“

Mein Dank gilt allen Projektpartnern und Feldtestteilnehmenden, die diesen Erfolg ermöglicht haben.“

Kai Georg Bachmann

Geschäftsführer
Regionalmanagement Nordhessen GmbH

Die gewonnenen Erkenntnisse lieferten wertvolle Impulse für die Entwicklung standardisierter, interoperabler Lösungen, die sowohl die Netzstabilität sichern, als auch wirtschaftliche und nutzerfreundliche Ladestrategien ermöglichen. Heav-E leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Transformation des Energiesystems.

Diese Ergebnisbroschüre fasst die zentralen Erkenntnisse des Feldtests zusammen und zeigt, wie gezielte Anreize Elektromobilität als stabilisierendes Element im Energiesystem etablieren können. Gleichzeitig liefert sie Impulse für die Weiterentwicklung nachhaltiger Mobilitäts- und Energiekonzepte.



Das Projekt unIT-e²

unIT-e² war ein bundesweites Forschungsprojekt, das die intelligente Integration von Elektromobilität in das Energiesystem vorantrieb. Das Konsortium bestand aus **31 Partnern** aus Automobil- und Energiewirtschaft, IT, Ladeinfrastruktur und Wissenschaft. Gemeinsam entwickelten sie in vier deutschlandweiten Feldversuchen nutzerfreundliche und interoperable Ladekonzepte, um die Elektromobilität markt- und netzdienlich zu integrieren.

Förderung und Laufzeit:

- **Förderhöhe:** Das Projekt wurde mit über **30 Millionen Euro** vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert.
- **Laufzeit:** August 2021 – Januar 2025 (dreieinhalb Jahre).

Projektstruktur: unIT-e² gliederte sich in vier Cluster und zwei begleitende Teilprojekte:

• Cluster:

- **Harmon|E:** Fokus auf marktoptimiertes und netzdienliches Laden von Elektrofahrzeugen.
- **Heav|E:** Untersuchung der Netzauswirkungen einer hohen Durchdringung von Elektrofahrzeugen und Erprobung neuer Anreizsysteme für netzdienliches Laden.
- **Sun|E:** Integration von Elektromobilität in ländlichen Gebieten mit hohem Anteil erneuerbarer Energien.
- **Cit|E|Life:** Effiziente und sichere Integration von Elektromobilität im urbanen Umfeld.

• Begleitende Teilprojekte:

- **Forschung:** Wissenschaftliche Begleitung und Analyse der Feldversuche.
- **Grid:** Entwicklung von Konzepten und Komponenten für die erfolgreiche Integration der Elektrofahrzeuge ins Energiesystem.

Zielsetzung:

Das Projekt verfolgte das Ziel, die nachhaltige und wirtschaftliche Integration von Elektromobilität in das Energiesystem zu fördern. Durch die Entwicklung intelligenter und zukunftsfähiger Lösungen sollten erneuerbare Energien und die bestehende Netzinfrastruktur optimal genutzt werden.

Weitere Informationen: www.unit-e2.de



2 Zielsetzung und Fokus-Use-Cases

2.1 Ziele des Clusters

Das Projektteam untersuchte im Rahmen des Feldtests, wie Nutzer von Elektrofahrzeugen mit Wallbox ihr Ladeverhalten durch verschiedene Netz- und Preisanreize anpassen. Die wissenschaftliche Begleitung durch die Universität Kassel umfasste die Entwicklung und Erprobung dieser Anreize sowie regelmäßige Befragungen, um genaue Erkenntnisse über Ladeanpassungen und Einflussfaktoren zu gewinnen.

Ein weiteres Ziel war die Entwicklung praktikabler, netzdienlicher Ladekonzepte. Hierfür kam eine webbasierte Anwendung zum Einsatz, die den Teilnehmenden Informationen zu ihrem Ladeverhalten sowie Möglichkeiten für eine netzfreundliche Nutzung bereitstellte. Die Umsetzung der Projektergebnisse in die allgemeine Praxis soll es langfristig ermöglichen, Lastspitzen zu verschieben und so die Elektromobilität nahtlos in das Energiesystem zu integrieren.

Im Feldtest des Cluster Heav-E wurden hierzu zwei zentrale Use Cases untersucht, die Einblicke in die Wirkungsweise von Steuerungs- und Preisanreizen liefern.

