



Bild: [www.ewz.ch](http://www.ewz.ch)

## **Auslegeordnung System- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen**

Endfassung, genehmigt durch die Innovationsgruppe Elektromobilität  
am 13. März 2025 in Bern

Bern, 20. April 2025

### Autoren/Verfasser

Jules Pikali, OekoWatt AG, Projektleitung  
Frank Schürch, energie-cluster.ch  
Sandro Schopfer, sun2wheel  
Olivier Stössel, VSE



## 1. Executive summary

Das Dokument gibt einen Überblick über die Möglichkeiten, Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge in der Schweiz system- und netzdienlich betreiben zu können. Es soll als Orientierungshilfe für Stakeholder dienen, insbesondere im Kontext der Dekarbonisierung des Fahrzeugparks und der dezentralen Stromerzeugung. Auch hat die Ausarbeitung zum Ziel, Begrifflichkeiten und Zusammenhänge verständlich zu erläutern und darzustellen. Die «Auslegeordnung System- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen» wurde durch die Innovationsgruppe Elektromobilität unter Leitung von Jules Pikali, OekoWatt AG und Frank Schürch, energie-cluster.ch, erarbeitet und am 13. März 2025 in Bern genehmigt. Die Erarbeitung wurde durch die Innovationsförderung des Bundesamtes für Energie mitfinanziert.

Basierend auf der Kapazität der Fahrzeugbatterien wird die Flexibilität abgeschätzt, die folgendermassen genutzt werden kann:

- › Lastoptimierung im Gebäude zur Steigerung des Eigenverbrauchs oder zur Reduktion der maximalen Leistung.
- › Nutzung im Quartier oder innerhalb einer lokalen Energiegemeinschaft (LEG).
- › Energiebeschaffung: Ausgleich von Lastspitzen und Preisschwankungen.
- › Regelenergie (Netzebene 1/2): Bereitstellung von kurzfristiger Energie für die Netzstabilität.

Für den system- und den netzdienlichen Betrieb müssen die Fahrzeuge «eingesteckt» sein und der Nutzer muss sein Mobilitätsbedürfnis deklarieren. Für die Steuerung müssen Ladezustand und Ladeort bekannt sein und die Ladeleistung muss gesteuert werden können. Die Nutzung der Flexibilität muss zudem vertraglich vereinbart werden. Auch mit einer monodirektionalen Aufladung ist ein netzdienlicher Betrieb möglich.

Für eine system- und netzdienliche Nutzung der Ladeinfrastruktur sind verschiedene Stakeholder einzubinden. Bei diesen handelt es sich neben dem Fahrzeugbesitzer und dem Besitzer der Ladestation um den Verteilnetzbetreiber, den Übertragungsnetzbetreiber, einen Aggregator, Fahrzeuglieferanten, allenfalls Flottenbetreiber, Gerätelieferanten, verschiedene Dienstleister sowie Lösungsanbieter. Die öffentliche Hand sorgt mit Regulatorien für Rahmenbedingungen, kann jedoch ebenfalls eine Vorbildrolle einnehmen oder die Entwicklung mit Förderung unterstützen.

### *Fazit*

System- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen besitzen grosses Potenzial zur Optimierung des Stromnetzes, der Netzstabilität sowie der Kosteneinsparung im Rahmen des Netzausbaus. Allerdings sind technische Standardisierung, regulatorische Anpassungen und wirtschaftliche Anreize erforderlich, um eine breite Umsetzung zu ermöglichen. Der künftige Einsatz der Ladeinfrastruktur als system- und netzdienliche Infrastruktur sollte politisch verankert werden. Folglich würde der Aufbau dieser Infrastruktur rascher vorankommen und wäre intelligent in die Sektorkopplung des künftigen Energiesystems

eingebettet. Die Politik und alle weiteren Stakeholder sind diesbezüglich jetzt gefordert.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Executive summary .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Zielsetzungen des Dokuments und Abgrenzung .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Innovationsgruppe Elektromobilität und Erstellung des Dokuments.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Begriff «System- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen» .....</b>	<b>10</b>
4.1 Flexibilität der Fahrzeugbatterie .....	10
4.2 System- und Netzdienlichkeit.....	11
<b>5. Möglichkeiten für die Nutzung der Flexibilität .....</b>	<b>12</b>
5.1 Leistungsbewirtschaftung im Gebäude .....	12
5.2 Zusammenschluss zum Eigenverbrauch und Lokale Elektrizitätsgemeinschaften.....	13
5.3 Leistungsbewirtschaftung Netzebene 6/7 .....	13
5.4 Energiebeschaffung durch den Energielieferanten/Stromhändler .....	14
5.5 Regelenergie (Netzebene 1) .....	14
<b>6. Bedingungen für den system- und netzdienlichen Betrieb der Fahrzeuge .....</b>	<b>15</b>
6.1 Typischer Aufbau der Ladesituation .....	15
6.2 Bedingungen für die Fahrzeugnutzenden.....	16
6.3 Bedingungen für die Fahrzeuge.....	17
6.4 Bedingungen für die Ladeinfrastruktur und Hausinstallation .....	18
6.5 Aufbau der übergeordneten Ladesteuerung .....	19
<b>7. Stakeholder.....</b>	<b>21</b>
7.1 Besizende/Betreibende der Ladestation.....	21
7.2 Fahrzeugbesitzende/-nutzende.....	21
7.3 Verteilnetzbetreiber (VNB) .....	22
7.4 Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB, Swissgrid) .....	23
7.5 Aggregator (Flexibilitätspooler) .....	23
7.6 Fahrzeuglieferanten/-hersteller .....	23
7.7 Flottenbetreiber.....	24
7.8 Gerätelieferanten .....	24
7.9 Dienstleister.....	25
7.10 EMP (Mobilitätsprovider) .....	25
7.11 Lösungsanbieter (Realisierung der Ladestruktur im Gebäude).....	25
7.12 Abrechnungsdienstleister und Betreiber für Ladestationen.....	25
7.13 Öffentliche Hand.....	26
<b>8. Plattform System- und Netzdienlichkeit.....</b>	<b>27</b>
<b>9. Beispiele .....</b>	<b>29</b>
9.1 V2G von Mobility.....	29

9.2	Bidirektionales AC-On-Board-Laden von Elektrorollern im Posteingang.....	29
<b>10.</b>	<b>Kommentare und Stellungnahme der beteiligten Partner.....</b>	<b>31</b>
<b>11.</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>33</b>

## 2. Zielsetzungen des Dokuments und Abgrenzung

Beim system- und netzdienlichen Betrieb von Ladeinfrastrukturen handelt es sich um eine Thematik, die eine Vielzahl von Stakeholdern betrifft. Mit der Dekarbonisierung des Fahrzeugparks und der zunehmenden dezentralen Stromerzeugung kommt der System- und Netzdienlichkeit der Ladeinfrastruktur eine Schlüsselfunktion für den wirtschaftlichen, sicheren Betrieb der schweizerischen Stromnetze zu. Gleichzeitig sind auf diesem Gebiet vielfältige Innovationen zu erwarten.

