

Intelligentes Laden von Elektrofahrzeugen im Einfamilienhaus

Ergebnisse und Empfehlungen aus den Feldtests des Cluster Sun-E

Impressum

Titel: Intelligentes Laden von Elektrofahrzeugen im Einfamilienhaus -
Ergebnisse und Empfehlungen aus den Feldtests des Cluster Sun-E

Förderkennzeichen: 01MV21UN25

Erscheinungsdatum: Februar 2025

Projektpartner Sun-E:

**BMW
GROUP**

**bayernwerk
netz**

PPC
Power Plus Communications

FFE

Tennet

KOSTAL

**CONSOLINNO
energy**

LEW
Lechwerke

**UNIVERSITÄT
PASSAU**

EEBUS

Inhalt

1. Was ist Sun-E? S. 4
2. Die Sun-E-Systemarchitektur S. 6
3. Was wurde im Feld erprobt? S. 7
4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen S. 12
5. Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt S. 15



1. Was ist Sun-E?

Das Cluster *Sun-E* ist Teil des deutschlandweiten Forschungsprojekts *unIT-e²* und in Süddeutschland angesiedelt. Über einen Zeitraum von dreieinhalb Jahren haben 31 Partner aus der Automobilbranche, der Energiewirtschaft und der Forschung zusammengearbeitet, um die optimale Integration von Elektromobilität in das zukünftige Energiesystem zu erforschen und in Feldtests zu erproben.

Der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten und Realerprobungen im Cluster Sun-E liegt auf verschiedenen energiewirtschaftlichen Anwendungsfällen (Use Cases). Dabei werden intelligente, unidirektionale AC-Ladestrategien in Einfamilienhäusern innerhalb eines netzgeprägten Umfelds mit Photovoltaik (PV) untersucht.

Die im Feldtest umgesetzten Use Cases wurden so konzipiert, dass sie die Integration von Elektromobilität in das Energiesystem gezielt unterstützen. Sie sind:

- Netzdienlich, indem sie Überlastungen im Niederspannungsnetz verhindern,
- Marktorientiert, indem sie die Teilnahme am Strommarkt fördern,
- Systemdienlich, indem sie zur Stabilisierung des internationalen Energiesystems beitragen.

Insgesamt wurden vier Use Cases im Feldtest erprobt. Diese Tests fanden bei sieben privaten Eigenheimen im Netzgebiet des Bayernwerks statt. Die teilnehmenden Pilotkund:innen erhielten einen BMW iX, eine AC-Wallbox von Kostal sowie einen Zählerschrank von Bayernwerk, ausgestattet mit einem Consolinno Home Energy Management System (HEMS) und einem Smart Meter Gateway (SMGW) von PPC.

Die Tests zeigten, dass die technischen Voraussetzungen der Pilotliegenschaften unterschiedlich waren. Neben der verpflichtenden PV-Anlage verfügten einige Haushalte über zusätzliche Hausspeicher, Wärmepumpen oder weitere Wallboxen.

Als erstes Projekt in Deutschland hat Sun-E den Use Case **Primärregelleistung** mit einem Pool von Elektrofahrzeugen im Feld erfolgreich umgesetzt. Dieser Meilenstein zeigt den durchgängigen Erfolg – von kommerziellen Aggregatoren am Energiemarkt über technische Aggregatoren bis hin zur Integration der Fahrzeuge in den Eigenheimen der Pilotkund:innen.

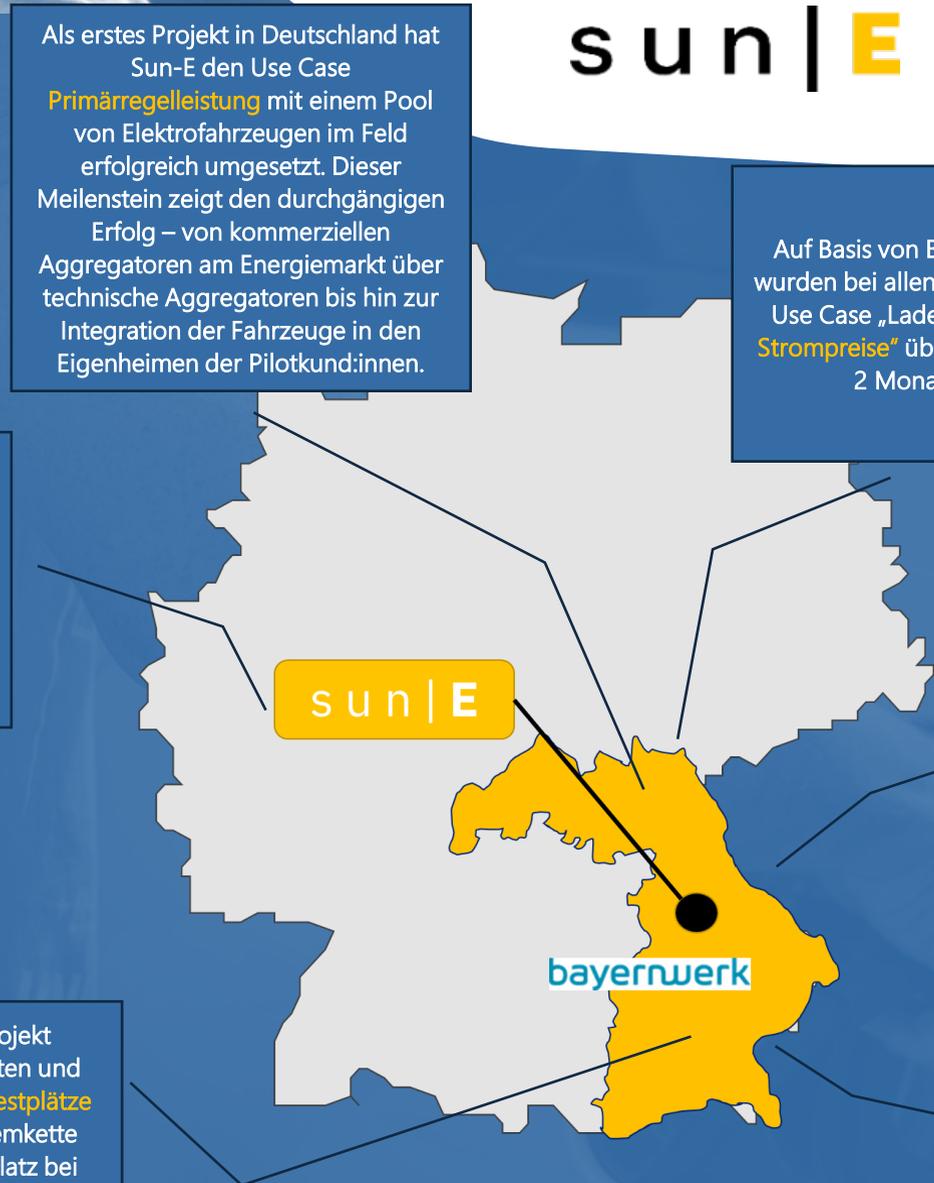
Auf Basis von Börsenstrompreisen, wurden bei allen 7 Liegenschaften der Use Case „Laden nach **Dynamische Strompreise**“ über ein Zeitfenster von 2 Monaten erprobt.