2.2 Untersuchte Use Cases

Use Case 1: Anpassung des Ladeverhaltens durch direkte Steuerung

In diesem Use Case wurde analysiert, wie Nutzer von Elektrofahrzeugen auf steuernde Eingriffe wie vorübergehende Leistungsbegrenzungen oder Unterbrechungen des Ladevorgangs reagieren, die aufgrund von Netzrestriktionen erforderlich sind. Ziel war es, die Akzeptanz solcher Maßnahmen durch die Nutzer zu bewerten und darauf aufbauend Empfehlungen für die Gestaltung von Tarifen und Vergütungsmechanismen zu entwickeln.

Use Case 2: Anpassung des Ladeverhaltens durch Preissignale

Dieser Use Case konzentrierte sich darauf, ob und in welchem Umfang Nutzer von Elektrofahrzeugen ihr Ladeverhalten eigenständig an Preissignale anpassen. Dabei wurde untersucht, ob Preissignale vergleichbare entlastende Effekte auf das Stromnetz haben, wie direkte Steuerungen und welche Preisvariationen erforderlich sind, um entsprechende Verhaltensänderungen auszulösen.

3 Aufbau des Feldtests

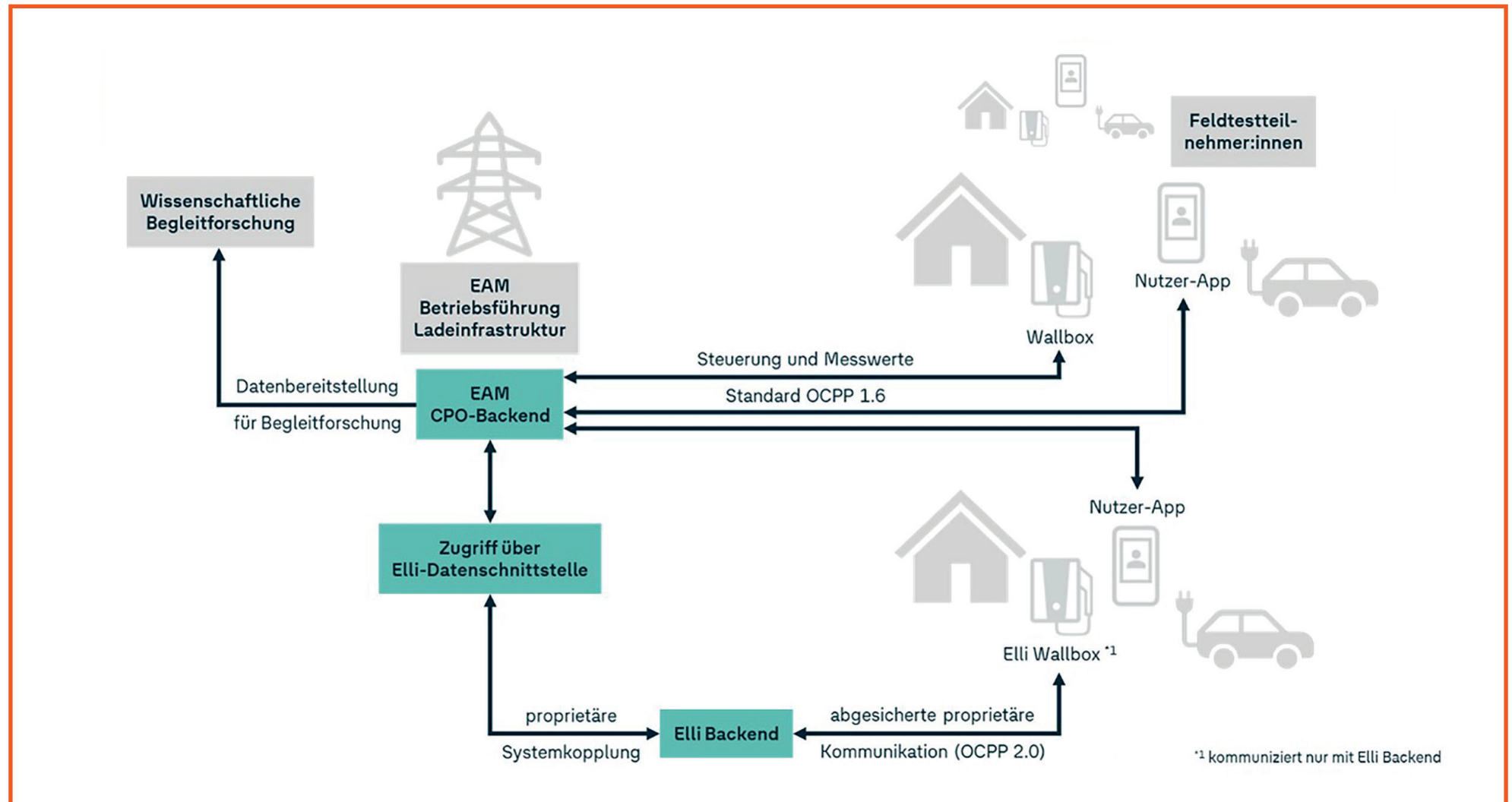
3.1 Konzept

Der Feldtest des Cluster Heav-E wurde entwickelt, um die Auswirkungen und die Akzeptanz von Maßnahmen zu untersuchen, die das Ladeverhalten von Elektrofahrzeugen beeinflussen. Hierfür wurde eine signifikante Anzahl an Teilnehmenden gesucht, die ein Elektrofahrzeug sowie eine eigene Wallbox besitzen und bereit waren, an einem vergüteten Feldtest teilzunehmen. Die Steuerung und Messung der Ladevorgänge erfolgte über ein zentrales CPO-Backend der EAM über eine digitale Schnittstelle zu den Wallboxen der Teilnehmenden. Voraussetzung war, dass diese Wallboxen das Open Charge Point Protocol (OCPP) 1.6 unterstützen und mit einem Long Term Evolution (LTE)-Modul ausgestattet sind. Die Anbindung der Elli-Wallboxen wurde über einen gesonderten Zugang über eine Schnittstelle ermöglicht, da die Elli-Wallboxen aus Sicherheitsgründen nur über das eigene Elli-Backend steuerbar sind.

