



Netzdienliches Laden von Elektrofahrzeugen Konzepte aus dem Projekt unIT-e²

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



UN | IT | E²
Reallabor für verNETzte E-Mobilität

2023

Netzdienliches Laden von Elektrofahrzeugen

Konzepte aus dem Projekt unIT-e²

Veröffentlicht am:

26.01.2023

Herausgegeben durch:



FfE München

Elisabeth Springmann (espringmann@ffe.de)

Am Blütenanger 71, 80995 München

www.ffe.de

FKZ: 01MV21UN11

Beteiligte Unternehmen:

bayernwerk

SW/M

Schneider
Electric

PPC
Power Plus Communications

Stiftung
Umweltenergierecht

EEBUS

Autor:innen:

Dr. Johannes Hilpert	Stiftung Umweltenergierecht	Kapitel 1.1, 1.2
Alexander Agnesens	Schneider Electric	Kapitel 2
Andreas Weigand	Stadtwerke München	Kapitel 2
Annike Abromeit	EEBUS	Kapitel 2
Jeanette Münderlein	Bayernwerk Netz GmbH	Kapitel 3
Patrick Dossow, Adrian Ostermann	FfE München	Kapitel 4
Larissa Fait, Jakob Thiele	Universität Kassel, EAM Netz GmbH	Kapitel 5
Elisabeth Springmann	FfE München	Kapitel 1, 1.3, 6

Danksagung:

Das Konzeptpapier ist basierend auf den Arbeiten und Diskussionen im Projekt unIT-e² entstanden. An dieser Stelle möchten sich die Autor:innen für das Mitwirken der Partner in den jeweiligen Clustern bedanken.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Netzdienliches Steuern von Ladepunkten.....	7
1.1	Regelung für steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG	7
1.2	Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zur Ausgestaltung von § 14a EnWG.....	7
1.3	Ziel des Dokuments.....	8
2	Cit-E-life: P_{lim} Sollwert Vorgabe am Netzanschlusspunkt	9
2.1	Das Use Case Konzept.....	9
2.2	Die technische Umsetzung	10
2.3	Innovation und Anpassung in unIT-e ²	10
3	sun-E: Hüllkurve als Sollwertvorgabe am Netzanschlusspunkt.....	12
3.1	Das Use Case Konzept.....	12
3.2	Die technische Umsetzung	13
3.3	Innovation und Anpassung in unIT-e ²	15
4	Harmon-E: Regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität	17
4.1	Das Use Case Konzept.....	17
4.2	Die technische Umsetzung	18
4.3	Innovation und Anpassung in unIT-e ²	20
5	Heav-E: Untersuchung netzdienlicher Flexibilität aus Nutzersicht.....	21
5.1	Umsetzung netzdienlicher Ladekonzepte aus Nutzersicht	21
5.2	Verhaltensökonomische Untersuchungen	22
6	Einordnung der Konzepte.....	23

1 Netzdienliches Steuern von Ladepunkten

Der Hochlauf der Elektromobilität, insbesondere in Kombination mit der vermehrten Elektrifizierung im Wärmesektor, stellt die Verteilnetze in den kommenden Jahren vor Herausforderungen. Insbesondere in lastgeprägten Verteilnetzen wird die bestehende Netzkapazität in einigen Zeitfenstern nicht ausreichen, um die abgefragte Leistung bereitzustellen. Der Netzausbau wird kaum mit der Geschwindigkeit des Hochlaufs der elektrischen Verbraucher mithalten können, weshalb Konzepte gefragt sind, die es dem Verteilnetzbetreiber (VNB) ermöglichen, in Engpass-Situationen den Leistungsbezug flexibler Anlagen zu reduzieren. Elektrofahrzeuge sind damit Herausforderung und Lösung zugleich: durch hohe Ladeleistungen können sie zu Netzengpässen führen, während langen Standzeiten lassen sich Ladevorgänge jedoch zeitlich so verschieben, dass Engpässe im Verteilnetz vermieden werden.

1.1 Regelung für steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG

Das netzdienliche oder „netzorientierte“ Steuern von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen – zu denen auch Elektrofahrzeuge bzw. Ladepunkte zu zählen sind – wurde nach langer Vorlaufzeit mit dem sogenannten Osterpaket 2022 auf neue Füße gestellt. Mit Inkrafttreten zum 1. Januar 2023 schafft ein neu gefasster § 14a EnWG umfassende Festlegungskompetenzen für die Bundesnetzagentur (BNetzA). Diese ist also ganz im Sinne des EuGH-Urteils zur Unabhängigkeit der Regulierungsbehörde vom 2. September 2022 (EuGH C-718/18) künftig der entscheidende Akteur im Bereich der steuerbaren Verbrauchseinrichtungen.

Die BNetzA hat damit nun die Möglichkeit, Regelungen zu treffen, nach denen VNB und Lieferanten bzw. Letztverbraucher, mit denen sie Netznutzungsverträge abgeschlossen haben, verpflichtet sind, Vereinbarungen über die netzorientierte Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen oder steuerbaren Netzanschlüssen abzuschließen. Es wird also erstmals auch auf die Steuerung von Netzanschlüssen Bezug genommen. Als Gegenleistung für die verpflichtende Teilnahme an der Steuerung sind Reduzierungen der Netzentgelte vorgesehen.

Für die Umsetzung einer netzorientierten Steuerung werden der BNetzA verschiedene Optionen an die Hand gegeben: wirtschaftliche Anreize, Vereinbarungen über Netzanschlussleistungen sowie die direkte Steuerung einzelner Verbrauchseinrichtungen. Der Gesetzgeber lässt dabei durchblicken, dass eine Vorrangigkeit von Anreizsystemen und Netzanschlussvereinbarungen gegenüber der direkten Steuerung vorzugswürdig sein kann, ggf. auch gestaffelt nach der Zahl der Anwendungsfälle (vgl. § 14a Abs. 1 S. 3 Nr. 1, 2 EnWG).

Bis zur Festlegung entsprechender Regelungen durch die BNetzA gelten die bisherigen Vorgaben aus § 14a EnWG (nun in Absatz 2 geregelt) fort. Danach sind bis auf Weiteres Vereinbarungen über die Steuerung von Verbrauchseinrichtungen gegen Netzentgeltreduktion seitens der Lieferanten bzw. Letztverbraucher optional.

1.2 Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zur Ausgestaltung von § 14a EnWG

Am 24. November 2022 hat die BNetzA (Beschlusskammern 6 und 8) ein Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14a EnWG eröffnet. Hierzu hat sie in einem ersten Eckpunktepapier ein Zielmodell dargelegt, das ab dem 1. Januar 2024 zur Anwendung kommen soll.

Im Fokus steht dabei vorrangig, dass der weitere Hochlauf von Elektrofahrzeugen (und Wärmepumpen) nicht netzseitig ausgebremst werden darf. Um aber gleichzeitig den Netzbetreibern rechtssichere Möglichkeiten im Umgang mit Netzengpässen zu gewährleisten, sollen diesen künftig weitgehende Steuerungsrechte zur

Verfügung stehen („dynamisches Steuern“). Eine vollständige Abschaltung einzelner Verbrauchseinrichtungen soll vermieden werden, zulässig sind nur temporäre Reduzierungen des Strombezugs. Als Gegenleistung für die Anschlussnehmer:innen sind bundesweit einheitliche Rabatte auf das Netzentgelt vorgesehen.

Das Konzept der BNetzA stellt mit der künftig verpflichtenden Einbeziehung aller Betreiber von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen sowie der pauschalen Netzentgeltreduktion kein marktbasiertes, Anreiz-orientiertes Konzept dar. Entsprechende Anreizkonzepte werden hierdurch aber gerade auch nicht ausgeschlossen und könnten etwa vorrangig zum Einsatz der dynamischen Steuerung zum Tragen kommen.