Während der Projektlaufzeit wurden in Köln zwei sogenannte **Plugfests** organisiert, um die Interoperabilität der Use Cases mit den verschiedenen Komponenten der unIT-e²-Cluster zu testen.

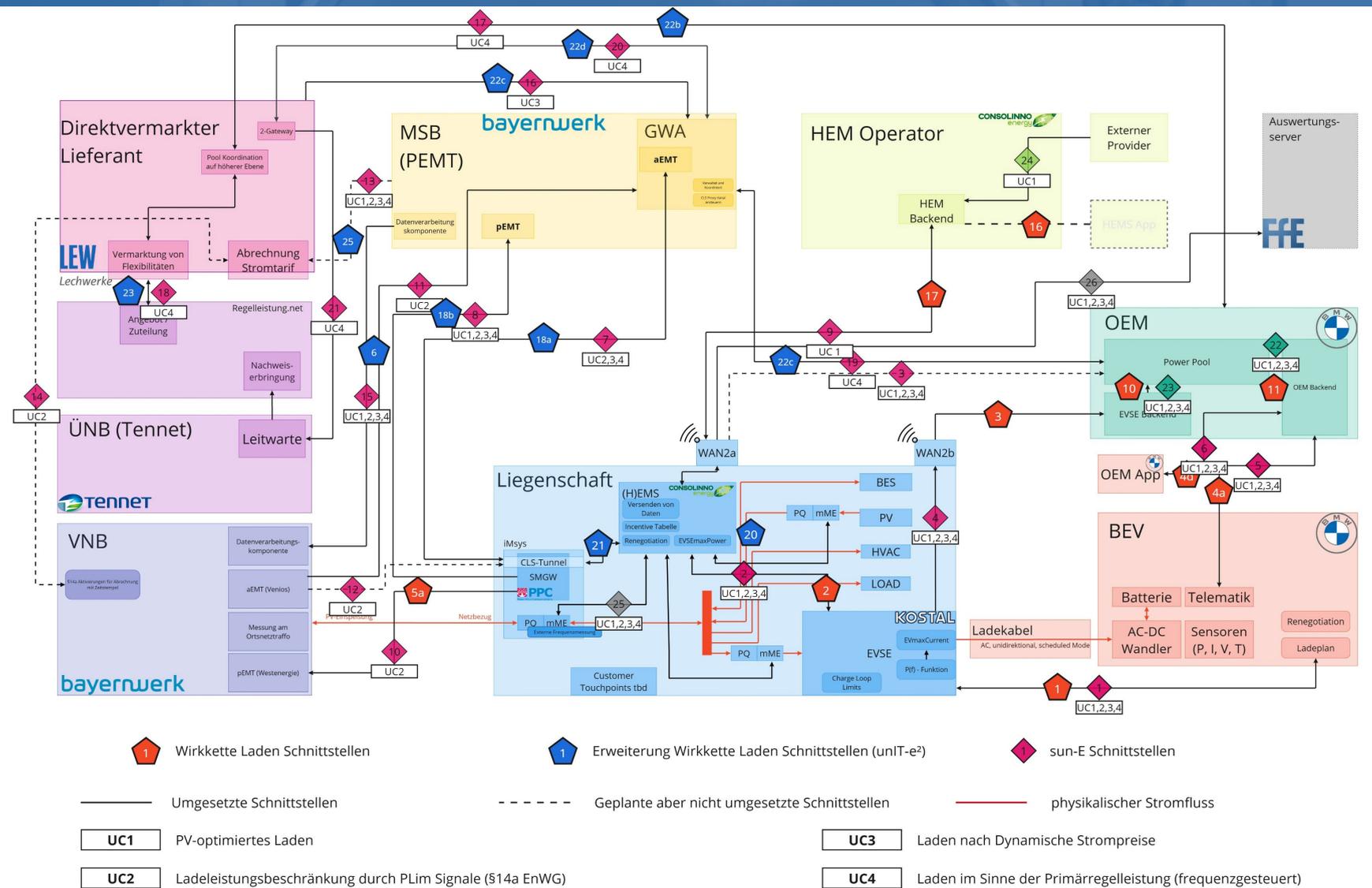
In 7 Liegenschaften wurde über 6 Monate die optimierte Verwendung der **eigenen PV-Stromerzeugung** als Ladenergie umgesetzt. Dies geschah teilweise in Kombination der Nutzung dynamischer Strompreise

Die gesamte Feldtestdauer von 7 Monaten wurde genutzt, um in 7 Liegenschaften die Umsetzung von **PLIM-Vorgaben** des Netzbetreibers parallel zu den weiteren Use Cases zu testen.

Um alle Use Cases im Projekt erfolgreich im Labor zu testen und abzusichern, wurden **zwei Testplätze** mit der vollständigen Systemkette aufgebaut: Ein BMW-Testplatz bei Vispiron in München sowie ein weiterer bei Kostal und Compleo in Hagen bzw. Dortmund.