Wichtigste Komponente und gleichzeitig auch Alleinstellungsmerkmal von Heav-E bildeten die Teilnehmer selbst. Ihre Akzeptanz von steuernden Eingriffen sowie ihre Preissensibilität waren Ausgangspunkte der Gestaltung von Lademodellen, die ein netzdienliches Verhalten fördern. Zudem bildete ihre Wallbox eine technische Komponente, deren Eigenschaften die Struktur der Hintergrundsysteme zur Umsetzung von steuernden Eingriffen maßgebend beeinflusste. Eine weitere technische Komponente war das Charge Point Management System (CPMS) des Verteilnetzbetreibers. Dieses wurde im Rahmen von Heav-E um eine Steuerungsmöglichkeit des Ladestromes sowie um eine Verknüpfung der genannten webbasierten Anwendung für die Kommunikation mit der Testgruppe erweitert. Die Nutzungsdaten sowie die Energieflüsse wurden im Viertelstundentakt bereitgestellt und für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung gestellt.

3.2 Technischer Aufbau

Das folgende Systembild gibt einen Überblick zum technischen Aufbau des Hintergrundsystems des Feldtests inklusive der Anbindung des Systems von Elli.



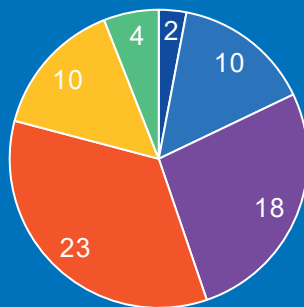
Die deskriptive Statistik bietet einen Überblick über die Merkmale der Feldtestteilnehmer.

Der Durchschnittsteilnehmer ist ...

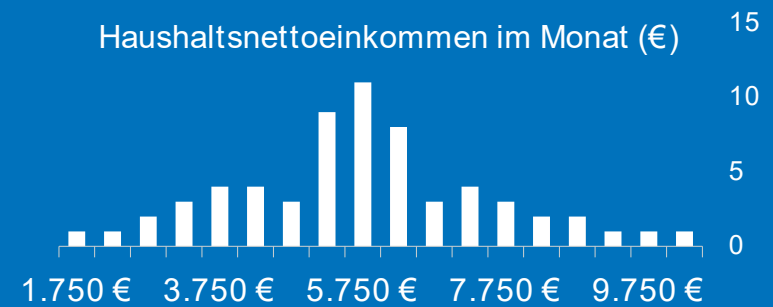
- ... 50 Jahre alt
- ... männlich
- ... erwerbstätig
- ... verheiratet

Altersgruppen (Jahre)

- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60-69
- ≥ 70



Haushaltsnettoeinkommen im Monat (€)



und hat ...