1.3 Ziel des Dokuments

In unIT-e² wird eine breite Palette an Use Cases umgesetzt und erprobt, wobei jedes der vier Cluster thematische Schwerpunkte setzt. Eine Ausnahme bilden die Anwendungsfälle für die netzdienliche Beeinflussung von Ladevorgängen: alle vier Cluster haben hierfür ein Konzept ausgearbeitet. Während diese ein gemeinsames Ziel haben, nämlich dem Netzbetreiber ein Instrument für das Lösen von Netzengpässen zu bieten, unterscheiden sich die Ausarbeitungen jedoch im Detail.

Mit diesem Konzeptpapier sollen die Umsetzungsvarianten aus unIT-e² zunächst vorgestellt und dann verglichen werden. Damit werden Ansätze zur konkreten technischen Umsetzung geliefert, die als Input für die Branchendiskussion dienen sollen.

Neben der Umsetzung des direkten Eingriffs durch den Netzbetreiber werden in unIT-e² auch Ansätze diskutiert, die diesen um eine vorgelagerte, marktbasierte Komponente erweitern. Damit soll es steuerbaren Verbrauchern ermöglicht werden, bedarfsweise auch im Engpassfall über eine größere Kapazität zu verfügen als vorgesehen – sofern genügend andere Verbraucher keinen Mehrbedarf haben. Dieses Konzept wird in der Branche vorgestellt, sobald es final ausgestaltet ist.

2 Cit-E-life: P_{lim} Sollwert Vorgabe am Netzanschlusspunkt

Das Cluster Cit-E-Life mit seinen Partnern Consolinno, EEBUS, Ford, PPC, Schneider Electric, Stadtwerke München, TenneT und der FfE ergänzt die unIT-e² Projektstruktur um Feldtests im urbanen Raum. Dabei sollen über die städtischen Testumgebungen speziell Herausforderungen komplexer Eigentumsstrukturen entlang der Prozesskette zwischen Automobil- und Energiewirtschaft adressiert werden.

Im Rahmen dessen wird der „ P_{lim} Use Case“ unter der Bezeichnung „ P_{lim} Sollwert Vorgabe am Netzanschlusspunkt“ im Cluster priorisiert behandelt und soll im Rahmen eines Feldversuchs im Stadtgebiet von München im Ein- und Mehrfamilienhaus (EFH & MFH) umgesetzt werden.

2.1 Das Use Case Konzept

Der P_{lim} Business Use Case (Abbildung 5) veranschaulicht das Konzept für die Umsetzung am Eigenheim in Form des e3-Value Models. Hierbei wurde zunächst vereinfachend das EFH betrachtet und die gleiche Personenidentität von Anschlussnehmer und -nutzer angenommen.

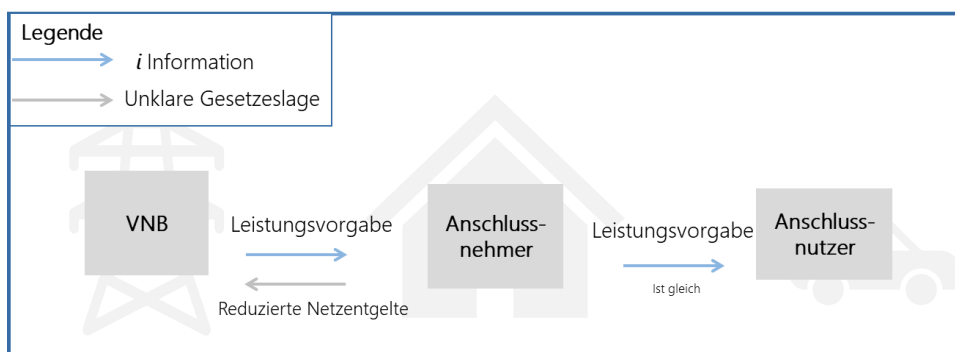


Abbildung 1 Schaubild Business Use „ P_{lim} Sollwert Vorgabe am Netzanschlusspunkt“

Ziel des Use Cases ist, dem VNB ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, um bei einer akuten Netzüberlastung die Leistung am Netzanschlusspunkt (NAP) kurzfristig reduzieren zu können. Dabei hat das P_{lim} Signal oberste Priorität und mögliche marktdienlichen Use Cases müssen sich diesem unterordnen. Eine direkte Vergütung für die Umsetzung des P_{lim} Signals ist im Cluster Cit-E-Life nicht vorgesehen.

Der Ablauf des Use Cases ist dabei wie folgend: Im Falle eines (drohenden) Engpasses im Verteilnetz wird eine zeitlich limitierte Obergrenze (P_{lim}) sowohl für die Einspeisung als auch den Bezug von Leistung am NAP gesetzt. Dabei ist im städtischen Kontext, wie er in Cit-E-Life betrachtet wird, zu erwarten, dass vor allem letzteres dominieren wird. Das P_{lim} -Signal wird dabei ausgehend vom (Anschluss-)Netzbetreiber mittels transparenten Kanals an ein CLS-Modul / Energiemanagementsystem (EMS) mit integrierter Steuerboxfunktion mit dahinterliegenden steuerbaren Anlagen (z.B. Wallbox) übermittelt. Das EMS regelt mit Hilfe einer Betriebsmessung am NAP steuerbare Anlagen (Wärmepumpe, Batterie, PV-Anlage, Wallbox mit EV) hinter dem NAP in der Liegenschaft so aus, dass die P_{lim} Vorgabe eingehalten wird.

Für Cit-E-Life ist das P_{lim} -Signal ein akutes Not-Signal und eine kurative Eingriffsmöglichkeit des VNB am NAP. Der VNB identifiziert also aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Datenlage zur Netzüberwachung im Niederspannungsnetz einen lokalen Netzengpass und möchte diesen durch die Leistungsanpassung beheben. Bei der Leistungsvorgabe durch den VNB liegt die Steuerhoheit der einzelnen Flexibilitäten hinter dem NAP bei dem oder der Anschlussnehmer:in. Somit hat diese:r die Möglichkeit, die Leistungsvorgabe so

2.2 Die technische Umsetzung

[illegible]

Sobald die Leistungslimitierung am EMS vorliegt, obliegt die Hoheit über die Aussteuerung der Flexibilität in der Liegenschaft dem EMS. Basierend auf den zur Verfügung stehenden Daten und Randbedingungen der Flexibilität sowie der vorhandenen unflexiblen Last optimiert das EMS die steuerbaren Anlagen. Dabei werden etwaige Steuerbefehle in Form von anlagenspezifischen Protokollen an die Flexibilität übermittelt. Die Kommunikation zwischen EMS und Wallbox der Elektrofahrzeuge erfolgt z.B. über den EEBUS Use Case LPC (gemäß VDE AR 2829-6). Zwischen Ladesäule und Fahrzeug wird die ISO 15118-2 verwendet. Der Leistungsfluss der Elektrofahrzeuge ist unidirektional, es findet also keine Rückspeisung vom EV ins Netz oder das Gebäude statt. Alle weiteren, eventuell vorhandenen flexiblen Komponenten werden je nach Testkundensystem individuell angebunden.

2.3 Innovation und Anpassung in unIT-e²

Auf der technischen Umsetzungsebene wird das Protokoll IEC 61850 mit dem Datenmodell auf Basis des Lastenheftes FNN-Steuerbox für die Übermittlung des P_{lim} -Signals in die Liegenschaft verwendet. Hier konnten im Labor bereits erste Signale zwischen Test-EMT-System und EMS über das SMGW in Echtzeit

übermittelt werden, inklusiver einer Statusrückmeldung durch die Anlage. Dies stellt bspw. gegenüber der Versandgeschwindigkeit sowie der unidirektionalen Kommunikation in der Rundsteuertechnik einen großen Fortschritt dar.

Eine im Cluster diskutierte Anpassung betrifft die Kommunikation zwischen EMS und den nachgelagerten steuerbaren Anlagen in der Liegenschaft. Hier wird dargelegt, wie die Kommunikation und Benutzung der EEBUS Use Cases für Leitungsschutz und netzseitige Limitierungen (P_{lim}) verwendet werden, damit in der Liegenschaft die Ursache für die Auswirkung ersichtlich sind. Dies kann im Kontext der Nachweisführung für die Erbringung von Systemdienstleistungen relevant sein.