Die vorliegende Auslegeordnung soll den beteiligten Akteuren als Orientierungshilfe dienen. Auch für alle weiteren Zielgruppen soll das Dokument eine verständliche Einführung in die Thematik geben.

Folgende Aspekte werden dargestellt:

- › Möglichkeiten und Potentiale netzdienlicher Ladeinfrastrukturen im schweizerischen Stromnetz.
- › Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.
- › Übersicht der betroffenen Stakeholder.

Das Dokument erhebt keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit oder Vollständigkeit und ist ebenfalls nicht als Regelwerk gedacht.

### 3. Innovationsgruppe Elektromobilität und Erstellung des Dokuments

Die Innovationsgruppe Elektromobilität ist zusammengesetzt aus Vertretenden der Wirtschaft, Forschung (Fachhochschulen), Fachorganisationen und Verbänden sowie der öffentlichen Hand. Die Tätigkeit der Gruppe wird durch das Bundesamt für Energie (BFE) mitfinanziert. Für die Organisation ist der Verein energie-cluster.ch verantwortlich. Die inhaltliche Leitung liegt bei Jules Pikali, Dipl. Ing. ETH/SIA, OekoWatt AG, Luzern. Die an der Ausarbeitung beteiligten Mitglieder sind in Kapitel 11 gelistet.

Die vorliegende Auslegeordnung wurde durch den fachlichen Input der Mitglieder und den finanziellen Beitrag des Bundesamts für Energie ermöglicht. Ihnen gilt unser herzlicher Dank.

Für die Innovationsgruppe Elektromobilität markiert das netzdienliche Laden (im weiteren Sinn) von Elektrofahrzeugen das Hauptthema. Insbesondere im Zusammenspiel zwischen Fahrzeug und Netz ist ein hohes Mass an Innovationspotential vorhanden. Dies betrifft nicht nur die erforderlichen Ladeinfrastrukturen, sondern auch die Integration in das Gebäude und das Netz. Ebenso bestehen bei der Nutzung der Flexibilität der Fahrzeugbatterien Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle.

Obwohl in ersten Pilotprojekten gezeigt werden konnte, dass ein netzdienliches Laden möglich ist, liegt eine breite Umsetzung in der Praxis noch in weiter Ferne. Die Voraussetzungen, die in den Pilotprojekten geschaffen wurden, sind für eine breitere Anwendung noch nicht gegeben. Mit der Abstimmung zum Mantelerlass am 9. Juni 2024 wurden diesbezüglich erste rechtliche Grundlagen geschaffen; diese müssen nun jedoch erstmals umgesetzt werden. Weiterhin fehlen noch die entsprechenden Elektrofahrzeuge am Markt. Der Anteil vollelektrischer und bidirektionaler Elektrofahrzeuge nimmt in der Schweiz lediglich langsam zu. Dies sollte sich in den kommenden Jahren jedoch ändern; denn die Anzahl neuer Elektrofahrzeugmodelle, welche die Bedürfnisse der Mehrheit der Autolenkenden erfüllen, nimmt jährlich zu.

Auch wenn die Relevanz und das Interesse am Thema «Netzdienlichkeit» unbestritten ist, existiert diesbezüglich kein einheitliches Verständnis. Insbesondere zeigt sich, dass der Begriff breiter als aktuell verstanden und definiert werden muss. Das Ziel bleibt, die Flexibilität der Fahrzeuge im Stromnetz sinnvoll einzusetzen. Dies bedeutet einerseits, dass die Fahrzeugbatterie als Instrument für die Lastoptimierung im Gebäude genutzt wird. So können Spitzen am Hausanschluss vermieden und der Eigenverbrauch von dezentralen Stromerzeugungsanlagen signifikant erhöht werden.

Zudem sind v. a. in den Netzebenen 6 und 7 aufgrund der erforderlichen Leistungen der Ladeinfrastrukturen und der dezentralen Stromerzeugungsanlagen umfangreiche Verstärkungen erforderlich. Der netzdienliche Betrieb hat zum Ziel, diese Ausbauten zu minimieren oder zu vermeiden. Auch im Rahmen der Strombeschaffung kann mit der Aufladung von Elektroautobatterien eine Optimierung erzielt werden; so können Abweichungen vom prognostizierten Verbrauch korrigiert werden. Schliesslich können mit der Flexibilität der Fahrzeugbatterie Systemdienstleistungen (Netzebene 1 und 2) erbracht werden. Fehlender Strom kann demzufolge innerhalb kürzester Zeit von Elektrobatterien ins Netz fliessen und Engpässe schliessen. Auch kann kurzfristig Strom vom Netz in Batterien gespeichert werden, um es zu entlasten.

Diese Liste ist nicht als abgeschlossen zu betrachten, untermauert jedoch die Notwendigkeit eines gemeinsamen Verständnisses der Netzdienlichkeit aller Stakeholder. Es muss Einigkeit darüber bestehen, inwiefern eine Elektroautobatterie gebäude-, netz- und oder systemdienlich sein soll. Sobald diese Frage geklärt ist, können das System intelligent gestaltet und unnötiger Netzausbau vermieden werden.

Die vorliegende Auslegeordnung wurde durch die Innovationsgruppe Elektromobilität von energie-cluster.ch erarbeitet. Im Rahmen mehrerer Workshops wurde der Inhalt diskutiert und bereinigt. Weiterhin wurden Mitglieder der Roadmap Elektromobilität einbezogen und die Thematik in diesem Rahmen ebenfalls vertieft besprochen.

Das Urheberrecht für das Dokument liegt bei energie-cluster.ch. Es steht allen Mitgliedern der Innovationsgruppe zur Publikation sowie zur freien Verwendung zur Verfügung. Im Falle der Publikation von Teilen oder Auszügen wird um eine Quellenangabe gebeten.

Die Innovationsgruppe verfolgt das Ziel, die Auslegeordnung aktuell zu halten und regelmässig zu aktualisieren.

## 4. Begriff «System- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen»

### 4.1 Flexibilität der Fahrzeugbatterie

Fahrzeugbatterien besitzen eine grosse Speicherkapazität, die vom Fahrzeugbenutzenden im Alltag oftmals nicht vollständig benötigt wird (die Fahrzeugbatterie ist so bemessen, dass auch grössere Strecken bewältigt werden können; die durchschnittliche täglich zurückgelegte Strecke liegt bei 35 km/Tag und ist signifikant kürzer). Mittels der Bewirtschaftung (laden und allenfalls entladen) der Fahrzeugbatterien kann ihre Flexibilität genutzt werden, um sowohl die Stromversorgung (d. h. Netze und Stromerzeugung) als auch den Eigenverbrauch zu optimieren, ohne den Komfort der Nutzung einzuschränken.

Unter Beachtung dieser Flexibilität kann der Eigenverbrauchsanteil («gebäudedienlich») und somit auch der finanzielle Ertrag von Eigenstromerzeugungsanlagen erhöht werden. Die Flexibilität kann weiterhin dem Elektrizitätsnetz zur Verfügung gestellt werden, wo sie netz- oder systemdienlich verwendet werden kann.