- ... ein Haushaltsnettoeinkommen von 5.840 €
- ... einen Hochschulabschluss

Ursprünglich war vorgesehen, ausschließlich Interessenten mit LTE-fähigen Wallboxen als Teilnehmer in den Feldtest aufzunehmen. Von den über 300 Interessenten erfüllten lediglich sechs Personen alle technischen Anforderungen. Um die Testgruppe zu erweitern, wurden zwei alternative Ansätze entwickelt:

1. Tausch oder Neuinstallation geeigneter Wallboxen:

Neun Teilnehmende nahmen den Vorschlag an, ihre bestehende Wallbox gegen eine OCPP 1.6-kompatible Wallbox mit LTE-Modul auszutauschen oder eine solche neu zu installieren. Dieses Angebot wurde von einem Dienstleister durchgeführt und von der EAM Netz GmbH finanziell unterstützt.

2. Einbindung der Volkswagen ID. Charger Pro:

53 Interessierte verfügten über eine ID. Charger Pro Wallbox von Volkswagen.

Diese wurde über das Backend-System der Volkswagen-Marke Elli in den Feldtest eingebunden.

Diese Lösung ermöglichte die Kommunikation zwischen den Wallboxen und dem Hintergrundsystem, um Steuerungsbefehle und Messdaten auszutauschen.

Um eine große Zahl von Teilnehmern zu ermöglichen, wurden beide Ansätze parallel verfolgt (vgl. Abbildung auf S. 10).

Die Benutzeroberfläche der User-App war als webbasierte Anwendung konzipiert und konnte bequem über ein Smartphone genutzt werden. Sie diente den Feldtestteilnehmenden als zentrale Plattform, um relevante Informationen zu den verschiedenen Betriebsmodi abzurufen.

Vor jedem Ladevorgang wurden die Nutzer über die Anwendung durch die erforderlichen Schritte geführt, die je nach Betriebsmodus variierten. Die webbasierte Oberfläche bot eine intuitive und benutzerfreundliche Navigation, die sicherstellte, dass Vorgaben – wie Ladezeitpunkte oder Preissignale – leicht verständlich und einfach umzusetzen waren.

„Die kurzfristige Umsetzung der Systemkopplung mit dem Elli Backend zeigt, dass technische Probleme gelöst werden können und die Umsetzung von Flexibilitätsmaßnahmen innerhalb der Elektromobilität technisch einsatzreif ist.“

Georg Schmitt

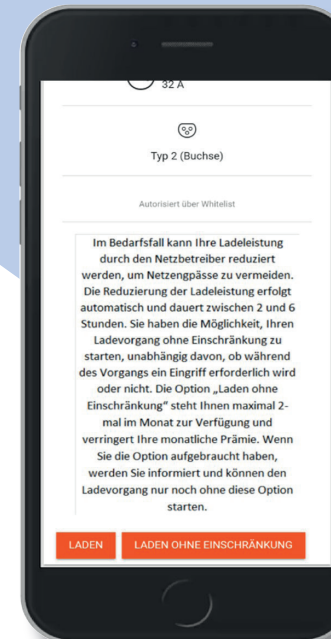
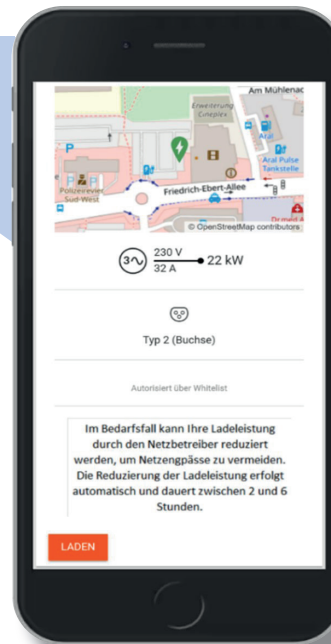
Projektleiter E-Mobilität
Flavia IT-Management GmbH

Im Rahmen des Feldtests wurden umfangreiche Tests durchgeführt, um die technische Umsetzung und Sicherheit der Systeme zu gewährleisten.

Dabei standen folgende Aspekte im Fokus:

- **Erprobung einer Backend-to-Backend-Verbindung** zwischen den Systemen von Elli (Ladedienstleister) und der EAM als andere Option der Steuerung.
- **Nachweis der Machbarkeit und Anwendung von Sicherheitskonzepten**, um eine sichere Datenübertragung und Systemstabilität zu gewährleisten.
- **Funktionstest zur Absicherung des Feldtests am „EnergyLab“ der Volkswagen Group**, u. a. Test der Kommunikationsstrecke, Kompatibilitätstests mit verschiedenen Fahrzeugmodellen, Validierung der Betriebsmodi und der fahrzeugseitigen Ladefunktionen.