3 sun-E: Hüllkurve als Sollwertvorgabe am Netzanschlusspunkt

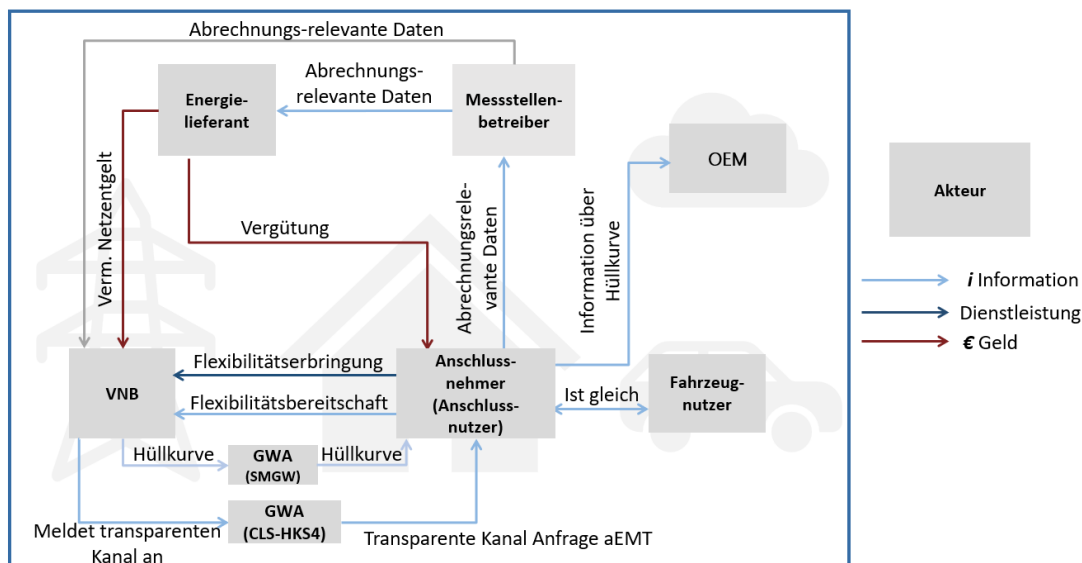
Der Feldversuch des Clusters sun-E hat zum Ziel mark- und netzdienliche Anwendungsfällen in Kombination zu erproben. Darüber hinaus liegt ein besonderes Augenmerk auf der maximalen Erfüllung von Kund:innenbedürfnissen. Um allen Anforderungen aus Markt-, Netz- und Kund:innensicht gerecht zu werden, wird im Cluster eine Kombination aus präventiver und kurativer Leistungsvorgabe kombiniert. Um ein hohes Maß an tatsächlichem Nutzungsverhalten abbilden zu können, erfolgt eine reale Umsetzung mit 20 Pilotkund:innen. Für die Realisierung des Feldtests arbeiten die Projektpartner BMW, Bayernwerk Netz GmbH, PPC, Consolinn, Kostal, FfE und LEW Hand in Hand. Für die übergeordnete Evaluierung des Feldtests ist die Universität Passau verantwortlich.

3.1 Das Use Case Konzept

Unter Berücksichtigung des aktuellen Eckpunktepapiers der BNetzA zum §14 a EnWG sind derzeit Leistungsvorgaben für eine maximalen Bezug möglich. Mit der Integration von immer mehr Pro- und Flexumer und somit einer steigenden Anzahl an Stakeholdern und Marktteilnehmer:innen ist ein Signal zur Leistungsreduktion kein ausreichendes Mittel um allen Teilnehmer:innen die Möglichkeit zu bieten, eine möglichst hohe Wertschöpfung abbilden zu können. Basierend auf Überlegungen aus vorausgegangenen Projekten soll der VNB die Möglichkeit erhalten, je nach Belastungssituation, Bezugs- oder Einspeiseleistung der Liegenschaft zu begrenzen. Innerhalb der sogenannten einhüllenden Kurve (Hüllkurve) kann der Markt bzw. der/die Kund:in beliebig agieren bzw. den Betrieb optimieren. Die Hüllkurve wird einen Tag im Vorfeld vom VNB an die jeweilige Liegenschaft übermittelt. Dadurch wird in der Liegenschaft eine Planungssicherheit hergestellt. Solange kein Netzengpass prognostiziert ist, entspricht das Leistungslimit der zulässigen Hausanschlussleistung. In Zeiten hoher Netzauslastung wird die zulässige Bezugs- oder Einspeiseleistung reduziert. Solange die Vorgaben der Hüllkurve von allen/den meisten Haushalten eingehalten werden, ist eine kurative Maßnahme (dynamisches Steuern)/ad Hoc Eingriffe nur noch in extremen Ausnahmefällen notwendig.

Grundsätzlich ist der Anwendungsfall nach dem Schema in Abbildung 3 aufgebaut. Zunächst wird der/die Netzkund:in mit seiner Flexibilität als steuerbarer Verbraucher eingestuft. Hierfür teilt der/die Kund:in dem Netzbetreiber mit, dass eine steuerbare Verbrauchseinrichtung bzw. Erzeugungseinrichtung an das Netz angeschlossen wird (Flexibilitätserbringung). Aus der Perspektive der Netzplanung ist eine verpflichtende Teilnahme zur Steuerung essenziell und wird in diesem Anwendungsfall vorausgesetzt. Um eine höhere Akzeptanz zu generieren sowie den Kund:innen für etwaige zusätzliche bauliche Aufwände für die Ausführung seiner Anlage als steuerbarer Verbraucher/Erzeuger zu entschädigen, kann eine Vergütung in Form von verminderten Netzentgelten abgerechnet werden. Die Abrechnung selbst erfolgt nach dem bereits etablierten Ablauf, dass zunächst alle abrechnungsrelevanten Daten über den MSB an den Energielieferanten geleitet werden und dieser dann mit dem/der Kund:in und dem VNB kommuniziert. Der/die Anschlussnehmer:in erhält je nach Netzzustand eine Leistungsvorgabe als Hüllkurve, welche am NAP in Bezug- als auch Einspeiserichtung eingehalten werden soll. Darüber hinaus werden diese Leistungswerte vom Anschlussnehmenden an weitere Marktteilnehmer wie beispielsweise den Aggregator von

Elektrofahrzeugen (OEM) geschickt. Somit bekommt auch dieser die Möglichkeit innerhalb der physikalisch zur Verfügung stehender Grenzen die Flexibilität der Kund:innen marktdienlich einzusetzen.

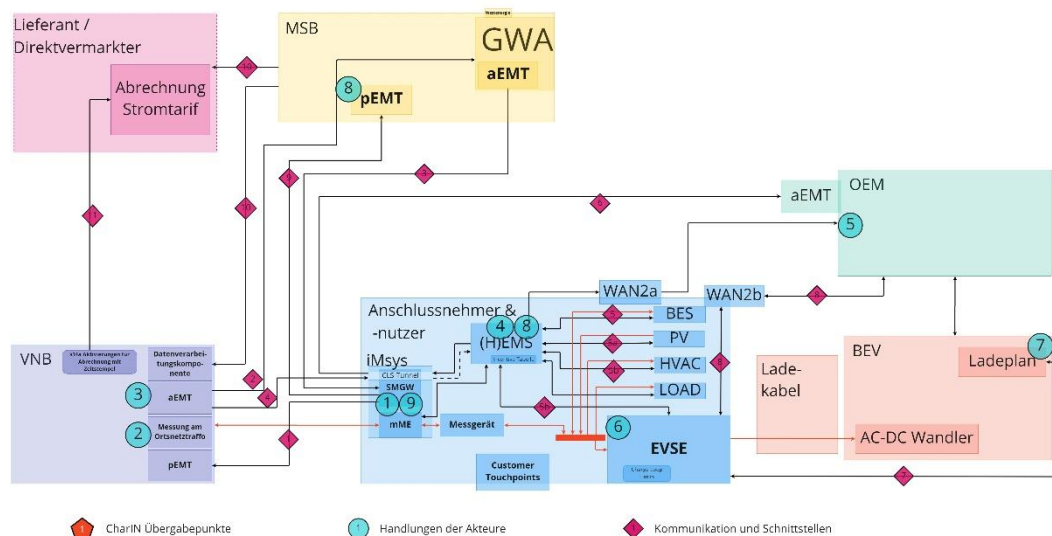


CLS	Controllable System (sicherer Kanal für Schalthandlungen und Submetering)
GWA	Gateway Administrator
HEMS	Home Energy Management System
HKS4	Transparenter Kanal initiiert durch externen Marktteilnehmer
OEM	Original Equipment Manufacturer
SMGW	Smart Meter Gateway
VNB	Verteilnetzbetreiber