2. Die sun-E Systemarchitektur



- VNB: Verteilnetzbetreiber
- ÜNB: Übertragungsnetzbetreiber
- MSB: Messstellenbetreiber
- GWA: Gateway-Administrator
- aEMT: Aktiver externer Marktteilnehmer
- pEMT: Passiver externer Marktteilnehmer
- SMGW: Smart Meter Gateway
- iMSys: Intelligentes Messsystem
- (H)EMS: (Home) Energy Manager
- PV: Photovoltaik
- BES: Batterie Energie Speicher
- HVAC: Heizung, Lüftung, Kühlung (Heat, Ventilation, Air Condition)
- EVSE: Wallbox (Electric Vehicle Supply Equipment)
- WAN2: Weitverkehrsnetz (nicht über den CLS-Kanal / SMGW)¹
- BEV: Elektrofahrzeug (Battery Electric Vehicle)
- (H)EMS Backend: (Home) Energy Manager Backend
- OEM: Automobilhersteller (Original Equipment Manufacturer)

¹ - für weiter Infos zum SMGW (→ [Link](#))



Sun-E-Innovationsweg in a nutshell



3. Was wurde im Feld erprobt?

Feldtest mit dem Use Case Leistungslimitierung nach §14a EnWG (PLIM)

Das Ziel dieses netzdienlichen Use Cases ist der Nachweis der regulatorischen Konformität sowie die Umsetzung einer möglichst effizienten Leistungsbegrenzung am Netzanschlusspunkt, um Lastspitzen im Niederspannungsnetz zu reduzieren.

Untersucht wurde, wie effektiv der Steuermechanismus des Verteilnetzbetreibers – über das intelligente Messsystem und die Steuereinheit des Messstellenbetreibers – in den Liegenschaften der Pilotkund:innen und deren Elektrofahrzeugen umgesetzt werden kann.

Die Leistungslimitierung wurde dabei von einem sogenannten aktiven externen Marktteilnehmer simuliert und als Netzsignal an die Liegenschaften übermittelt, um die Ladeleistung der Elektrofahrzeuge gezielt zu reduzieren.

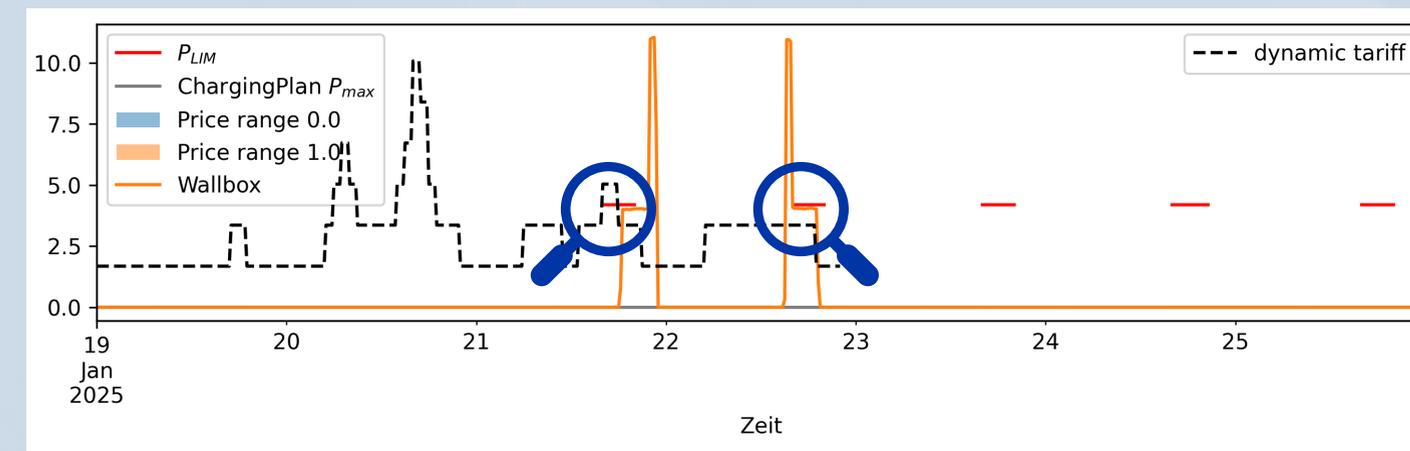
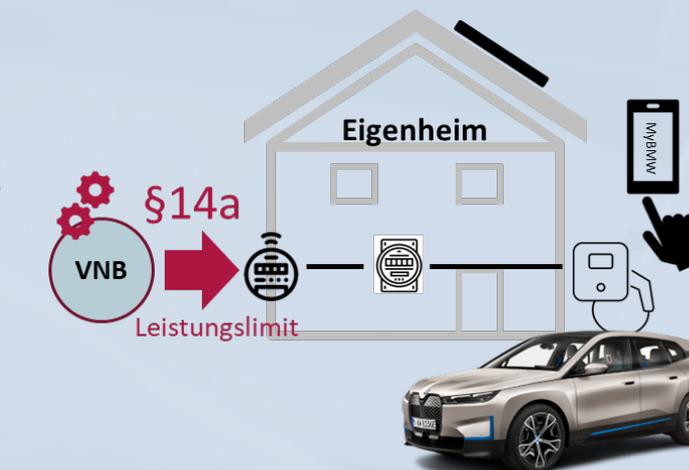
Das wichtigste in Kürze:

- Leistungslimitierungen schränken den Mobilitätsbedarf der Kunden nicht ein.
- Ladeleistungen werden erfolgreich auf 4,2 kW reduziert.
- Die Häufigkeit von Leistungslimitierungen sowie deren Dauer ist abhängig von der Lage der Liegenschaft jeweiligen Verteilnetz und der Entfernung vom Transformator zur Mittelspannung.

Gerade in den letzten Wochen des Feldtests konnte die Regelung des Verteilnetzbetreibers positiv im Feld getestet werden. Hierzu wurde sowohl in einer laufenden Session als auch vorab ein Leistungslimit gesendet, welches von der EVSE erfolgreich umgesetzt wurde.

→ Die rote Linie zeigt die Leistungslimitierung (zu gewissen Stunden);

→ Die Ladeleistung (orange) wird entsprechend angepasst.



3. Was wurde im Feld erprobt?

Feldtest mit dem Use Case PV-optimiertes Laden

Das Ziel dieses Use Cases der lokalen Optimierung ist die Erhöhung des Eigenverbrauchs von Solarenergie beim Laden des Elektrofahrzeugs. Untersucht wurde, wie effektiv eine auf Incentive-Tabellen basierende Ladeplanung dieses Ziel erreichen kann. Dabei konnte auf bestehende Technologien und Produkte zurückgegriffen werden, ohne zusätzlichen Aufwand für eine Echtzeit-Steuerung betreiben zu müssen.