Diese Maßnahmen stellten sicher, dass die technische Infrastruktur den Anforderungen des Feldtests entspricht und zuverlässig funktionierte.





Funktionstest am „EnergyLab“ der Volkswagen Group

3.3 Durchführung

Der Feldtest begann am 1. Juli 2023 mit einer Testgruppe von 68 Personen und einer ausführlichen Startbefragung. Die initiale Test- und Beobachtungsphase diente dazu, die eingesetzten Systeme zu prüfen und das Ladeverhalten der Teilnehmer unter normalen Bedingungen zu analysieren.

Ab dem 1. November 2023 startete die Untersuchungsphase, in der verschiedene Ladetarife getestet wurden. Diese Phase wurde durch monatliche Befragungen begleitet, um detaillierte Einblicke in das Nutzungsverhalten und die Akzeptanz der Teilnehmenden zu gewinnen. Während des gesamten Feldtests stand der Testgruppe eine webbasierte Anwendung zur Verfügung. Diese bot transparente Informationen darüber, ob aktuell eine direkte Steuerung der Ladevorgänge erfolgt oder welche Preissignale für ein bestimmtes Ladeverhalten gesetzt werden.

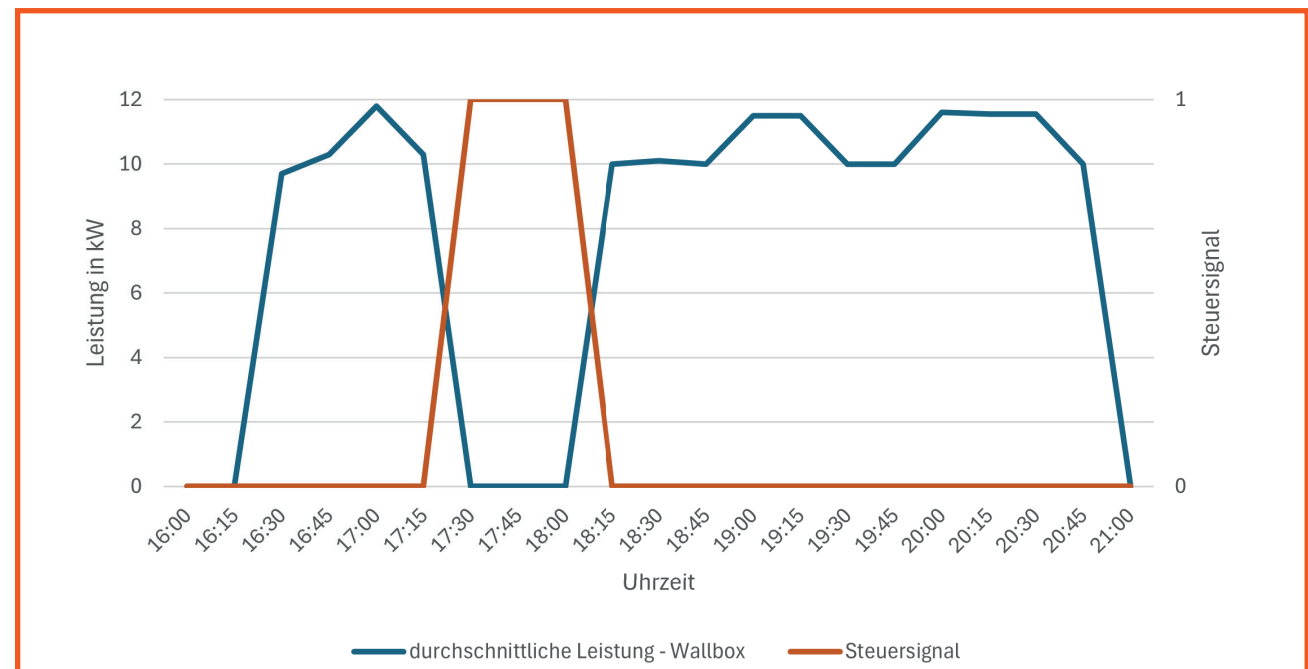


Begleitend ab 1.9.: Monatliche Abfrage zu km-Stand und Einflüsse Fahrverhalten

Jeder Tarif wurde über einen Zeitraum von mindestens zwei Monaten getestet, um aussagekräftige Ergebnisse zu gewährleisten. Eine Übersicht über die verschiedenen Betriebsmodi findet sich in der nachfolgenden Tabelle, während die anschließende Abbildung exemplarisch einen Lastverlauf darstellt, der das Laden mit Leistungsreduzierung verdeutlicht.