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Umsetzung des Informationsaustausches sowie der Erbringung der Dienstleistung des Use Case

3.2 Die technische Umsetzung

Die technische Umsetzung sowie die Abfolge der einzelnen Funktionen, wie sie im Feldversuch umgesetzt werden, ist in Abbildung 4 dargestellt.



aEMT	Aktiver externer Marktteilnehmer
BES	Battery Energy Storage (Batteriespeicher)
BEV	Battery Electric Vehicle (Elektrofahrzeug)
EVSE	Electric Vehicle Supply Equipment (Ladestation)
GWA	Gateway Administrator
HEMS	Home Energy Management System
HVAC	Heating Ventilation and Air Conditioning (Klimatechnik)
iMSys	Intelligentes Messsystem
mME	Moderne Messeinrichtung
MSB	Messstellenbetreiber
OEM	Original Equipment Manufacturer
pEMT	Passiver externer Marktteilnehmer
SMGW	Smart Meter Gateway
VNB	Verteilnetzbetreiber
WAN	Wide Area Network

Abbildung 4: Schematische Darstellung der technischen Umsetzung des Use Case

Für die Übermittlung einer Hüllkurve oder eines ad-hoc Signals wird vorab beim VNB der aktuelle Netzzustand anhand von Messungen am NAP sowie am Ortsnetztransformator ermittelt (1, 2). Darüber hinaus werden Prognosen für die nächsten 24 h erstellt. Die sich hieraus ergebenden Hüllkurvenlimits/ad-hoc Limits werden aus der Netzleittechnik (aEMT) an den MSB (3) weitergeleitet, welcher zugleich als Gateway Administrator (GWA) agiert. Im Fall einer ersten Signalanforderung sendet der GWA an das SMGW eine Anfrage zur Bereitstellung des CLS-Kanals. Wurde der Kanal erfolgreich aufgebaut, bleibt dieser dauerhaft geöffnet und das Signal des aEMT's über den CLS-Kanal wird an die Liegenschaft geleitet. In der Liegenschaft selbst empfängt das Home Energy Management System (HEMS) (4) die Leistungslimits und setzt diese in Steuerbefehle um (6). In Abhängigkeit der einzuhaltenden Grenzwerte und der anliegenden nicht steuerbaren Last regelt das HEMS die zur Verfügung stehende Flexibilität (6). Im Falle einer notwendigen Ladeleistungsreduzierung des Elektrofahrzeuges wird das HEMS neue Leistungsmaximalwerte für das Elektrofahrzeug berechnen und diese über die Wallbox an das Fahrzeug weiterleiten. Das Fahrzeug erstellt auf Grundlage der neuen Leistungsmaximalwerte sowie Anreiztabelle einen neuen Ladeplan und berücksichtigt dabei die Vorgaben des VNB (7). Zudem werden die weiteren Akteure darüber informiert, dass eine Ladeleistungsreduzierung stattgefunden hat (5). Die real gemessenen Leistungsflüsse am NAP werden als abrechnungsrelevante Daten an den MSB mittels TAF 7 gesendet (8) und nach dem bereits etablierten

Vorgehen in 15 min. Werten abgerechnet. Zur Überprüfung einer erfolgreichen Umsetzung der Hüllkurve misst das SMGW den Leistungsbezug am NAP und sendet diesen an den VNB (TAF 10) (9).

3.3 Innovation und Anpassung in unIT-e²

Der Use-Case "Hüllkurve als Sollwertvorgabe am Netzanschlusspunkt" im Cluster sun-E umfasst verschiedene innovative Anpassungen. Diese sind stichpunktartig im Folgenden aufgelistet:

- Netzüberwachung auf Niederspannungsebene als Basis für die Ermittlung von Prognose werten. Diese basieren auf lokalen Messwerten der Liegenschaften und Ortsnetzstationen.
- Basierend auf Prognose-Werte einer Netzleitstelle wird 24 h im Voraus eine Hüllkurve liegenschaftsscharf zur Verfügung gestellt, die Liegenschaft kann innerhalb dieser Hüllkurve frei agieren.
- Die Vorgabe der Hüllkurve bezieht sich auf den NAP. Die Steuerung von Einzelanlagen durch den VNB wird somit abgelöst durch eine intelligente Optimierung innerhalb der Liegenschaft mittels HEMS.
- Ad hoc Schnittstelle ist für Notfalleingriffe bereits integriert soll aber nach Möglichkeit durch eine kollektive Einhaltung der Hüllkurven verhindert werden.
- Die Hüllkurve ermöglicht dem VNB präventive Maßnahmen zur Netzstabilisation durchzuführen
- Die frühzeitige Übermittlung der Hüllkurve verbessert die Planungssicherheit innerhalb der Liegenschaften und ermöglicht die parallele Anwendung mit weiteren Markt Use Cases.

4 Harmon-E: Regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität

Im Cluster Harmon-E steht das harmonische Zusammenspiel des Gesamtsystems im Vordergrund. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der praxisnahen Erprobung der marktoptimierten und zugleich netz- sowie systemdienlichen Nutzung von Elektrofahrzeugen und weiteren Flexibilitäten in Form von Use Cases. Technische Möglichkeiten zur Entladung und Rückspeisefähigkeit von Elektrofahrzeugen werden darüber hinaus in einer Laborumgebung entwickelt und getestet. An der Erprobung sind Mercedes-Benz, EWE NETZ, FfE, The Mobility House, PPC, Viessmann, EWE Go, Kostal, EEBUS, TenneT, Fraunhofer SIT und Universität Passau beteiligt.

Der Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ wird in Harmon-E in drei verschiedenen Feldversuchen erprobt:

- Ein Feldversuch findet an ca. 20 Eigenheimen in extra für den Feldversuch identifizierten Ortsnetzbereichen der EWE NETZ statt.
- Ein zweiter Feldversuch erfolgt an einem einzelnen Eigenheim, das neben einem Elektrofahrzeug auch mit einer Wärmepumpe und einem Stromspeicher der Firma Viessmann ausgestattet ist.
- Im dritten Feldversuch wird der Use Case an mindestens einem Industriestandort – in einem ersten Schritt bei der Firma Wernsing Feinkost GmbH mit zehn intelligent steuerbaren Ladepunkten – getestet.

4.1 Das Use Case Konzept

Trotz der im Detail voneinander abweichenden Feldversuche unterscheidet sich das grundlegende Konzept des Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ nicht zwischen der Umsetzung am Eigenheim bzw. am Industriestandort. Abbildung 5 veranschaulicht das Konzept für die Umsetzung am Eigenheim in Form des e3-Value Models. Ziel des Use Cases ist es, den VNB in die Lage zu versetzen, den Leistungsbezug aus dem Netz an einem NAP innerhalb eines regulatorisch-definierten Rahmens zeitlich flexibel zu begrenzen, um ein effizientes Engpassmanagement durchzuführen, ohne jedoch dabei die Nutzer:innen der am Standort vorhandenen Flexibilitäten (in den Feldversuchen vor allem Elektrofahrzeuge) in ihrem Verhalten unverhältnismäßig stark einzuschränken. Zu diesem Zweck können der/die Anschlussnehmer:in des entsprechenden Standorts und der zuständige VNB freiwillig ein Vertragsverhältnis eingehen. In diesem erlaubt der/die Anschlussnehmer:in dem VNB die Vorgabe eines Leistungslimits am eigenen NAP unter klar definierten Randbedingungen¹ und erkennt die Anforderungen gemäß den technischen Anschlussbedingungen an. Im Gegenzug wird für die Bereitschaft zur Leistungsbegrenzung eine pauschale Reduktion des Netznutzungsentgelts durch den VNB veranschlagt und über den Energielieferanten abgerechnet.