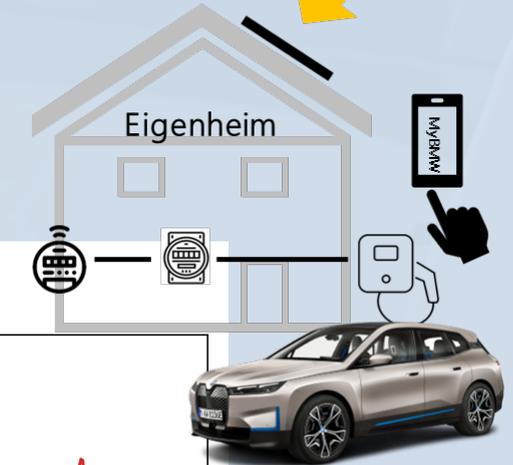
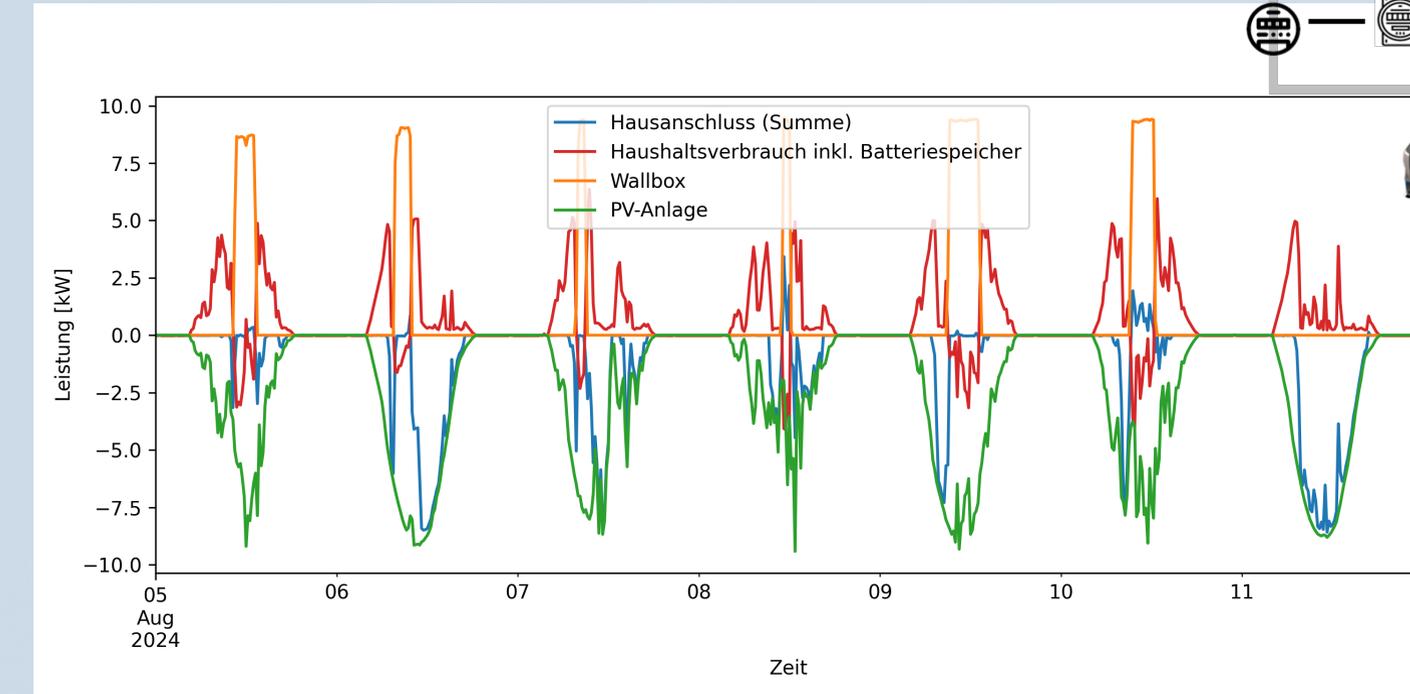
Das Home Energy Management System (HEMS) erhält über die Ladekommunikation nach dem Standard ISO 15118-2 alle notwendigen Informationen direkt aus dem Fahrzeug. Ergänzend werden Wetterprognosen berücksichtigt, sodass diese Daten kombiniert die Erstellung von Incentive-Tabellen ermöglichen. Diese Tabellen dienen als Grundlage für die Ladeplanung im Elektrofahrzeug.

Das wichtigste in Kürze:

- Ladepläne werden auf Grundlage von Incentive-Tabellen erstellt, die zum Teil auf Wettervorhersagen basieren.
- Durch das optimierte PV-Laden werden im Schnitt XY% der Ladeenergie durch PV-Strom abgedeckt.
- Die Verfügbarkeit des Fahrzeuges untertags ist ausschlaggebend für den Mehrwert des Use Cases.



Der PV-Use Case erzielte insbesondere in den Sommermonaten hervorragende Ergebnisse. Durch Ladesessions in den Mittagsstunden konnte der Eigenverbrauch von Solarenergie deutlich gesteigert werden.



3. Was wurde im Feld erprobt?

Feldtest mit dem Use Case dynamische Strompreise

Das Ziel dieses markorientierte Use Cases ist das möglichst kostengünstige Laden des Fahrzeugs mit Bezug aus dem Verteilnetz in der privaten Liegenschaft. Es wurde untersucht, wie gut eine auf Incentive-Tabellen basierende Ladeplanung dieses Ziel erreichen kann.