Feldtestphase		Steuerung
1	Keine Steuerung	Laden ohne Einschränkung
2	Direkte Steuerung	Einschränkung der Ladeleistung im Bedarfsfall ohne Ankündigung
3	Direkte Steuerung mit Veto	Einschränkung der Ladeleistung kann begrenzt widersprochen werden
4	Variabler Preis	Preisänderungen mehrmals pro Woche mit wöchentlicher Guthabeneinsicht

Die Abbildung zeigt in blau die von der Wallbox bezogene Leistung eines exemplarischen Ladevorgangs während des Feldtests in Betriebsmodus 3. In orange ist der Abregelungszeitraum für den entsprechenden Tag dargestellt. Erreicht das Steuersignal den Wert 1, repräsentiert dies den Zeitraum, in dem die Wallbox abgeregelt wurde. Dies stellt sich durch einen Einbruch der bezogenen Leistung der Wallbox dar. Nach einer halben Stunde sinkt das Steuersignal wieder auf den Wert 0 ab. Zu diesem Zeitpunkt wird der Ladevorgang von der Wallbox wieder aufgenommen.



4 Wichtige Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen

Der Feldtest im Cluster Heav-E lieferte wertvolle Einblicke in das Ladeverhalten der Nutzer und zeigte auf, wie verschiedene Anreize die Netzbelastung beeinflussen können. Dabei wurde untersucht, welche Maßnahmen geeignet sind, um Lastspitzen zu reduzieren und eine netzdienliche Integration der Elektromobilität zu ermöglichen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurden konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet, die zur Optimierung bestehender Anreizsysteme beitragen und regulatorische sowie technische Rahmenbedingungen verbessern sollen. Ziel ist es, wirtschaftliche und praktikable Lösungen für eine intelligente Ladeinfrastruktur zu entwickeln.

Erkenntnis

Steuerungseingriffe werden nicht als Einschränkung des individuellen Mobilitätsverhaltens empfunden.

Heav-E-Empfehlung

Die in §14a EnWG festgelegte Regelung zur netzorientierten Steuerung von Verbrauchseinrichtungen durch den Netzbetreiber könnte die Erreichung der Ziele für den Markthochlauf der Elektromobilität durch den Aufbau von Adoptionsbarrieren hemmen. Eine offene Kommunikation von Ergebnissen aus Feldversuchen wie im Cluster Heav-E kann dazu beitragen, Adoptionsbarrieren abzubauen und eine breite gesellschaftliche Akzeptanz zu fördern.

Erkenntnis

Individuelle Widerspruchsmöglichkeiten werden selten genutzt, können aber zur Akzeptanzsteigerung von Steuerungseingriffen beitragen.

Heav-E-Empfehlung

Die in §14a EnWG festgelegte Regulatorik bezüglich netzorientierter Steuerung von Verbrauchseinrichtungen durch den Netzbetreiber sieht momentan keine Möglichkeit individueller Widerspruchsmöglichkeiten vor. Eine Schaffung technischer und regulatorischer Voraussetzungen für die Umsetzung solcher Möglichkeiten könnte die Akzeptanz netzdienlicher Mobilitätslösungen fördern.

Erkenntnis

Ladetarife mit dynamischer Preisgestaltung können wirksame Anreize für ein netzdienliches Ladeverhalten setzen, wenn das Preissignal die regionale Netzrealität und dessen Auslastung widerspiegelt. Insbesondere Zeitzonen mit geringeren Ladekosten führen zu einer Lastverschiebung in diese Zeitzonen.

Heav-E-Empfehlung

Bei der Gestaltung der seit dem 01.01.2025 verpflichtenden dynamischen Stromtarife sollten Stromanbieter beachten, dass eine Verschiebung hin zu Zeiten mit geringeren Preisen effektiver sein könnte als eine Verschiebung weg von Zeiten mit höheren Preisen.

Erkenntnis

Dynamische Stromtarife können abhängig vom Ladeverhalten zu deutlichen Energiekosteneinsparungen bei Elektrofahrzeugen führen.