Eine system- und netzdienliche Bewirtschaftung der Fahrzeugbatterien ist ebenfalls mit einer monodirektionalen Aufladung und bei Plug-in-Hybriden möglich. Durch eine bidirektionale Bewirtschaftung der Fahrzeugbatterien können die System- und Netzdienlichkeit jedoch gesteigert werden.

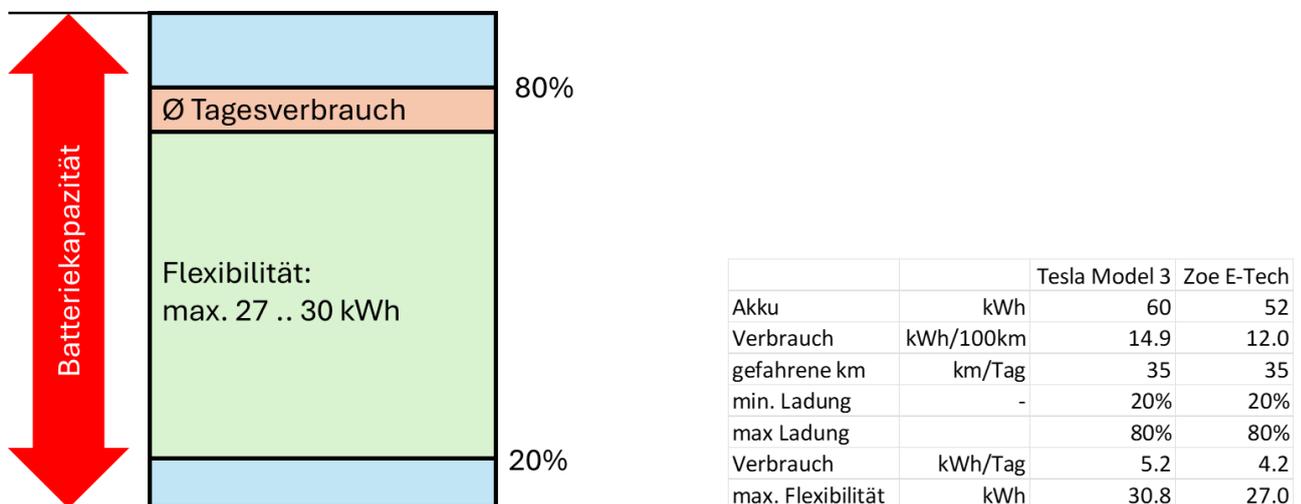


Bild 1: Verwendung der Batteriekapazität.

Bezüglich des bidirektionalen Ladens wird von Vehicle-to-Home (V2H) gesprochen, wenn die Fahrzeugbatterie für die Energieoptimierung des Gebäudes genutzt wird. Bei Vehicle-to-Grid (V2G) wird die Fahrzeugbatterie genutzt, um Energie in das Stromnetz zurückzuspeisen.

Idealerweise werden system- und netzdienliche Ladeinfrastrukturen an Standorten installiert, an denen die Fahrzeuge längere Standzeiten haben. Aufgrund dieser langen Standzeiten müssen die Fahrzeuge nicht konstant mit der maximalen Leistung geladen werden, um den gewünschten Ladestand zu erzielen. Aus dieser Sicht stehen Ladestationen

zu Hause oder am Arbeitsplatz im Vordergrund. Es handelt sich um AC-Ladepunkte mit einer Leistung von 11 oder 22 kW.

Ladestationen mit einer hohen Ladeleistung (50 kW bis über 200 kW) werden üblicherweise genutzt, wenn wenig Zeit für den Ladevorgang zur Verfügung steht. Ein netz- oder systemdienlicher Ladevorgang würde die Ladezeit verlängern, was bei Schnelladestationen (z. B. an einer Autobahnraststätte) nicht toleriert würde.

## 4.2 System- und Netzdienlichkeit

Mit der system- und netzdienlichen Nutzung der Batterieflexibilität werden die folgenden Primärziele verfolgt:

- › Generierung von zusätzlichen Einnahmen für Fahrzeughaltende durch Anbieten der Flexibilitätsdienstleistung.
- › Verteilnetzbetreiber können die zusätzliche Belastung des lokalen Verteilnetzes durch das intelligente Aufladen von elektrischen Fahrzeugen reduzieren. Dies kann den Ausbau des lokalen Verteilnetzes verzögern und Kosten für alle Stromverbrauchenden reduzieren.
- › Endverbraucher, Betreiber von PV-Anlagen, ZEVs, vZEVs und LEG können die dezentral erzeugte Energie, die zum Zeitpunkt der Erzeugung nicht benötigt wird, zeitversetzt nutzen.
- › Energielieferanten können mit der Bewirtschaftung der Fahrzeuge Abweichungen gegenüber dem Energieeinkauf ausgleichen und somit die Strompreise niedrig halten.
- › Swissgrid kann mit der Nutzung der Flexibilität als Regelenergie die Kosten für Systemdienstleistungen niedrig halten.

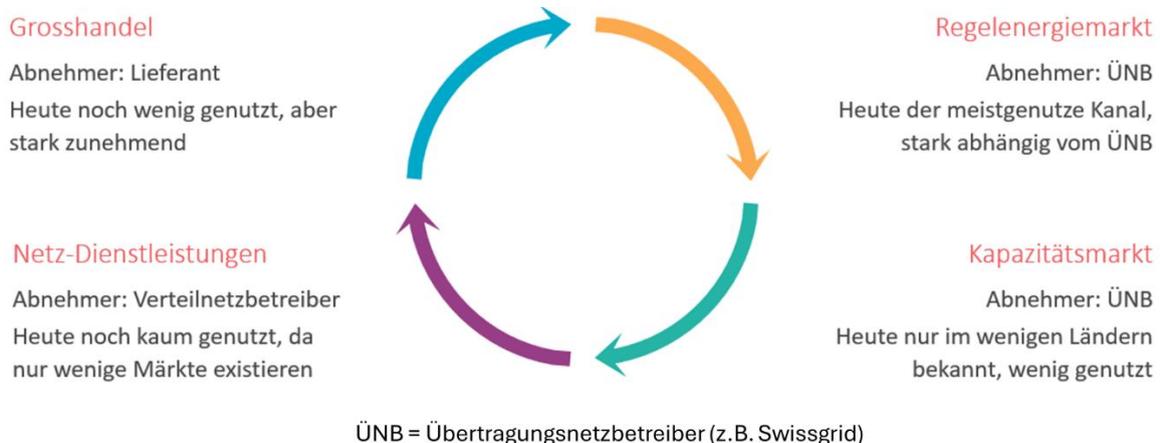


Bild 2: Nutzung der Flexibilität im Netz, Quelle tiko.

Der system- und netzdienliche Betrieb der Ladeinfrastrukturen kann so einen Betrag zur Effizienz des Energiesystems und der Netzstabilität leisten.