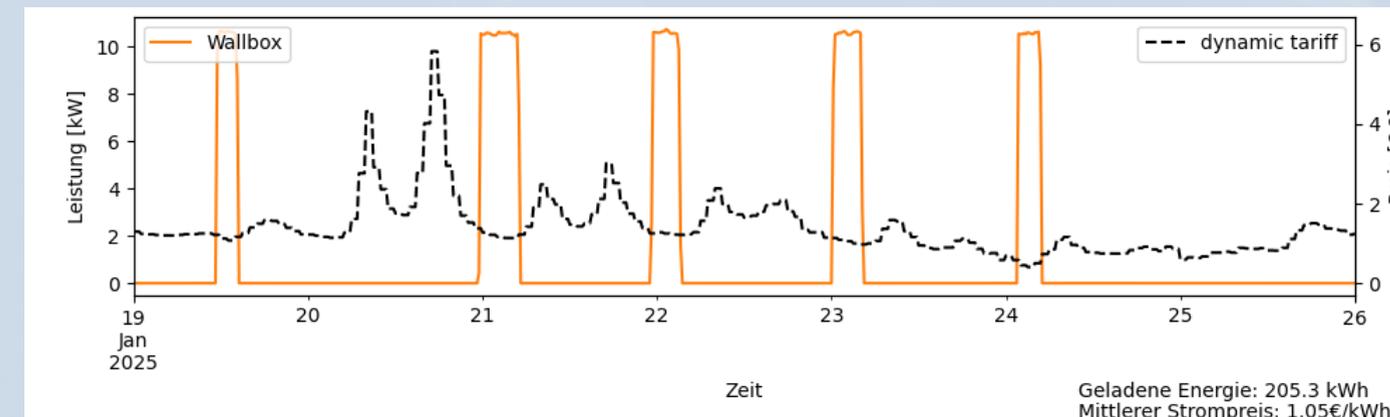
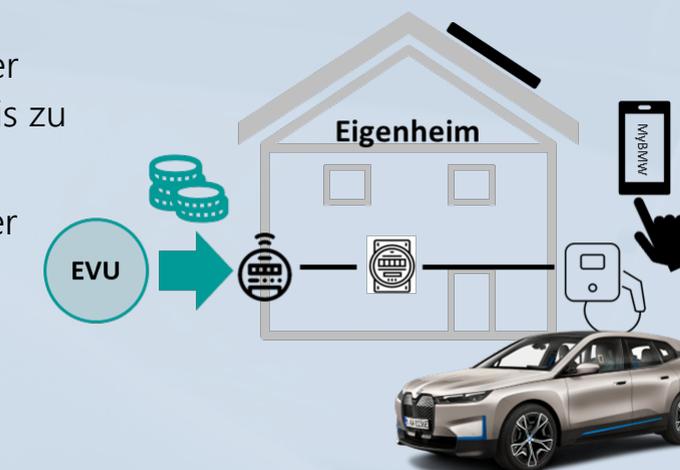
Dynamische Strompreise werden ab 2025 in Deutschland verpflichtend angeboten. In Kombination mit der getesteten Wirkkette und Technologien wird es den Endkunden ermöglicht, ihren Energiebezug entsprechend der aktuell vorliegenden Strompreise anzupassen. Über den Energieversorger liegen dem Home Energy Management System die Preisinformationen vor. Zudem werden alle notwendigen Informationen aus dem Fahrzeug über die ISO 15118-2 für die Generierung von Incentive-Tabellen bereitgestellt. Der Parallelbetrieb von Lade

Das wichtigste in Kürze:

- Der Feldtest hat die Vorteile von dynamischen Tarifen aufgezeigt. Dabei konnte die bestehende Regulatorik sowie die technische Umsetzung bzgl. der Angebote zu variablen Preistarifen berücksichtigt werden.
- Das intelligente Laden mit der ISO 15118-2 ermöglicht die effektive Nutzung dynamischer Strompreise.
- Günstige Preise korrelieren zu dem Angebot an erneuerbaren Energien und geringer Last im Netz (Um die Mittagszeit oder in der Nacht)

Für den Use Case Dynamische Strompreise wurden Daten der EPEX-Strombörse genutzt, um einen dynamischen Strompreis zu simulieren.

Wie in der Darstellung ersichtlich, konnten die Ladezeiten der Fahrzeuge durch gezielte Optimierung in die preislich günstigsten Zeitfenster verlegt werden. Dadurch hätten die Pilotkund:innen von den niedrigsten Ladekosten profitiert.



3. Was wurde im Feld erprobt?

Feldtest mit dem Use Case Primärregelleistung

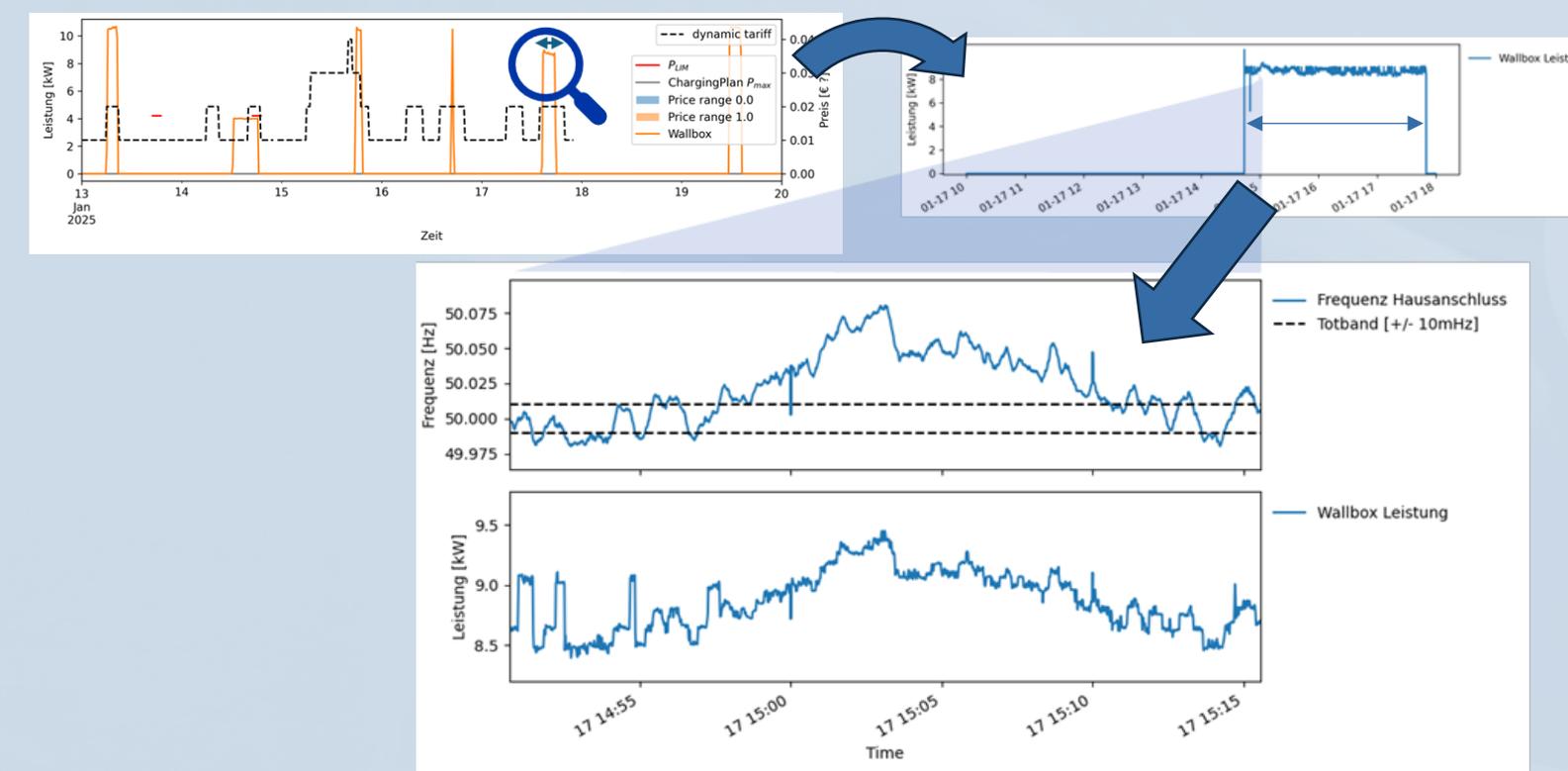
Das Ziel dieses systemdienlichen Use Cases ist die Erbringung von Primärregelleistung durch einen Pool von Elektrofahrzeugen in privaten Liegenschaften. Primärregelleistung ist essenziell für einen stabilen Stromnetzbetrieb und sorgt für den kontinuierlichen Ausgleich zwischen Stromerzeugung und -nachfrage. Untersucht wurde, wie präzise und schnell ein Pool von Elektrofahrzeugen zur Frequenzstabilisierung des Netzes beitragen kann. Für die technische Umsetzung wurde der Vorläufer eines potenziellen neuen EEBUS-Use Cases definiert.