Heav-E-Empfehlung

Dynamische Stromtarife sind nicht per se für jeden Elektrofahrzeug-Nutzer unabhängig vom Ladeverhalten vorteilhaft. Bei flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten der Ladezeiten ist ein dynamischer Tarif allerdings fast immer von Vorteil. Darüber hinaus tragen insbesondere hohe Fahrleistungen und große Fahrzeugbatterien im Rahmen der Modellannahmen zu einer ökonomischen Vorteilhaftigkeit von dynamischen Stromtarifen bei, da die damit einhergehenden langen Ladevorgänge auch zu Zeiten tendenziell niedriger Strompreise stattfinden. Eine umfassende Kommunikation über das Thema sowie die Schaffung notwendiger Voraussetzungen sind entscheidend für die Umsetzung bei den Endkunden.

Erkenntnis

Die in Modul 3 der Festlegung BK8-22/010-A vorgesehene Pflicht der VNB, einen zeitvariablen Tarif anzubieten, ist nicht effektiv. VNB können sie dadurch unterlaufen, dass sie die Niederlaststufe auf eine Viertelstunde und eine Entgeltreduktion um 60% der Standardtarifstufe begrenzen. Aus der geforderten Indifferenz eines Standardlastverbrauchers ergibt sich dann in den (mindestens) zwei Stunden der Hochlaststufe eine Entgelterhöhung um weniger als 7 % der Standardtarifstufe. Praktisch wird sich dann kein Netznutzer für diesen zeitvariablen Netzentgelt-Tarif entscheiden.

Heav-E-Empfehlung

Wenn sich herausstellt, dass VNB von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, sollte die BNetzA bei der nächsten Überarbeitung der Festlegung erstens eine Mindestdauer von mindestens zwei, eher vier Stunden für die Niederlaststufe vorschreiben und eine Untergrenze für die Hochlaststufe des zeitvariablen Netzentgelts von mindestens 20 % der Standardtarifstufe vorsehen.

Erkenntnis

Beobachtungen zur Kundenakzeptanz: Ein Großteil der Teilnehmenden des Feldtests hat die Verschiebung von Ladevorgängen nicht als Einschränkung ihres Mobilitätsverhaltens wahrgenommen. Auch konnte eine große Aufgeschlossenheit gegenüber dynamischen Tarifen beobachtet werden. Dabei fühlten sich die Feldtestteilnehmer mit Elektrofahrzeug bei Nutzung der netzdienlichen Flexibilität nicht eingeschränkt. Dies gilt mit jeweils weit über 80 % der Teilnehmer auch für marktlich-optimierte Ladevorgänge; selbst eine mögliche Veto-Funktion gegen einen direkten Eingriff in den Ladezeitpunkt wurde nur vereinzelt genutzt. Außerdem wurden selbst komplexere Tarifgestaltungen von den Feldtestteilnehmern als (sehr) gut verständlich wahrgenommen.

Erkenntnis

Vorteile für Nutzer und Energiesystem: Das Projekt hat noch einmal bestätigt, dass die Elektromobilität Vorteile für Nutzer und das Energiesystem bietet. So kann smartes Laden eine kostengünstige Flexibilitätsoption bieten und den effizienten Netzbetrieb unterstützen. Das Projekt unIT-e² zeigt: Elektrofahrzeuge sind Teil der Lösung.

Heav-E-Empfehlung

Elektrofahrzeuge fügen sich nahtlos ein in das hoch komplexe Zusammenwirken der Akteure des Energiesystems. Für die Überwindung punktueller Zielkonflikte (bspw. Flexibilität Netz versus Markt), bedarf es der Orchestrierung durch klare und nachhaltige regulatorische Rahmenbedingungen. Hierbei ist Anreizen (bspw. über dynamische Tarife / zeitvariable Netzentgelte) der Vorzug zu geben, um das Zielbild des aktiven und verständigen Kunden zu fördern. Für den Bedarfsfall sollte zudem die direkte Steuerung als Möglichkeit zur Verfügung stehen.

5 Fazit

Das Projekt unIT-e² hat bedeutende Fortschritte an der Schnittstelle zwischen Elektromobilität und Energiesystem erzielt. Die entwickelten Lösungen und durchgeführten Feldtests bilden eine wertvolle Grundlage für die künftige Integration von Elektrofahrzeugen in ein optimiertes Energiesystem. Besonders hervorzuheben ist die enge Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern, Automobilherstellern und Smart-Charging-Anbietern, die erfolgreich auf regionaler Ebene in Nordhessen umgesetzt wurde.