## 5. Möglichkeiten für die Nutzung der Flexibilität

Die Batterieflexibilität kann auf mehreren Ebenen genutzt werden (siehe auch Kapitel 3.2):

- › Nutzung im Gebäude.
- › Nutzung im Quartier (Netzebene 6/7).
- › Nutzung bei der Energiebeschaffung.
- › Nutzung als Regelenergie.

Zu welchem Zweck sie genutzt wird, wird durch den wirtschaftlichen, resp. finanziellen Nutzen bestimmt. Die verschiedenen Interessenten (siehe Kapitel 4.2) werden unterschiedliche Angebote unterbreiten, die den jeweiligen Nutzen widerspiegeln. Mit einem geeigneten Energiemanagementsystem (EMS) kann die Flexibilität gesteuert und für die entsprechenden Käufer bereitgestellt werden.

### 5.1 Leistungsbewirtschaftung im Gebäude

Der maximale Bezug der elektrischen Leistung ist durch die bestellte Anschlussleistung des Hausanschlusskastens (HAK) vorgegeben. Diese Leistung kann aufgrund der eingebauten Sicherung nicht überschritten werden und gewährleistet gleichzeitig, dass die Anschlussleitung und Netzinfrastruktur nicht überlastet werden.

Um für die Fahrzeuge eine höhere Ladeleistung zu erzielen, ist es grundsätzlich möglich, die Anschlussleistung zu erhöhen. Wenn die Zuleitung zum Gebäude und das vorgelagerte Netz dies zulassen, kann eine zusätzliche Leistung ohne eine physikalische Verstärkung eingekauft werden. Werden viele Ladestationen installiert, muss jedoch die lokale Netzinfrastruktur verstärkt werden. Durch die langen Bewilligungsverfahren, fehlenden Fachkräfte und langen Lieferfristen für Transformatoren kann dies zu Verzögerungen beim Leistungsausbau führen. Die Begrenzung der Leistung mittels eines Lastmanagements ist daher eine kostengünstige und effiziente Lösung, die keine Komforteinbusse für die Fahrzeugnutzenden nach sich zieht. Zudem können der Netzausbau und die Verzögerungen beim Anschluss neuer Ladestationen reduziert werden.

Das Lastmanagement ist im SIA-Merkblatt 2060 und im VSE-Handbuch Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität dargestellt. Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten des Lastmanagements unterschieden:

- › *Statisches Lastmanagement:*  
Für die Fahrzeuge ist eine fest definierte Leistung reserviert, die nicht überschritten werden darf.
- › *Dynamisches Lastmanagement:*  
Basierend auf der Messung der Gesamtleistung am Hausanschluss wird sichergestellt, dass der für ihn zulässige Wert nicht überschritten wird. Auf diese Weise steht eine höhere Ladeleistung zur Verfügung, wenn nur wenige Fahrzeuge geladen werden, keine

Wärmepumpe läuft oder die lokale Photovoltaikanlage Energie produziert.

Das Lastmanagement stellt die einfachste Form eines Energiemanagementsystems (EMS) dar. Mittels eines EMS kann ebenfalls die Optimierung der Eigenstromerzeugung (PV-Anlage), Wärmeerzeugung und Peak-Shaving vorgenommen werden. Ein solches EMS wird zukünftig in jedem Gebäude und bei jedem Ladepark installiert werden. Eine Leistungsbewirtschaftung kann darüber hinaus auf ein Areal mit mehreren Bauten ausgeweitet werden.

## 5.2 Zusammenschluss zum Eigenverbrauch und Lokale Elektritätsgemeinschaften

Der Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV und vZEV) und lokale Elektritätsgemeinschaften (LEG) haben zum Zweck, die erzeugte Elektrität innerhalb einer Nutzergruppe zu verwenden und so den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen. So kann der Ertrag der selbst erzeugten Energie erhöht werden. Der Rahmen für den ZEV und die LEG ist im StromVG festgelegt.

- › *Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV):*  
Mehrere Messstellen innerhalb eines Gebäudes oder von benachbarten Gebäuden werden hinter einem gemeinsamen Messpunkt zusammengefasst. Die Abrechnung und Messung des Verbrauchs erfolgen durch die Gruppe selbst.
- › *Virtueller Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (vZEV):*  
Der Zusammenschluss der Messstellen unterhalb derselben Verteilkabine erfolgt gegenüber dem ZEV nur rechnerisch mit Hilfe von Smart-Metern. Die Messung und Abrechnung des Verbrauches erfolgt durch den Stromversorger, wofür dieser entschädigt werden muss.
- › *Lokale Elektritätsgemeinschaft (LEG):*  
Innerhalb einer Gemeinde kann die Eigenstromproduktion über eine LEG verkauft werden. Für die Abrechnung und die Nutzung des Netzes muss der Stromversorger entschädigt werden.

Der wirtschaftliche Nutzen einer ZEV, vZEV oder einer LEG ist insbesondere dann von Interesse, wenn Flexibilitäten genutzt werden können. Die Elektrität soll dabei zum Zeitpunkt abgenommen werden, zu dem sie erzeugt wird.

## 5.3 Leistungsbewirtschaftung Netzebene 6/7

Die Umsetzung eines Lastmanagement auf Quartierebene ist durch eine lokale Energiegemeinschaft (LEG) möglich. Auch der VNB kann beim Einkauf der Flexibilität das Verteilnetz auf Quartierebene optimieren oder mit dynamischen Netztarifen eine lokale Energienutzungsoptimierung schaffen.

## 5.4 Energiebeschaffung durch den Energielieferanten/Stromhändler

Energie wird auf dem Energiemarkt nach einem Profil (d. h. einem Prognosewert pro 15 Minuten) verkauft. Auch das EVU muss bei der Beschaffung von Energie für die Endverbraucher ein solches Profil festlegen. Bei Abweichungen vom Profil wird teure Ausgleichsenergie eingesetzt, um die Differenz zu kompensieren. Durch gezielte Auf-/Entladung von Fahrzeugbatterien können die Kosten für Ausgleichsenergie und somit die Energiekosten für alle Kunden vom EVU reduziert werden.

Die Preise für Ausgleichsenergie sind an die Börsenpreise gekoppelt. Sie liegen je nach Nachfragesituation und Wetter (Wind, Sonne) im dreistelligen Bereich (EUR/MWh), können jedoch ebenfalls negative Werte annehmen.

## 5.5 Regelenergie (Netzebene 1)

Regelenergie wird genutzt, um kurzfristige Ungleichgewichte zwischen Erzeugung und Verbrauch auszugleichen und damit die Netzfrequenz zu halten. Der Preis für die Regelenergie wird auf einem speziellen Markt ausgeschrieben, auf die Anbieter Gebote abgeben können. Anbieter sind Kraftwerksbetreiber und Flexibilitätspooler; sie erhalten eine Vergütung für die Reservation von Regelleistung und eine zusätzliche Vergütung, wenn die Energie tatsächlich abgerufen wird.

Es existieren drei Arten von Regelenergie:

- › Primärregelleistung (PRL): wird innerhalb von Sekunden aktiviert.
- › Sekundärregelleistung (SRL): wird innerhalb von Minuten aktiviert.
- › Tertiärregelleistung (TRL): wird innerhalb von 15 Minuten aktiviert.