Bei der Umsetzung der Wirkkette bis in die Liegenschaften wurde besonders auf die Einhaltung marktüblicher Schnittstellen und Prozesse zur Bereitstellung von Regelleistung geachtet. Die geltenden Präqualifikationsbedingungen bildeten dabei die wesentlichen Rahmenvorgaben.

Das wichtigste in Kürze:

- Über die Anpassung der Ladeleistung sind Elektroautos technisch in der Lage Primärregelleistung zu erbringen.
- Die Mobilität des Fahrzeugnutzers wird durch die Erbringung von Primärregelleistung nicht eingeschränkt.
- Die aktuelle Regulatorik für Anforderungen an Systeme die Primärregelleistung erbringen, müsste an einigen Stellen für BEVs angepasst werden.

Die Abbildungen zeigen hochaufgelöst die Zeitreihen der Netzfrequenz sowie der zugehörigen Ladeleistung des Fahrzeuges. Es wird deutlich ersichtlich, dass die Ladeleistung entsprechend der Netzfrequenz angepasst werden konnte. Eine wichtige Erkenntnis aus dem Feldtest ist ein gewisser „Sicherheitsabstand“, welcher vom Fahrzeug bzgl. der vorgegebenen Leistung eingehalten wird. So wird über die gesamte Kurve hinweg ca. 300-400W weniger Ladeleistung bezogen als tatsächlich erwartet.



4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen – Interoperabilität

Erkenntnis

- Die Nutzung und Erweiterung bestehender Standards ebnet den Weg zu höherer Interoperabilität und Qualität in der Systemintegration.
- Umfassende Interoperabilitätstests sind entscheidend, um Optimierungspotenziale für die Weiterentwicklung und Harmonisierung von Standards zu identifizieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können gezielt in die zuständigen Gremien eingebracht werden.
- 7 Pilotkund:innen, 7 Setups: Der Feldtest hat gezeigt, dass bereits heute eine Vielzahl technischer Konzepte in Einfamilienhäusern existiert. Diese Vielfalt erschwert die Arbeit von Installateur:innen und stellt eine potenzielle Hürde für die reibungslose Inbetriebnahme von Anlagen, Produkten und Services dar.
- Die Vereinbarkeit und Integration von Systemen aus der Energiewirtschaft und der Automobilindustrie sind entscheidende Faktoren für eine ausreichende Datenverfügbarkeit auf beiden Seiten – und für den Aufbau durchgängiger End-to-End-Wirkketten.

sun-E-Empfehlung

- Die internationale Normierung sollte weiterhin konsequent in den entsprechenden Gremien vorangetrieben werden. Ein besonderer Fokus sollte dabei auf der Vereinbarkeit standardisierter Informationsaustausche über mehrere Schnittstellen entlang der gesamten Wirkkette liegen, da dies ein zentraler Bestandteil der Standardisierungs- und Normierungsarbeit ist.
- Im Bereich der Optimierung von Energieflüssen in privaten Liegenschaften wird durch EEBUS ein Abgleich zwischen der VDE-AR-E 2829-6 und der internationalen Norm IEC 63380 (Anbindung der Ladeinfrastruktur) aktiv vorangetrieben – eine Entwicklung, die weiterhin empfohlen wird.
- Insbesondere eine Standardisierung des Inbetriebnahmeprozesses, beispielsweise zwischen Steuereinheiten und nachgelagerten Geräten, würde den Aufwand für Installateur:innen erheblich reduzieren. Diese Vereinfachung ist von großer Bedeutung, da Installateur:innen eine Schlüsselrolle beim Rollout der Elektromobilität und der Digitalisierung des Messwesens einnehmen.
- Für eine effiziente Integration von Aggregator-Systemen aus verschiedenen Industrien sollten möglichst länderübergreifend einheitliche, interoperable Prozess- und Wirkketten aufgebaut werden. Dies würde die Skalierbarkeit und Kompatibilität der Systeme deutlich verbessern.

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen – Ladekommunikation ISO 15118-2

Erkenntnis

1. Das Intelligente Laden bei den privaten Liegenschaften haben in die Feldtests gezeigt, dass die ISO 15118-2 Interpretationsspielräume aufweisen, was zu den unterschiedlichen Auslegungen in der Umsetzung an der Ladeschnittstelle führt.
2. ISO 15118-2 funktioniert angesichts der statischen Forecasts als erster Schritt gut. Auf Basis der Ladekommunikation mit der ISO 15118-2 liegen alle notwendigen Informationen für Intelligentes Laden aus dem Fahrzeug in den privaten Liegenschaften für ein HEMS vor.
3. Für PRL kann die High Level Kommunikation als ein Teil des standardisierten Informationsaustauschs der ISO 15118-2 genutzt werden, die die notwendigen statischen Informationen zur Verfügung stellt.
4. Die ISO15118-2 sieht in der Kommunikation zwischen BEV und EVSE die Vorgabe von maximalen Leistungsvorgaben vor. In den Feldtest zeigt sich, dass die Vorgabe der Wallbox stets mit einem „Abstand“ untererfüllt wird. Somit können exakte Leistungsvorgaben nicht eingehalten werden. In Anwendungsfällen, welche dieses vorsehen, muss dieser Toleranzbereich erkannt und berücksichtigt werden