Für die Umsetzung in Harmon-E ist eine Leistungsbegrenzung am NAP durch den VNB stets ein kurativer Eingriff des VNBs. Das bedeutet, dass der VNB aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Datenlage zur Netzüberwachung im Niederspannungsnetz einen lokalen Netzengpass identifiziert und diesen durch die Begrenzung des möglichen Leistungsbezugs beheben möchte. Kommt es zur Vorgabe eines Leistungslimits durch den VNB, liegt die Steuerhoheit der einzelnen Flexibilitäten hinter dem NAP bei dem/der Anschlussnehmer:in. Somit besteht die Möglichkeit, das Leistungslimit so einzuhalten, dass für ihn und die Nutzer:innen der Flexibilitäten die kleinstmögliche Einschränkung entstehen. Diese Orchestrierung der Flexibilitäten bei dem/der Anschlussnehmer:in wird durch ein EMS realisiert. Neben der Übermittlung von abrechnungsrelevanten Messdaten an den Energielieferanten wird die Wirksamkeit der vorgegebenen Leistungsbegrenzung anhand von erhobenen Netzzustandsdaten durch den VNB validiert.

¹ Randbedingungen basierend auf der Weiterentwicklung des §14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG)

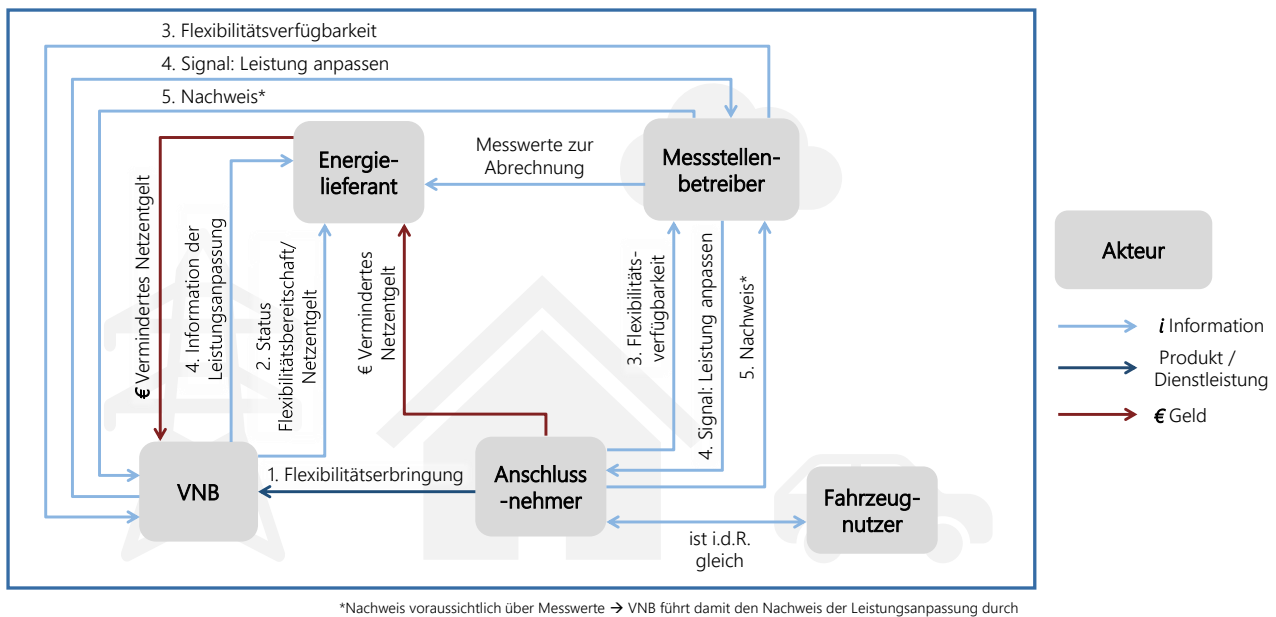


Abbildung 5: e3-Value Model des Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ für die Umsetzung am Eigenheim

4.2 Die technische Umsetzung

Die für den Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ geplanten technischen Umsetzungen am Eigenheim und am Industriestandort sind sehr ähnlich. Zum besseren gemeinsamen Verständnis der technischen Umsetzung wurde die Harmon-E Systemarchitektur online zur Verfügung² gestellt, die das technische Konzept aller geplanten Use Cases visualisiert. Abbildung 5Abbildung 6 zeigt den Ausschnitt der Systemarchitektur, in dem die für die Feldversuche geplante Umsetzung des Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ für beide Standortarten dargestellt ist.

Zur kurativen Leistungsbegrenzung übermittelt der VNB das Signal zur Leistungslimitierung (nachfolgend stets als „Leistungslimit“ bezeichnet, in Abbildung 6 „Hüllkurve“ genannt) über den MSB, der als aEMT agiert, an den jeweiligen NAP. An beiden Standortarten (Eigenheim und Industriestandort) umfasst dies die Einbindung eines iMSys bestehend SMGW und moderner Messeinrichtung (mME). Damit wird eine manipulationsresistente Übermittlung des Leistungslimits an das lokale EMS (Home Energy Management System, kurz HEMS, am Eigenheim und Lademanagement am Industriestandort in Abbildung 6) ermöglicht. Die Vorgabe bzw. Übermittlung eines Leistungslimits erfolgt über den transparenten Controllable-Local-System (CLS) Proxy Kanal des SMGWs an die Home Area Network (HAN)-Kommunikationsadaptereinheit (HKE), von wo aus das Leistungslimit an das lokale EMS übergeben wird. Dies entspricht der Stufe 3 des Stufenmodells zur Weiterentwicklung der Standards für die Digitalisierung der Energiewende des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI).

Sobald das Leistungslimit am HEMS bzw. Lademanagement vorliegt, obliegt die Hoheit darüber, welche Flexibilitäten wie genutzt werden, um das Limit am NAP einzuhalten, dem jeweiligen Energiemanagement. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten bezüglich Verfügbarkeiten und Randbedingungen sowie der vorhandenen unflexiblen Last optimiert das System die Leistung der Flexibilitäten (im Fall des Industriestandorts wird das Lademanagement durch einen Aggregator verwaltet). Etwaige Steuerbefehle werden in Form von anlagenspezifischen Protokollen an die technischen Komponenten übermittelt. Für den Industriestandort wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Elektrofahrzeuge (Electric Vehicle, kurz EV, in Abbildung 6) als flexibel

² Harmon-E Systemarchitektur <https://sysarc.ffe.de/>

steuerbare Komponenten eingesetzt werden. An den Eigenheimen besteht je nach Gegebenheiten vor Ort die Möglichkeit, neben Elektrofahrzeugen auch Wärmepumpen oder stationäre Batteriespeicher anzusteuern. Die Kommunikation zwischen Energiemanagement und Ladesäulen (Electric Vehicle Supply Equipment, kurz EVSE, in Abbildung 6) der Elektrofahrzeuge erfolgt über EEBUS, OCPP oder Modbus. Der Leistungsfluss der Elektrofahrzeuge ist unidirektional. Es findet keine Entladung und damit auch keine Rückspeisung statt. Zwischen Ladesäule und Fahrzeug wird die IEC 61851 verwendet. Alle weiteren, eventuell vorhandenen flexiblen Komponenten werden je Standort individuell angebunden.