Die Kapazität einer einzelner Fahrzeugbatterie ist nicht ausreichend, um auf dem Markt ein Angebot einreichen zu können. Flexibilitätspoolern kommt daher die Aufgabe zu, die entsprechenden Endverbraucher zu bündeln. Mit einer übergeordneten Steuerung müssen sie in der Lage sein, die angebotene Leistung bereitzustellen. Flexibilitätspooler müssen gegenüber dem ÜNB nachweisen, dass sie dazu in der Lage ist.

## 6. Bedingungen für den system- und netzdienlichen Betrieb der Fahrzeuge

### 6.1 Typischer Aufbau der Ladesituation

Gebäude und Netz sind über einen Hausanschlusskasten (HAK) verbunden. Mit den Sicherungen im HAK wird gewährleistet, dass die maximale Anschlussleistung nicht überschritten und das vorgelagerte Netz nicht überlastet werden.

Neben den Fahrzeugen, die ge- oder entladen werden können, können im Gebäude weitere Verbrauchende, die zum Teil auch steuerbar sind, Eigenstromerzeugungsanlagen und stationäre Speicher, vorhanden sein.

Die Prosumer können einen Endverbraucher oder einen ZEV, einen virtuellen ZEV oder eine LEG umfassen. Auf einer Website, die durch Swissolar, EnergieSchweiz und VSE bereitgestellt wird, finden sich weitergehende Informationen ([www.lokalerstrom.ch](http://www.lokalerstrom.ch)).

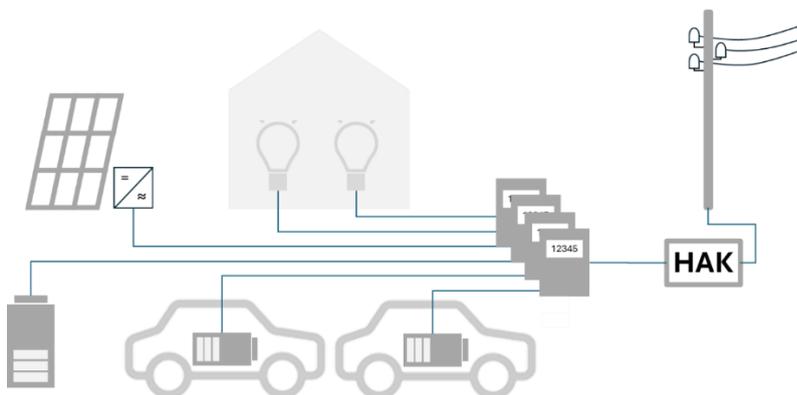


Bild 3: Typischer Aufbau der Ladesituation im Gebäude.

Für die Steuerung der Aufladung ist, sobald mehrere Fahrzeuge vorhanden sind, ein Lastmanagement vorgesehen. Mit einem Energiemanagementsystem (EMS) wird eine optimale Nutzung der Eigenstromerzeugung, der Aufladung und der stationären Speicherung angestrebt. Mit diesem können ebenfalls die bezogene elektrische Leistung beeinflusst oder Anforderungen aus dem Netz bearbeitet werden.

Die primäre Aufgabe des Lastmanagements/EMS ist, dass die maximal zulässige Bezugsleistung nicht überschritten wird. Daneben kann es weiterhin tarifliche Anreize nutzen oder Vorgaben einer übergeordneten Steuerung berücksichtigen. Durch ein geeignetes EMS wird der system- und netzdienliche Betrieb ermöglicht.

Damit die Ladeinfrastruktur system- und netzdienlich erfolgen kann, sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- › Bedingungen für die Fahrzeugnutzenden.
- › Bedingungen des Fahrzeugs.

- › Bedingungen der Hausinstallation.

## 6.2 Bedingungen für die Fahrzeugnutzenden

Der system- und netzdienliche Betrieb bedingt die Bereitschaft der Fahrzeugnutzenden, ihr Steckerfahrzeug entsprechend zu betreiben:

- › *Fahrzeug muss ‹eingesteckt› sein*  
Damit der Ladevorgang zeitlich optimiert werden kann, muss das Fahrzeug während der Standzeit immer mit der Ladestation verbunden sein. Mit einer induktiven Ladestation wäre diese Anforderung in Zukunft von selbst erfüllt.
- › *Nutzende müssen ihr Mobilitätsbedürfnis deklarieren*  
Die Flexibilität bei der Bewirtschaftung hängt davon ab, wann der Fahrzeugnutzende sein Fahrzeug erneut benötigt und welche Distanz bis zum nächsten Ladevorgang zurückgelegt werden soll. Bei Abfahrt muss die Batterie die entsprechende Minimalladung aufweisen. Im Alltag kann dies auf Grundlage einfacher Regeln (z. B. 60 % Ladestand Montag bis Freitag um sieben Uhr) umgesetzt werden.
- › *Datenschutz*  
Der Fahrzeugnutzende muss sich einverstanden erklären, dass die für die Bewirtschaftung notwendigen Informationen genutzt werden dürfen. Zusätzlich zum Datenschutz ist eine hohe Cyber-Security sicherzustellen, da die Fahrzeuge Teil des Netzbetriebes werden.

Die genannten Anforderungen müssen mit finanziellen Anreizen beworben werden, die Nutzende für ihr flexibles Verhalten (und die Nutzung der Fahrzeugbatterie) vergütet. Es ist davon auszugehen, dass Dienstleister verschiedene Modelle verfolgen werden (z. B. opt-in vs. opt-out), welche die Anpassung des Ladeprozesses unterschiedlich incentivieren.

Die Flexibilität des Fahrzeugs kann an mehreren Standorten genutzt werden (bspw. Hauptwohnung/Arbeitsplatz). Der Fahrzeughaltende ist dabei nicht zwingend im Besitz der Infrastruktur am Ladepunkt.

Da der Fahrzeugnutzende dem Verteilnetzbetreiber oder Energieversorger nicht bekannt ist (z. B. Besucher, Touristen), muss der Besitzende der Ladestation dem Verteilnetzbetreiber oder Energieversorger die Flexibilität anbieten. Das Fahrzeug an der Ladestation kann ebenfalls Kunden (z. B. in einem Skigebiet) oder Besuchenden gehören.

Für Swissgrid spielt es keine Rolle, wo exakt das Fahrzeug steht, solange es in der Schweiz ist. Daher können Fahrzeughaltende Systemdienstleistungen (SDL) auch direkt (ohne den Ladestationsbetreiber) anbieten.

Für die Verwendung der Flexibilität muss mit Fahrzeugbenutzenden oder Besitzenden der Ladestation ein Vertrag abgeschlossen werden. Es ist zu beachten, dass die Flexibilität nicht mehrfach verkauft werden kann.