sun-E-Empfehlung

1. Das intelligente Laden sollte als Teil der ISO 15118-20 funktional weiter entwickelt und verbessert werden, damit die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Wallbox zuverlässig funktioniert.
2. Als nächster Schritte wird empfohlen weitere Optimierungsschritte umzusetzen mit Hilfe einer Echtzeit-Regelung. Hierbei sollte unter Berücksichtigung von Echtzeit-Messwerten eine kurzfristigere Steuerung der Ladeleistung verwendet werden.
3. Die High Level Kommunikation der ISO15118-2 sollte für die Steuerung der eher statischen Use Cases beibehalten werden. Jedoch sollte diese erweitert werden mit einer Priorisierungslogik zur optimierten Steuerung zwischen statischen und dynamischen Use Cases. Hierdurch können Missverständnisse im Kontext der Steuerung vermieden werden.
4. Es wird empfohlen für den Toleranzbereich von der Ladesteuerung klare Vorgaben zu machen, sodass die vorgegeben Ladeleistung auch konkret von dem Fahrzeug umgesetzt wird. Durch die Unterschiedliche Auslegung dieses Toleranzbereiches können einige Smart Charging Anwendungsfälle nur schwer umgesetzt werden.

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen – EEBUS

Erkenntnis

- EEBUS ist eine geeignete Lösung für die Umsetzung der Use Cases des intelligenten Ladens. Auch die Umsetzung von Use Cases im Bereich von Systemdienstleistungen innerhalb von privaten Liegenschaften, wie z.B. Primärregelung (PRL, engl.: FCR) kann durch Erweiterungen der EEBUS-Lösungen unterstützt werden.
- Für den Fall Primärregelung wurde eine solche Erweiterung iSe. einer neuen EEBUS-Lösung vordefiniert und erfolgreich getestet.
- EEBUS Protokolle ermöglicht eine standardisierte Kommunikation in der Liegenschaft.

sun-E-Empfehlung

- Die Überführung von sowohl bestehenden als auch neuen EEBUS-Lösungen in umfassende Interoperabilitätstests ist zu empfehlen.
- Bei entsprechendem Marktbedarf sollten insbesondere für die Umsetzung des PRL-Use Cases technische Optionen geprüft werden, die eine leistungsfähigere und zeiteffizientere Datenerfassung und -übermittlung ermöglichen. Dadurch lassen sich die Latenzzeiten entlang der gesamten Wirkkette deutlich reduzieren.
- Zudem sollten die HEMS-Funktionen für spezifische Anwendungsfälle so optimiert werden, dass auch bei der Durchleitung von Informationen keine zusätzlichen Verzögerungen entstehen. Eine performante Umsetzung ist essenziell, um eine reibungslose und schnelle Reaktion im System sicherzustellen.

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen – HEMS

Erkenntnis

- Konkrete Ansatzpunkte wurden für die weitere Entwicklung von Home Energy Management Systemen (HEMS) identifiziert. Insbesondere zu Multi-Use Case im Sinne der Use Case-Parallelität konnten wichtige Erkenntnisse aus dem Plugfest gewonnen werden.
- Das im VDE FNN Hinweis Papier (Tenorziffer 2a) der Festlegung BK6-22-300 definierte Steuerkonzept 3 (EMS Digital) konnte erfolgreich im Feld getestet werden. Im Vergleich zu der Ansteuerung über Relais können hierdurch weitere Freiheiten für den Endverbraucher ermöglicht werden. Bei der Umsetzbarkeit von Steuerbefehlen nach §14a EnWG durch den Netzbetreibern kann ein HEMS dem „gedimmten“ Pilotkunden mit mehreren flexiblen Verbrauchern mehr Freiheiten einräumen.

sun-E-Empfehlung

- Harmonisierung technischer Standards und Betriebsregeln: Einheitliche technische Standards und Betriebsregeln sind notwendig, um die Integration von flexiblen Verbrauchern und EMS/HEMS in das Stromnetz zu erleichtern. Dies schafft eine stabile Grundlage für die effiziente Umsetzung von Steuerbefehlen nach §14a EnWG.
- Aufbau einer robusten, erschwinglichen und interoperablen Infrastruktur: Es sollte eine kosteneffiziente und interoperable Infrastruktur geschaffen werden, die bidirektionales Laden sowie die Einbindung von EMS/HEMS unterstützt. Dies fördert die Flexibilität der Verbraucher und stärkt die Netzstabilität.
- Nicht-diskriminierender und nahtloser Datenaustausch: Der Datenaustausch zwischen Netzbetreibern, Energiemanagementsystemen und Endverbrauchern muss nahtlos und diskriminierungsfrei gestaltet werden. Dies gewährleistet eine effiziente Steuerung und Nutzung flexibler Verbraucher.
- Schaffung klarer und fairer Richtlinien zur Nutzung von Batterien und flexiblen Verbrauchern: Es sind transparente und faire Richtlinien notwendig, um die Nutzung von Batterien und flexiblen Verbrauchern in bidirektionalen Ladeszenarien zu fördern. Dadurch können Verbraucher ihre Flexibilität optimal nutzen, ohne regulatorische Nachteile zu befürchten.

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen – Systemarchitektur

Erkenntnis

- Die Ergebnisse von Wirkkette Laden waren eine gute Grundlage für die Architekturarbeit in sun-E. Der Arbeitsschritt der Zusammenführung resp. Synthese der unterschiedlichen Architekturen wurde als sehr wertvoll erachtet. [<https://sysarc.ffe.de/sun-e>].
- Die Synthese zeigt auf, welche Schnittstellen für die Umsetzung der Use Cases des intelligenten Ladens von Bedeutung sind. Dies ist wiederum die Basis für das Vorantreiben der Standardisierungen. Dies erhöht die Stabilität und damit die Qualität für Intelligente Lade Services und verbessert die Wahrnehmung durch die Kunden.
- Ein gemeinsames Verständnis und die Steigerung eines industrie- und sektorübergreifender Ausgestaltung von Informationsflüssen, sowie in dieser Systemarchitektur umgesetzt [<https://sysarc.ffe.de/>], hebt die Gesamteffizienz und verbessert das gesamte Kunden-Ladeerlebnis.

sun-E-Empfehlung

- Eine sektorübergreifende Gesamtarchitektur (wie zum Beispiel Wirkkette Laden - CharIN) ist erforderlich und sollte weiterentwickelt werden.
- Für die Interoperabilität zwischen lokalen Steuereinrichtungen und den Zielen und Prozessen der internationalen Netzführung sollte eine Orientierung an etablierten internationalen Industriestandards stattfinden.