Use Case am Eigenheim

- ☒ 1.1/1.2) Regulatorisch definierte netzdienliche Flexibilität am Eigenheim
- ☐ 2.1/2.2) Markt- (& netz-) dienliche Flexibilität am Eigenheim
- ☐ 3.1/3.2) Systemdienstleistung durch Flexibilität am Eigenheim - Redispatch uniT-e²
- ☐ 4.1/4.2) Peak-Shaving durch Flexibilität am Eigenheim
- ☐ 5.1/5.2) Flexibilität zur PV-Eigenverbrauchsoptimierung am Eigenheim

Use Cases am MFH/ Arbeitsplatz

- ☒ 1.3) Regulatorisch definierte netzdienliche Flexibilität am MFH/ Arbeitsplatz
- ☐ 2.3/2.4) Markt- (& netz-) dienliche Flexibilität am MFH/ Arbeitsplatz
- ☐ 4.3/4.4) Peak-Shaving durch Flexibilität am MFH/ Arbeitsplatz
- ☐ Alle Use-Cases einblenden

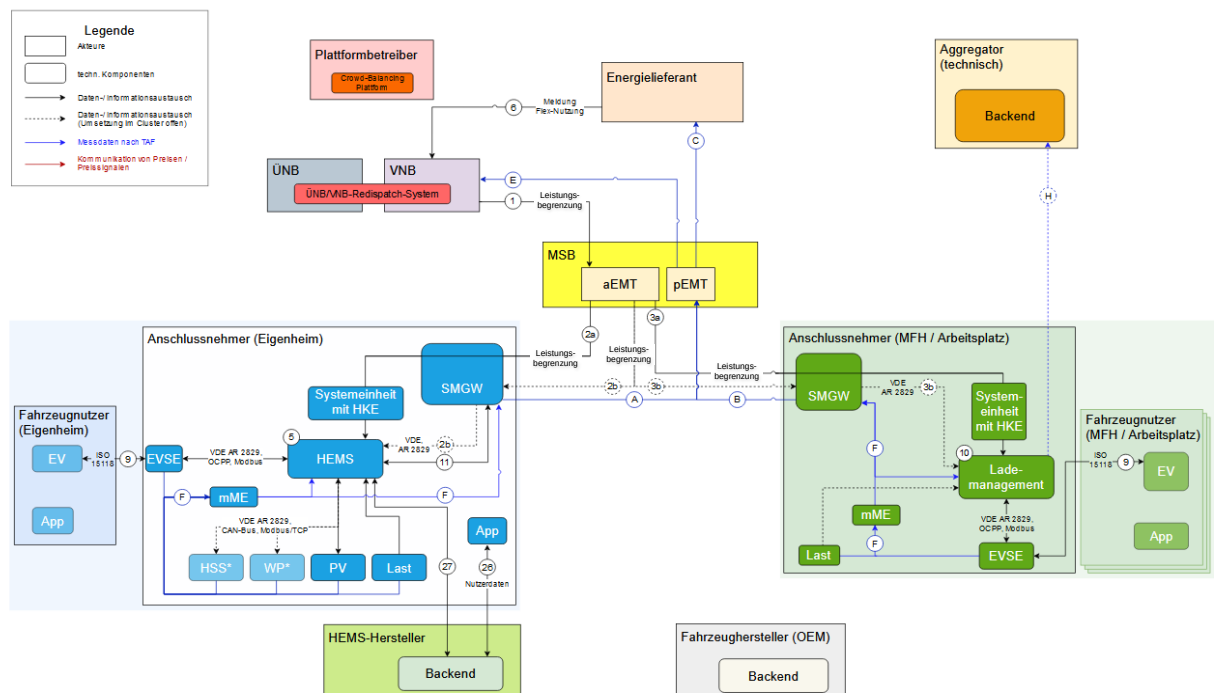


Abbildung 6: Geplante technische Umsetzung des Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ am Eigenheim und am Industriestandort

Die Erfassung von Messdaten hinter dem NAP erfolgt durch mMEs und ggf. weitere digitale Messzähler. Relevante Messdaten werden dem jeweiligen EMS (HEMS oder Lademanagement) zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden über das SMGW relevante Messdaten der mMEs gemäß der durch das BSI festgelegten Tarifierungsfälle (TAF) vom NAP an den MSB übermittelt. Für die betrachteten Use Cases werden über den MSB zum einen Daten nach TAF 7 (Zählerstandsgangmessungen zu Abrechnungszwecken in 15-minütiger zeitlicher Auflösung) an den Energielieferanten und zum anderen Daten nach TAF 10 (Netzzustandsdaten in festgelegten Zeitabständen) und gegebenenfalls TAF 9 (Ist-Einspeiseleistung von Erzeugungsanlagen) an den VNB übermittelt. Weiterhin ist es bei den Eigenheimen im EWE NETZ Ortsnetzgebiet vorgesehen, Daten aus dem HEMS über den CLS-Kanal an den VNB bereitzustellen, damit das Flexibilitätspotential besser abgeschätzt werden kann und eine Validierung der Steuerung möglich ist. Dies ist besonders bei einer Steuerung am NAP und einem Einzähler-Messkonzept relevant, da sonst unklar bleibt, ob unflexible oder flexible Lasten den Engpass bzw. die Überschreitung des Limits verursachen. Bei dem einzelnen Eigenheim, ausgestattet mit weiteren Flexibilitäten durch Viessmann, ist außerdem vorgesehen, einen hochauflösenden Zähler am NAP zu installieren, dessen

Messwerte an das HEMS übermittelt werden, welche für die Nullbezugsregelung des Batteriespeichers verwendet werden.

Ein vollständiges Konzept des Use Case umfasst zudem die Definition der vertraglichen Beziehungen aller beteiligter Parteien inklusive Abrechnung sowie weitere technische Spezifikationen (Eingriffsdauer, Häufigkeit der Leistungsbegrenzung, Vorwarnzeit, Geschwindigkeit der Signalübertragung, etc.). Diese Aspekte des Use Case sind Gegenstand der Forschung und werden durch die Erprobung in den Feldversuchen analysiert.

4.3 Innovation und Anpassung in unIT-e²

Die im Cluster Harmon-E vorgesehene Umsetzung des Use Case „regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität“ umfasst einige innovative Elemente. Die wichtigsten Weiter- und Neuentwicklungen sind:

- Die Vorgabe eines Leistungslimits am NAP (und nicht die Steuerung einzelner technischer Einheiten)
- Die Erprobung von Weiterentwicklungen der SMGW-Funktionalitäten insbesondere im Bereich der lokalen Messwertbereitstellung
- Die Nutzung von Messdaten des HEMS zur Potenzialabschätzung und technischen Validierung der Steuerung (wodurch die Möglichkeit zum Verzicht auf Messkonzepte mit mehreren Zählern evaluiert werden kann)
- Die Umsetzung und Erprobung der Kombination aus regulatorisch-definierte netzdienliche Flexibilität und marktorientierter Flexibilität (variable Preise/ Vermarktung) sowie ggf. die zusätzliche Umsetzung des Use Case „Systemdienstleistung (Redispatch)“
- Der eventuelle Einbezug von Netzzustandsdaten zur Prognose von lokalen Netzengpässen
- Sicherheitsbetrachtung des in den Feldversuchen implementierten Systems zur Identifikation von Schwachstellen, die Auswirkungen auf das Stromnetz und Ladeinfrastruktur haben könnten

Die hier beschriebene, für den Feldversuch geplante Steuerung ist mit dem aktuellen Eckpunktepapier der BNetzA zum §14a EnWG kompatibel. Damit stellt das Konzept aus Harmon-E eine Möglichkeit dar, wie §14a zukünftig in der Praxis umgesetzt werden kann.

5 Heav-E: Untersuchung netzdienlicher Flexibilität aus Nutzersicht

Neben den technischen Herausforderungen und daraus resultierenden Anforderungen und Weiterentwicklungen, die in den vorangegangenen Kapiteln beleuchtet und diskutiert wurden, wurden die Elektrofahrzeugnutzer:innen als zentraler Bestandteil des Gesamtsystems und „Anwender:innen“ konzipierter Lösungen nur am Rande betrachtet. Im Cluster Heav-E, das in der Region Nordhessen verortet ist, liegt ein besonderer Fokus auf der Untersuchung netzdienlicher Ladekonzepte aus Nutzer:innensicht.