### 6.3 Bedingungen für die Fahrzeuge

Für den system- und netzdienlichen Betrieb müssen die Fahrzeuge folgende Grundvoraussetzungen erfüllen:

- › *Ladezustand und -ort*  
Der Standort und der Ladezustand des Fahrzeugs müssen für die Bewirtschaftung bekannt sein. Des Weiteren sind Zusatzinformationen, wie der Ladezustand der Batterie, die Einschränkungen der Bewirtschaftung zur Folge haben, erforderlich.
- › *Variable Ladeleistung*  
Das Fahrzeug muss eine variable Ladeleistung zulassen; die Ladung kann auch während einer längeren Zeit unterbrochen werden.
- › *Steuerung der Ladeleistung*  
Auch das Fahrzeug ist in der Lage, die Ladeleistung zu steuern. Diese ist in der Regel dem Lastmanagement oder dem Energiemanagementsystem untergeordnet. Fahrzeugnutzende legen meist in der App des Fahrzeuges fest, welcher Ladezustand und Ladezeitpunkt erreicht werden soll. Damit eine system- und netzdienliche Aufladung erfolgen kann, muss die entsprechende Steuerung über eine andere App festgelegt werden.
- › *Bidirektionalität*  
Für die Bidirektionalität bestehen zwei Möglichkeiten:
  - BiDi DC: Die Wallbox enthält einen Wechselrichter und lädt/entlädt das Auto mit Gleichstrom. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Wallboxen preisintensiver.
  - BiDi AC (onboard): Die Wallbox muss die Kommunikation sicherstellen, das Ladegerät im Auto muss die BiDi-Funktionalität sicherstellen. Dies ist aktuell kaum verbreitet und teuer.

Auch mit einer monodirektionalen Aufladung ist ein netzdienlicher Betrieb möglich. In der Praxis muss eine Kombination von monodirektionalen und bidirektionalen Fahrzeugen möglich sein.

Der Fahrzeuglieferant hat eine Schlüsselfunktion inne, da er für Fahrzeugkaufende den Erstkontakt darstellt und mit dem Verkauf Zusatzleistungen mitliefern kann.

Im Jahr 2023 wurde eine Umsetzung der ISO 15118-20 für Vehicle-to-X verabschiedet. Es handelt sich um ein universelles Anwendungsprotokoll, das die Kommunikation zwischen Ladestationen für Elektrofahrzeuge und einem zentralen Managementsystem standardisiert. Diese Standards finden jedoch nur langsam den Weg in die Fahrzeuge. Weiterhin werden die Standards von diversen Herstellern unterschiedlich interpretiert, sodass noch weiterer Koordinationsbedarf zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastrukturhersteller besteht. Dies wird in der Task53 der International Energy Agency (IEA) behandelt.

## 6.4 Bedingungen für die Ladeinfrastruktur und Hausinstallation

Die Ladeinfrastruktur muss für einen system- und netzdienlichen Betrieb die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- › *Lastmanagement/Energiemanagementsystem*  
Neben dem Lastmanagement muss das Energiemanagementsystem in der Lage sein, die Anforderungen aus dem Netz oder tarifliche Anreize zu verarbeiten.
- › *Integration eigener Stromerzeugung*  
Fahrzeugnutzende, die am Standort über eine eigene Produktionsanlage verfügen, müssen Netzdienlichkeit und Eigenstromerzeugung abstimmen.
- › *Individuelle Ansteuerung der Fahrzeuge*  
Das Lastmanagement, das mehrere Ladepunkte bewirtschaftet, muss berücksichtigen, dass nicht alle angeschlossenen Fahrzeuge einen system- und netzdienlichen Betrieb zulassen.
- › *Flexible Verrechnung der Energielieferung*  
Die Anreize für die Bereitstellung der Flexibilität bzw. aus der Nutzung müssen in der Abrechnung an Fahrzeugnutzende berücksichtigt werden. Energielieferung, Netznutzung und Nutzung der Flexibilität basieren je nach Situation auf unterschiedlichen Verträgen und werden getrennt verrechnet bzw. vergütet.
- › *Bidirektionalität*  
Ohne ein onboard AC-V2X sind bidirektionale DC-Ladestationen erforderlich. Bidirektionale Fahrzeuge können dabei ein höheres Mass an Flexibilität einsetzen als monodirektionale Fahrzeuge.

## 6.5 Aufbau der übergeordneten Ladesteuerung

Die übergeordnete Ladesteuerung hat zum Zweck, den system- und netzdienlichen Betrieb zu ermöglichen. Sie umfasst die folgenden Funktionen:

- › Erfassung der Mobilitätsbedürfnisse der Fahrzeugnutzenden
- › Ermittlung der idealen Ladeleistung  
Aus den Anforderungen des Netzes und des Gebäudes ist die für die Aufladung zur Verfügung stehende Leistung oder Rückspeisung zu ermitteln.
- › Anreize für den Hausanschluss dynamisch ermitteln  
Die entsprechende Ladeleistung wird am Hausanschluss durch das EMS/Lastmanagementsystem ermittelt.
- › Dynamische Tarife  
Die Tarife müssen eingelesen und verarbeitet werden können.
- › Steuersignale  
Die Ladesteuerung muss Steuersignale einlesen und verarbeiten können.

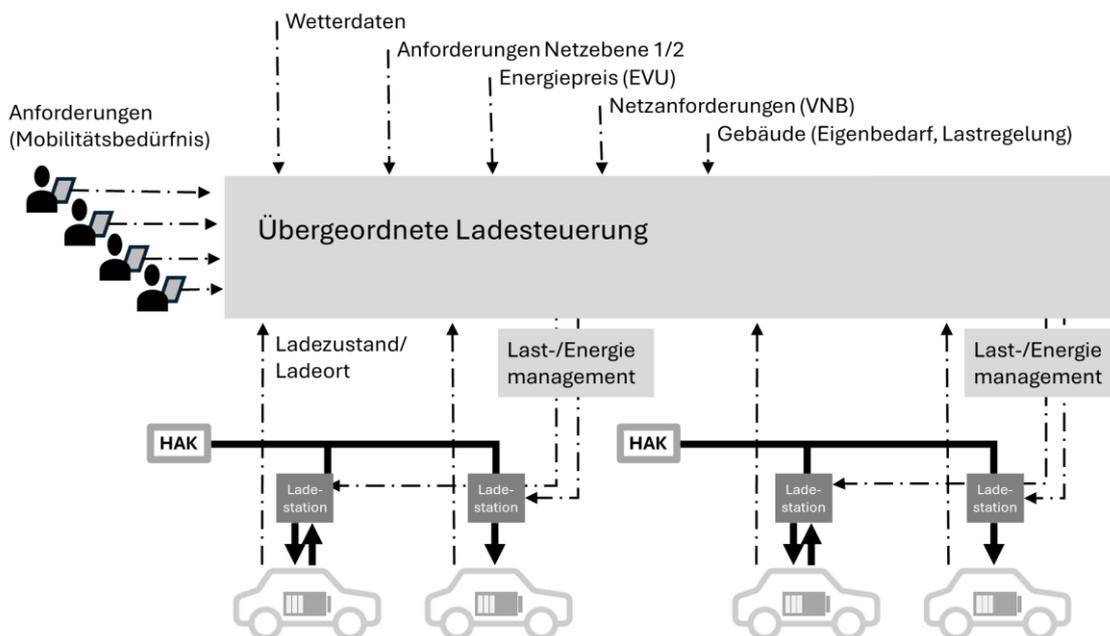


Bild 4: Aufbau der übergeordneten Ladesteuerung.