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen aus der Nutzerforschung

Erkenntnisse zur Customer Journey

- Trotz des vermehrten Interesses an dem Themenfeld vernetzte Energie schätzen viele (potenzielle) KundInnen ihren eigenen Kenntnisstand zu den einzelnen Komponenten des Systems als eher gering ein.
- KundInnen, die Interesse an einem intelligenten Gesamtsystem haben, durchlaufen dabei keine klassische Customer Journey, sondern erleben individuelle Kundenreisen, mit persönlichen Herausforderungen und Fragestellungen.
- Um KundInnen während dieser komplexen Kundenreisen zu unterstützen, wurde ein interaktives Mockup für ein Prüf-, Beratungs-, und Informationstool entworfen, welches im Rahmen einer Usability-Studie im Laborsetting evaluiert wurde.
- Neben der positiv wahrgenommenen Nutzerfreundlichkeit insbesondere hinsichtlich der Struktur des Tools, konnten weitere nutzerorientierte Optimierungspotenziale für eine potenzielle Realumsetzung abgeleitet werden.



Startseite des Mockups für ein Prüf-, Beratungs-, und Informationstool

4. Wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen aus der Nutzerforschung

Erkenntnisse zu Nutzerpräferenzen

Nutzerpräferenzanalysen im Vorfeld des Feldversuchs

- Grundsätzlich zeigt sich nutzerseitiges Interesse an den verschiedenen Use Cases für intelligentes Laden, insbesondere finanzielle Aspekte werden als ausschlaggebende Motivation zur Nutzung genannt.
- Die Anwendungsfälle für intelligentes Laden sind in der breiten Bevölkerung, jedoch auch bei E-Mobilitäts-affinen Zielgruppen, weitestgehend unbekannt. Transparente Informationsvermittlung und Betonung der Vorteile empfehlen sich.

Begleitung des Feldversuchs

- Im Zuge der Praxiserfahrung wird intelligentes Laden als zukunftssträftig, die Use Cases grundsätzlich als sinnvoll und positiv bewertet. Die Teilnehmenden geben an, die Technologie perspektivisch weiter nutzen zu wollen und zeigen im Rahmen der realen Nutzung vielfältige Ansätze zur Optimierung auf.

Vorgehen der Nutzerforschung

Breit angelegte Onlinestudien zur Nutzerperspektive auf verschiedene Anwendungsfälle des intelligenten Ladens:

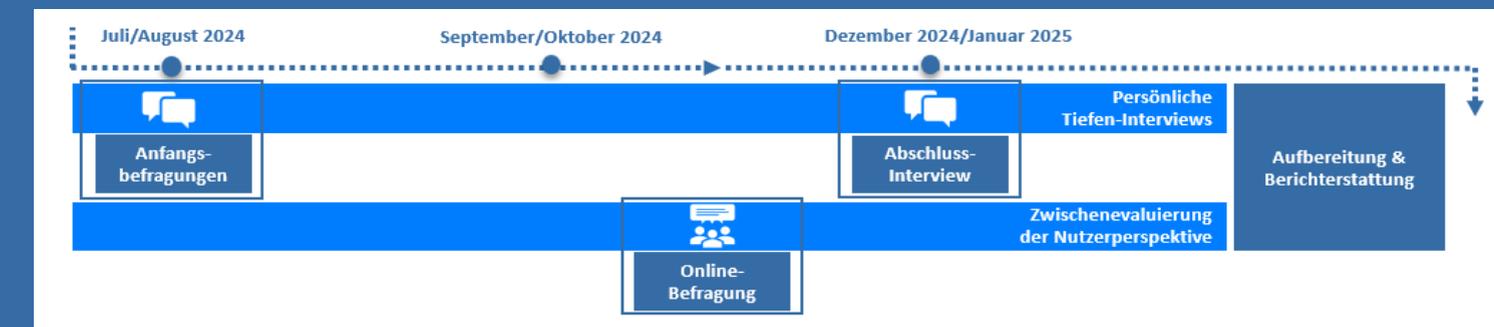
Online-Befragung 1 - Einstellungsstudie

Online-Befragung 2 - PV-Eigenverbrauchsoptimierung

Online-Befragung 3 - Regulierung netzdienlichen Ladens aus der Nutzerperspektive

Online-Befragung 4 - Dynamische Strompreise und Erbringung von Primärregelleistung

Intensive Begleitung des Feldversuchs:



5. Fazit aus 3 ½ Jahren Forschungsprojekt

Erkenntnisse & Lessons Learned

- Das Cluster Sun-E hat in Feldversuchen, die in Einfamilienhäusern (EFH) durchgeführt wurden, wertvolle Erkenntnisse zur Integration intelligenter Ladestrategien gewonnen.
- Es besteht weiterhin ein erheblicher Informationsbedarf bei potenziellen Kund:innen, insbesondere zur Darstellung und Erläuterung des Nutzens des intelligenten Ladens. Der Aufbau der End-to-End-Wirkkette war erfolgreich, und die technologische Umsetzung der Use Cases konnte wie geplant realisiert werden.
- Durch die Umsetzung von Vehicle-to-Home-Use Cases auf Basis statischer Informationen (intelligentes Laden mit ISO 15118-2) sowie des Use Cases Primärregelleistung wurde ein hoher Innovationsgrad erreicht.
- Wie geplant fand eine intensive Auseinandersetzung mit 10 partnerspezifischen Use Cases statt. Umfassende Tests wurden sowohl in einer Laborumgebung als auch auf den unIT-e²-Plugfests durchgeführt.

Ambitionen gemeinsam umgesetzt

- Der Aufbau einer konstanten und leistungsfähigen Datendurchgängigkeit in Use Cases des intelligenten Ladens stellt eine Herausforderung dar und erfordert eine tiefgehende Abstimmung zwischen den technischen Projektpartnern.
- Insbesondere aufgrund des hohen Innovationsgrades ist eine vorausschauende Use-Case-Planung entscheidend. Diese sollte eine intensive Umsetzung einer Vielzahl an Testfällen beinhalten, um eine stabile Betriebsphase zu gewährleisten.
- Eine konzentrierte und lösungsorientierte Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten ist dabei essenziell, um die technologischen Herausforderungen erfolgreich zu meistern.

Dankeschön!



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DLR Projektträger