In einem Feldversuch mit bis zu 125 privaten Elektrofahrzeugbesitzern wird das Ladeverhalten sowie die Akzeptanz netzdienlicher Ladekonzepte über einem Zeitraum von 18 Monaten am Eigenheim untersucht. Neben dem Use Case zur netzdienlichen Steuerung von Ladevorgängen durch den Netzbetreiber, werden auch indirekte, preisbasierte Anreize für netzdienliches Laden untersucht. Ziel der Untersuchungen ist herauszufinden, inwieweit und unter welchen Bedingungen Nutzer:innen bereit sind, steuernde Eingriffe zu akzeptieren und ihr Ladeverhalten netzdienlich anzupassen. An dem Feldversuch sind die EAM Netz GmbH, Flavia IT Management GmbH, Regionalmanagement Nordhessen GmbH, Universität Kassel und Volkswagen AG beteiligt.

5.1 Umsetzung netzdienlicher Ladekonzepte aus Nutzersicht

Da im Cluster Heav-E der Schwerpunkt auf der Erfassung und Erforschung des Nutzerverhaltens und weniger der Entwicklung technischer Lösungen netzdienlicher Steuerungsmechanismen liegt, wird für die Umsetzung der Use Cases im Feld auf bereits bestehende Lösungen zurückgegriffen. Die technische Umsetzung ist vereinfacht in Abbildung 7 dargestellt.

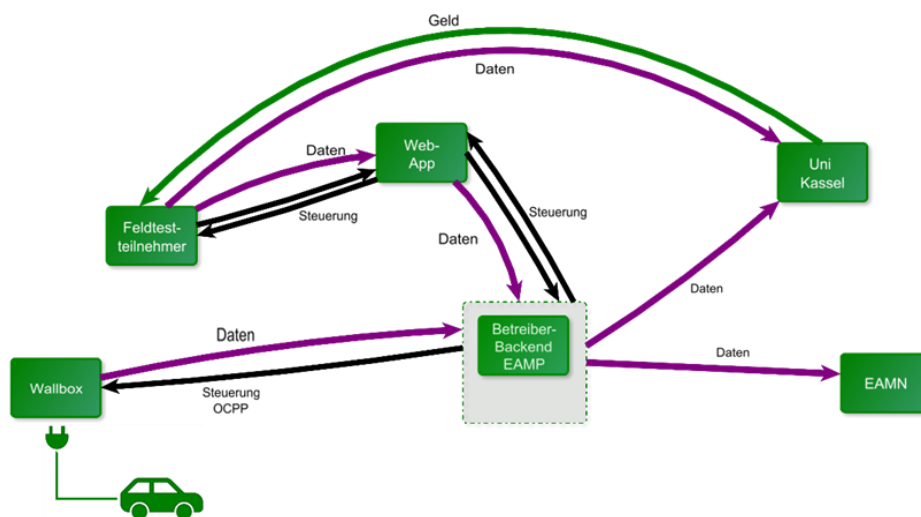


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Umsetzung einer netzdienlichen Steuerung durch den VNB im Cluster Heav.E

Zentrale Voraussetzung für die Umsetzung ist die Installation einer kommunikations- und internetfähigen Wallbox beim Fahrzeugnutzenden. Nach Parametrierung und Einbindung der Wallbox in das Backend der EAM Netz GmbH (bereitgestellt und betreut durch die Flavia IT Management GmbH), werden Ladedaten aus der Wallbox an das Backend übertragen. Auf gleichem Weg kann auch eine Reduzierung der Ladeleistung der Wallbox erfolgen, die dem Fahrzeugnutzenden transparent als steuernder Eingriff seitens des VNB in einer Weboberfläche angezeigt

wird. Die Weboberfläche stellt eine Visualisierung des Backends dar, angepasst auf die Fahrzeugnutzenden und ermöglicht ihnen die Steuerung ihrer Ladevorgänge. Außerdem stellt die Weboberfläche zahlreiche weitere Ladeinformationen zur Verfügung.

Grundsätzlich wird im Cluster Heav-E die Bereitstellung von netzdienlicher Flexibilität durch steuernde Eingriffe des VNB als freiwillige Leistung der Fahrzeugnutzer:innen betrachtet. Um jedoch die Reaktionen der Nutzer:innen auf etwaige Steuerungsmechanismen untersuchen zu können, verpflichten sich die Teilnehmenden des Feldversuchs im Rahmen Ihres Teilnahmevertrages zur Nutzung verschiedener Ladekonzepte für einen gewissen Zeitraum. Darüber hinaus wird der Feldversuch intensiv von verhaltensökonomischen Untersuchungen durch die Universität Kassel begleitet.

5.2 Verhaltensökonomische Untersuchungen

Mithilfe des skizzierten technischen Versuchsaufbaus können zwar Wallbox- bzw. Ladedaten erfasst und Leistungsreduzierungen durchgeführt werden, jedoch liefert dies keine detaillierten Erkenntnisse über die Akzeptanz netzdienlicher Ladekonzepte sowie die Beweggründe der Fahrzeugnutzer:innen, ihr Ladeverhalten anzupassen – oder eben nicht anzupassen. Vor diesem Hintergrund führt die Universität Kassel während der gesamten Dauer des Feldversuchs Befragungen mit den Teilnehmenden durch, um tiefere Einblicke in das Verhalten der Fahrzeugnutzer:innen zu erhalten. Bestandteil der Befragungen sind sowohl die Erhebung allgemeiner Daten wie z.B. zum Mobilitätsverhalten oder sozio-demografische Merkmale, sowie Rückfragen zu Erfahrungen mit erprobten Ladekonzepten bis hin zu komplexeren Abfragen von Zahlungsbereitschaften. Durch die Verknüpfung der realen Ladedaten und der Befragungsdaten können nicht nur Anpassungen des Ladeverhaltens aufgrund netzdienlicher Ladekonzepte erfasst, sondern auch erklärt werden. Diese Untersuchungen können dabei helfen, Grundlagen für Tarifgestaltungen netzdienlicher Ladekonzepte abzuleiten, die auf eine größtmögliche Akzeptanz der Fahrzeugnutzer:innen treffen, sowie potenzielle Zielgruppen zu identifizieren.

6 Einordnung der Konzepte

Die vorgestellten Konzepte haben das gemeinsame Ziel, als Tool für den VNB im Fall von Netzengpässen eingesetzt zu werden. An der Entwicklung waren VNB sowie Komponenten- und Automobilhersteller beteiligt. Überwiegend wird mit den Konzepten die aktuelle Ausführung des § 14a EnWG umgesetzt, wobei das Cluster Heav-E zusätzlich ein anreizbasiertes Konzept erprobt und dabei insbesondere die Bereitschaft zum Anpassen von Ladevorgängen „abhängig vom Preisschild“ untersucht. Im Folgenden werden die Cluster-Konzepte bezüglich verschiedener Parameter verglichen. Dies beinhaltet zum einen konzeptuelle Eigenschaften und zum anderen die technische Umsetzung der Prozesse.

Bezüglich der konzeptuellen Umsetzung lässt sich feststellen, dass die Anwendungen unter verschiedenen Rahmenbedingungen umgesetzt werden. Alle Cluster betrachten die Umsetzung von Vorgaben des Netzbetreibers am Einfamilienhaus, während Cit-E-Life zusätzlich die Umsetzung in Mehrparteienhäusern und Harmon-E die Umsetzung am Industriestandort betrachtet. Der Use Case wird in Cit-E-Life, Harmon-E und Heav-E als kurative Maßnahme umgesetzt. Sun-E erprobt für den Use Case sowohl die präventive als auch die kurative Umsetzung. Während das Konzept von sun-E und Heav-E eine verpflichtende Teilnahme vorsieht, soll das Konzept in Harmon-E zunächst auf freiwilliger Basis fungieren. Die Entschädigung soll in zwei Clustern, wie derzeit im § 14a EnWG vorgesehen, über eine einheitliche Reduktion der Netznutzungsentgelte erfolgen. Heav-E dagegen sieht eine pauschale Vergütung für die Bereitstellung der Flexibilität vor.