Im Cluster Heav-E wurde die Netzintegration von Elektrofahrzeugen durch gezielte Steuerung von Ladeflexibilität eindrucksvoll demonstriert. Über einen Zeitraum von mehreren Monaten konnten mit 68 Feldtestteilnehmenden Ladezeitpunkte durch monetäre Anreize, zielgerichtete Informationen und direkte Steuerung verschoben werden. Die detaillierten Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Feldtest verdeutlichen, wie Elektromobilität erfolgreich in das Energiesystem integriert werden kann.

Key Takeaways:

- **Akzeptanz direkter Steuerungsmaßnahmen:**

Einzelne steuernde Eingriffe, wie Leistungsbegrenzungen, wurden überwiegend nicht als einschränkend wahrgenommen, insbesondere wenn transparente Informationen bereitgestellt wurden. Die Möglichkeit, einzelnen steuernden Eingriffen zu widersprechen, kann die Akzeptanz erheblich erhöhen.

- **Dynamische Preissignale fördern netzdienliches Ladeverhalten:**

Die Teilnehmenden reagieren flexibel auf variable Tarife, was zu einer (sichtlichen) Verschiebung der Ladevorgänge führte.

- **Überwindung punktueller Zielkonflikte:**

Für die Überwindung punktueller Zielkonflikte (Flexibilität Netz versus Markt), bedarf es klaren regulatorische Rahmenbedingungen. Hierbei ist Anreizen (bspw. über dynamische Tarife / zeitvariable Netzentgelte) der Vorzug zu geben, um das Zielbild des aktiven und verständigen Kunden zu fördern.

- **Smart Charging bietet wirtschaftliche Vorteile:**

Teilnehmer:innen profitierten ökonomisch von den dynamischen Stromtarifen.

- **Regulatorische Rahmenbedingungen fördern Innovation:**

Auch muss der regulatorische Rahmen für das bidirektionale Laden (speziell Vehicle-to-Grid (V2G)) vorbereitet werden, um das dort noch größere Potenzial zeitnah nutzen zu können.

Impulse für die Zukunft

Die Ergebnisse des Cluster Heav-E bieten wertvolle Impulse für die Zukunft:

- **Weiterentwicklung dynamischer Stromtarife:**
Aufbauend auf den Erkenntnissen können flexible Tarifmodelle flächendeckend eingeführt werden.
- **Vehicle-to-Grid-Technologien:**
Der nächste Schritt ist die umfassende Integration bidirektionaler Ladeverfahren.
- **Ausbau der Infrastruktur:**
Eine Standardisierung der technischen Systeme und Kommunikationsprotokolle ist erforderlich, um eine breite Akzeptanz sicherzustellen.
- **Schulungs- und Informationsangebote:**
Die Sensibilisierung und Einbindung der Nutzer bleibt ein zentraler Erfolgsfaktor.

Das Cluster Heav-E bedankt sich beim Konsortium des Projekts unIT-e² für die produktive Zusammenarbeit, dem Projektträger DLR für die kompetente Betreuung sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung. Ein besonderer Dank gilt den Feldtestteilnehmenden, deren Engagement maßgeblich zur Erhebung wertvoller Daten und neuer Erkenntnisse beigetragen hat.

6 Impressum

Herausgeber:

Regionalmanagement Nordhessen GmbH
Ständeplatz 17
34117 Kassel
Deutschland

Vertreten durch:

Kai Georg Bachmann (Geschäftsführer)

Kontakt:

Telefon: +49 561 97062-00
E-Mail: info@regionnordhessen.de
Website: www.regionmanagement-nordhessen.de

Verantwortlich für den Inhalt nach § 18 Abs. 2 MStV:

Christian Dobler-Eggers
Regionalmanagement Nordhessen GmbH
Ständeplatz 17
34117 Kassel

Gestaltung und Layout:

Marc Göbert
Regionalmanagement Nordhessen GmbH

Beteiligte Partner:

- EAM Netz GmbH
- Flavia IT-Management GmbH
- RWTH Aachen
- Universität Kassel
- Volkswagen Group

Förderung:

Dieses Projekt wurde im Rahmen des Forschungsprojekts **unIT-e²** durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert.

Haftungsausschluss:

Die Inhalte dieser Broschüre wurden mit größter Sorgfalt erstellt.
Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der bereitgestellten Informationen wird keine Gewähr übernommen.