Die übergeordnete Ladesteuerung kann mehrere Bauten ansteuern. Je nach Gebäude erfolgt die Ansteuerung nicht direkt, sondern über ein Lastmanagement/EMS, das die konkrete Steuerung der Fahrzeuge übernimmt. Das EMS kann lokal, über die Cloud oder hybrid interagieren. Anreize (tariflich oder in Form von konkreten Signalen) sollten über ein standardisiertes Protokoll erfolgen; bis anhin haben sich noch keine Standards durchgesetzt.

Für das Management der Netzebenen 1/2 verfügt Swisgrid über eine übergeordnete Steuerung. Wenn Systemdienstleistungen zur Verfügung gestellt werden, muss die

Ladesteuerung die entsprechenden Anforderungen verarbeiten.

## 7. Stakeholder

### 7.1 Besitzende/Betreibende der Ladestation

Der Verteilnetzbetreiber und das EVU müssen das Netz resp. den Energieabsatz in ihrem Netzgebiet optimieren. Wird ein Fahrzeug nicht im Netzgebiet geladen, wird es für diese Akteure uninteressant. Sie werden die Verträge zur Nutzung der Flexibilität daher mit dem Anschlussnehmenden (d. h. Besitzenden oder Betreibenden der Ladestation) abschliessen. Die Steuersignale für den Ladevorgang werden an das EMS (oder direkt die Wallbox) der Anschlussnehmenden geschickt.

### 7.2 Fahrzeugbesitzende/-nutzende

Voraussetzung für system- und netzdienliches Laden ist, dass Fahrzeugbesitzende die Flexibilität zur Verfügung stellen. Dazu muss das Fahrzeug zu jedem Zeitpunkt eingesteckt sein; diesbezüglich müssen Kunden eine finanzielle Entschädigung erhalten und es muss sichergestellt werden, dass ihre Mobilitätsbedürfnisse nicht eingeschränkt werden.

Fahrzeugbesitzende haben zudem die Wahl, die Flexibilität hausintern zu nutzen oder extern abzugeben. Da für die Aufladung ohnehin ein entsprechendes EMS erforderlich ist, enthält es einen vorgegebenen Steuerungsmechanismus für die Verwendung der Flexibilität.

Damit das EMS die Flexibilität korrekt einsetzen kann, muss der Kunde (täglich) das Mobilitätsbedürfnis für den kommenden Tag definieren. Dies kann ebenfalls vereinfacht mit einer «Opt-Out-Funktion» erfolgen. Solange der Kunde die Funktion nicht aktiviert, steht für den Folgetag eine Ladung für die übliche Fahrdistanz plus Reserve zur Verfügung. Sobald Opt-Out aktiviert wird, wird die Batterie voll aufgeladen.

Eine zentrale Frage ist, wie hoch der finanzielle Anreiz sein muss, damit der Kunde bereit ist, die erforderliche Verhaltensänderung in Kauf zu nehmen. Diese Frage kann abschliessend nur durch den Markt beantwortet werden. Eine Abschätzung wurde mittels einer Aufladung ab der gebäudeeigenen PV-Anlage vorgenommen; diese ergibt eine Einsparung von ca. 250 Fr./a der Stromkosten.

	Ladung ab Netz	Ladung ab PV (60%)
Fahrstrecke	35 km/Tag	
Verbrauch	0.2 kWh/km	
Jahresverbrauch	2520 kWh/a	
Strompreis	30 Rp./kWh	15 Rp./kWh
Stromkosten	756 Fr./a	529.2 Fr./a

Nebst dem finanziellen Anreiz spielen weitere Kriterien eine Rolle. Diese sind bspw. die Kundenbetreuung und die Kundefreundlichkeit der Bedienapp.

Die Steuersignale für SDL können ebenfalls, z. B. über die Cloud des Fahrzeugherstellers, direkt an das Fahrzeug gesendet werden. Solange das Fahrzeug an einer Ladestation in der Schweiz lädt, spielt es keine Rolle, bei welchem Verteilnetzbetreiber oder EVU es angeschlossen ist.

### 7.3 Verteilnetzbetreiber (VNB)

Die Rolle der VNB ist gesetzlich durch das Stromversorgungsgesetz (StromVG) und die Stromversorgungsverordnung (StromVV) vorgegeben. Sie regeln die technischen Aufgaben und definieren die Abgeltung der Netznutzung. Die Tätigkeit der Netzbetreiber wird durch die ElCom überwacht, der Handlungsspiel der VNB ist aus diesem Grund begrenzt. Basierend auf der StromVV müssen Kunden für die Nutzung der Flexibilität ihr Einverständnis geben.

Höchste Priorität der VNB kommt dem sicheren Netzbetrieb zu. Mit steuerbaren Verbrauchern kann im Notfall ein ausschlaggebender Beitrag geleistet werden.

Die heutige Nutzung der Flexibilität erfolgt noch durch eine Rundsteuerung (Sperrung der Wärmepumpe). In Zukunft sollen nicht mehr einzelne Geräte, sondern der Leistungsbezug des Hausanschlusses als Ganzes gesteuert werden. Dies bedingt, dass im Gebäude ein Energiemanagementsystem installiert ist, das zum VNB über eine Kommunikationsschnittstelle verfügt.

Die VNB sind im Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) organisiert. Die technischen Aspekte für den Anschluss Endverbrauchenden/Strombeziehenden sind in Werkvorschriften festgelegt, für die der VSE die erforderlichen Grundlagen erarbeitet hat und die durch die Netzbetreiber herausgegeben werden.

Der Bau von Solaranlagen und der Einbau von Ladeinfrastrukturen sowie elektrischen Wärmepumpen zwingen die VNB zu Kapazitätsverstärkungen, insbesondere in den Netzebenen 6 und 7. Der Einbau von zusätzlichen Trafostationen ist komplex (Verfügbarkeit von Raum, Bewilligungsverfahren etc.) und bedingt einen hohen Zeitaufwand. In einzelnen Regionen hat dies zur Folge, dass der Anschluss einer PV-Anlage oder einer Ladestation nur mit längerer Wartezeit möglich ist. Durch eine intelligente Bewirtschaftung der Ladeinfrastruktur kann der Ausbaubedarf gesenkt werden.

Dank regulatorischen Anpassungen sind ab 2026 ebenfalls dynamische Netznutzungstarife möglich. Einzelne VNB haben bereits entsprechende Produkte entwickelt, um das intelligente Laden mit speziellen Tarifen zu unterstützen. Als Beispiele sind zu nennen:

- › Wahltarif «Primeo NetzAktiv».
- › Tarif Vario, group E.
- › Leistungspreise CKW für kleine Kunden ab 2025.

Da diese Tarife erst kurzzeitig existieren, wurden sie bisher durch wenige Endverbraucher gewählt.