Parameter	Cit-E-life	Sun-E	Harmon-E	Heav-E
 Umsetzungsort	Mehrfamilienhaus und Einfamilienhaus	Einfamilienhaus	Einfamilienhaus & Industriestandort	Einfamilienhaus
 Kurativ / präventiv	Kurativ	Präventiv, kurativ	Kurativ	Kurativ
 Beteiligung	Verpflichtend	Verpflichtend	Freiwillig (Zielbild: verpflichtend)	Verpflichtend
 Vergütung	keine	Reduzierte Netznutzungsentgelte	Reduzierte Netznutzungsentgelte	Pauschale Vergütung

Tabelle 1 Vergleich der Konzepte bezüglich konzeptueller Parameter

Bezüglich der technischen Umsetzung der Konzepte wird der Bedarf der Maßnahme durch den Netzbetreiber entweder basierend auf Prognosewerten (siehe sun-E) bzw. im kurativen Fall auf Basis von Messwerten ermittelt. Die Cluster Cit-E-Life und sun-E betrachten das Konzept nicht isoliert für steuerbare Verbraucher, sondern denken auch angebundene Erzeuger mit. Anstelle von einem max. Leistungswert wird hier ein Leistungsband übermittelt, innerhalb dessen die Verbraucher:innen und Erzeuger an diesem NAP betrieben werden dürfen.

Die Wirkkette des Signals unterscheidet sich zwischen den Clustern Cit-E-Life, sun-E und Harmon-E nicht. In allen drei Clustern geht die Vorgabe vom VNB an den NAP, wo ein SMGW das Signal entgegennimmt und an ein EMS weitergibt. Dieses kümmert sich um die Umsetzung der Vorgabe, in dem es alle Verbraucher:innen und Erzeuger so steuert, dass am NAP die Vorgabe des Netzbetreibers eingehalten wird. Entsprechend kommt in den drei Clustern ein iMSys zum Einsatz, wobei die Entwicklungsstufe 3 des Stufenmodells eingesetzt wird. Dabei erfolgt die Übermittlung in die Liegenschaft via CLS und die Übergabe an die Wallbox im EEBUS-Kommunikationsstandard. Im Cluster Harmon-E werden zudem verschiedene Kommunikationsprotokolle in Richtung der Wallbox erprobt: sowohl EEBUS, Modbus als auch OCPP.

Im Cluster Heav-E informiert der VNB im Falle eines Adhoc-Eingriffs die Nutzer:innen darüber in einer App. Die Übermittlung des Leistungslimits erfolgt durch das Backend des Netzbetreibers via OCPP direkt an die Ladesäule.

Ein großer Vorteil, der durch die digitale Infrastruktur ermöglicht wird ist, dass der Netzbetreiber eine Rückmeldung bezüglich der Umsetzung seiner Vorgabe erhalten kann. Dies kann als Statusmeldung (Cit-E-Life) oder in Form von Messwerten (sun-E, Harmon-E und Heav-E) erfolgen. Somit kann der Netzbetreiber nachvollziehen, ob die Vorgaben eingehalten werden.

Parameter	Cit-E-life	Sun-E	Harmon-E	Heav-E
Datengrundlage	Akute Netzüberlastung	Prognosewerte aus Netzleitstelle (24h)	Netzüberwachung des VNBs	Netzüberwachung des VNBs
Einspeisung / Verbrauch / beides	Beides	Beides	Beides	Verbrauch
Wirkkette	VNB - NAP- SMGW - EMS (Steuerbox-Funktion)	VNB - NAP – SMGW – EMS	VNB - NAP-SMGW-EMS	VNB - Wallbox
iMSys (ja/nein)	Ja	Ja	ja	Nein
Stufenmodell Stufe	3	3	3	-
Kommunikation VNB – Gegenstelle	CLS (IEC 61850)	CLS	CLS	OCPP
Kommunikation Gegenstelle – Wallbox	EEBUS	EEBUS	EEBUS, OCPP oder Modbus	
Rückmeldung von Gegenstelle	Statusrückmeldung & Min.-Werte (TAF 10) an VNB;	Viertelstundenwerte an VNB	Statusrückmeldung & Min.-Werte (TAF 10) an VNB; ergänzend Werte aus HEMS	Messung der Ladesäule an VNB

Tabelle 2 Vergleich der Konzepte bezüglich der technischen Umsetzung

Tabelle 3 zeigt die konkreten Weiterentwicklungen der Cluster gegenüber dem Status Quo sowie Mehrwerte der Konzepte auf. Cit-E-Life konnte bereits die Echtzeitübermittlung der Vorgabe demonstrieren. Weiterhin soll die Statusrückmeldung der Anlage an den Netzbetreiber umgesetzt werden. Diskutiert wird außerdem die Möglichkeit der Sichtbarmachung des Signalursprungs in der Liegenschaft, was insbesondere für die Nachweisführung von Netz- und Systemdienstleistungen relevant ist.

Sowohl in sun-E als auch in Harmon-E spielt der Einsatz von Netzzustandsdaten für die Ermittlung von kritischen Netzzuständen eine wichtige Rolle. Durch die erhöhte Sichtbarkeit der Netzzustände sollen so Leistungsbeschränkungen zielgenauer eingesetzt werden und besser planbar sein. In sun-E stellt außerdem die Ermittlung von präventiven Hüllkurven für die Liegenschaften eine Weiterentwicklung dar, wobei die zuverlässige Erhebung und Verarbeitung von Netzzustandsdaten dafür Voraussetzung ist. Untersucht werden soll die damit erhoffte Reduktion von ad-hoc-Eingriffen. In Harmon-E sollen zudem die Funktionalitäten des SMGWs weiterentwickelt werden, wobei unter anderem die lokale Bereitstellung von Messwerten eine wichtige Rolle spielt. Außerdem soll untersucht werden, inwiefern durch eine Potenzialabschätzung im HEMS auf Messkonzepte mit mehreren Zählern verzichtet werden kann. Weiterhin wird die Wirkkette hinsichtlich Sicherheit und Anfälligkeit gegenüber Cyber-Angriffen untersucht.

Das Cluster Heav-E untersucht neben der ad-hoc Leistungsreduzierung auch ein anreizbasiertes Konzept um insbesondere die Reaktion der Nutzer:innen auf Preissignale zu untersuchen. Damit wird neben dem Konzept einer möglichen Umsetzung des §14 a EnWG auch ein vorgelagerter Prozess zur Reduktion von ad-hoc-Maßnahmen untersucht. Mit den Erkenntnissen des Nutzer:innenverhaltens können diese Konzepte weiter ausgestaltet werden.

Cit-E-life	sun-E	Harmon-E	Heav-E
• Echtzeitübermittlung der Vorgabe im Labor gezeigt • Statusrückmeldung durch Anlage • Ursache von Signalen in der Liegenschaft sichtbar machen (Netzbetreiber-Signal, lokale Optimierung, ...)	• Netzdaten für Ermittlung von Engpass-Prognosen • Ermittlung von Hüllkurven für Liegenschaften • Verhinderung von AdHoc Eingriffen	• Lokale Messwertbereitstellung durch das SMGW • HEMS-Messwerte für flexible Verbraucher um Notwendigkeit mehrere Zähler abzuschätzen • Sicherheitsuntersuchung	• Zusätzliche Untersuchung eines anreizbasierten Konzepts zur Evaluation des Nutzer:innen Verhaltens

Tabelle 3 Vergleich der Konzepte bezüglich deren Mehrwert und Weiterentwicklungen ggü. dem Status Quo

Dieses Konzeptpapier zeigt Umsetzungsoptionen für die netzdienliche Steuerung von Ladevorgängen von Elektrofahrzeugen auf, die grundsätzlich mit dem Vorschlag der BNetzA aus dem Festlegungsentwurf zusammenpassen. Das unIT-e²-Konsortium beschäftigt sich intensiv mit den Fragestellungen für einen erfolgreichen Hochlauf der Elektromobilität, wobei attraktive Geschäftsmodelle mit den Anforderungen der Stromnetze in Einklang gebracht werden sollen. Neben der Ausgestaltung netzdienlichen Ladens werden auch Konzepte für marktbasierende Flexibilitätsbeschaffung diskutiert. Die Konzepte und Ergebnisse sollen kontinuierlich in die Branchen-Diskussion eingebracht werden.