## 7.4 Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB, Swissgrid)

Der Anteil der Energiemenge, die witterungsabhängig zur Verfügung steht, hat stark an Bedeutung gewonnen. Des Weiteren ist weniger rotierende Energieerzeugung vorhanden, da fossile Kraftwerke stillgelegt werden. Aus diesem Grund ist zusätzliche Regelenergie gefragt. Zudem möchte Swissgrid mehr Anbieter motivieren, an den SDL-Ausschreibungen zu partizipieren, um die Preise zu senken.

## 7.5 Aggregator (Flexibilitätspooler)

Die Mindestleistung, um Flexibilität für das Übertragungsnetz anzubieten, liegt bei 1 MW. Dies entspricht der Ladeleistung von etwa 100 Elektrofahrzeugen. Das Pooling der Flexibilität ist die Aufgabe des Aggregators. Neben diversen Startups (z. B. Tiko, VGT) sind ebenfalls verschiedene Elektrizitätsversorger (z. B. BKW, CKW) als Aggregatoren aktiv.

## 7.6 Fahrzeuglieferanten/-hersteller

Der system- und netzdienliche Betrieb stellt zusätzliche Anforderungen an die Hersteller der Fahrzeuge:

- › *Nationale Vorgaben*  
Gegenüber dem Fahrzeugmarkt, der primär global ausgerichtet ist, markiert die Elektrizitätsversorgung einen nationalen oder europäischen Aufgabenbereich.
- › *Längere Betriebszeiten*  
Bei einer typischen Lebensdauer für einen Personenwagen von ca. 200'000 km und zwölf Jahren ergibt sich eine Betriebszeit von lediglich etwa 250 h/a. Wenn die Flexibilität der Fahrzeugbatterie während des gesamten Jahres genutzt werden soll, kann die Nutzungsdauer pro Jahr bis zu 8000 h betragen.
- › *Wirkungsgrad der Aufladung*  
Der Wirkungsgrad bei der Auf- und Entladung liegt zwischen 85 und 95 % und hängt stark von der Lade- und Entladeleistung ab. Ebenfalls berücksichtigt werden muss der Standby-Verbrauch, wenn die Batterie in Bereitschaft steht, um Regelenergie zu liefern oder zu beziehen. Ein typischer Wert für den Standby (Bereitschaftsmodus) liegt bei 300 W.
- › *Lebensdauer*  
Die Ladezyklen haben ebenfalls einen Einfluss auf die Lebensdauer der Batterien. Die Wissenschaft hat jedoch klare Ergebnisse erarbeitet, um die Batterien so schonend wie möglich zu bewirtschaften. Diese Problematik ist als gelöst zu betrachten.

Es existieren wenige Fahrzeugtypen, die einen bidirektionalen Betrieb der Ladeinfrastrukturen zulassen. Im Oktober 2024 war dies lediglich ein Fahrzeug (Nissan Leaf).

Mehrere Anbieter haben angekündigt, diese Funktion in ihren Fahrzeugen umzusetzen:

- › Hyundai Ioniq 5 (Vehicle-to-Load-Betrieb von Geräten 3,6 kW, V2G angekündigt).
- › Kia EV6 (Vehicle-to-Load-Betrieb von Geräten 3,6 kW, V2G angekündigt).
- › BMW i4 und iX (V2G angekündigt).
- › Volkswagen ID-Familie (V2H und V2G angekündigt) mit Swv. 3,5 und Batterie 77 kWh.
- › Audi (V2G geplant).
- › Lucid Air (V2H und V2G angekündigt).

Je nach Fahrzeugmarke wird die Schweiz über einen Generalimporteur (bspw. Amag mit VW) oder direkt durch den Hersteller (bspw. Tesla) beliefert. Neben dem eigentlichen Geschäft mit dem Fahrzeug (Verkauf und Serviceleistungen) findet das Energiegeschäft zunehmend das Interesse der Fahrzeughersteller.

Gründe für das Zusatzgeschäft sind einerseits die Potentiale der Tätigkeit, um den signifikant geringeren Serviceaufwand von Elektrofahrzeugen zu kompensieren, jedoch ebenfalls das Kundenverhalten. So sind Besizende von Elektrofahrzeugen erheblich mehr an einer PV-Anlage interessiert. Der Verkauf von Elektrofahrzeug, PV-Anlage und dem dazugehörigen Energiemanagementsystem stehen miteinander in logischer Kombination.

## 7.7 Flottenbetreiber

Flottenbetreiber besitzen eine umfangreiche Informationslage der Nutzung ihres Fahrzeugparks, da sie in der Regel über eine fixe Nutzung oder ein Reservationssystem verfügen. Die Fahrzeuge sind zudem in der Hand einer einzigen Organisation; dies ermöglicht es, die Flexibilität mit wenig Aufwand zu bündeln.

In diesem Sinn können ebenfalls Mobilitätsanbieter (z. B. Mobility) und Anbieter von Mietfahrzeugen ebenfalls als Flottenbetreiber angesehen werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung der Batterie von ungenutzten Fahrzeugen (Autohandel).

Auch LKWs (in vielen Fällen Teil einer Flotte) sind geeignet für eine system- und netzdienliche Aufladung. Dies hängt jedoch von den Fahrzeugen und der Ladesituation ab. Je nach Netzanschluss kann der gesamte Fuhrpark knapp über Nacht geladen werden. Auch die gesetzlich vorgeschriebenen Ruhepausen werden zukünftig vermutlich vollständig zum Laden genutzt werden.

## 7.8 Gerätelieferanten

Die Ladestationen sind ein zentrales Steuerungselement für eine intelligente Aufladung; sie müssen die Anweisungen des EMS umsetzen. Das Lastmanagement bedingt heute meist, dass alle Ladestationen vom selben Lieferanten beschafft werden. Grundsätzlich sollte mit OCPP Version 2.0.1 in Zukunft möglich sein, verschiedene Ladestationen zu kombinieren, so dass ebenfalls die Steuerung und Auslesung für die Verrechnung uneingeschränkt möglich sind.

Für den bidirektionalen Betrieb der Ladeinfrastrukturen (Ausnahme onboard-V2X) sind bidirektionale DC-Ladestationen erforderlich. Da die Auf- und Entladung über DC erfolgt, enthalten diese einen Gleich- und Wechselrichter, was erheblich höhere Kosten zur Folge hat (über 8'000.- CHF). Diesbezüglich sind erst wenige Produkte erhältlich. Auch Gerätlieferanten oder Grosshändler sind mögliche Anbieter für System- und Netzdienlichkeit.

## 7.9 Dienstleister

Dienstleister für Fahrzeugnutzende, bspw. der Touringclub der Schweiz, besitzen eine grosse Nähe und geniessen hohe Vertrauenswürdigkeit zu den Fahrzeugnutzenden. Sie sind daher ein idealer Partner für die Bündelung der Flexibilität. In diese Gruppe zählen ebenfalls Anbieter von Versicherungen für Fahrzeuge.

## 7.10 EMP (Mobilitätsprovider)

Dienstleister und Anbieter für Zugang und Abrechnung von Ladungen an öffentlichen und teilweise privaten Ladestationen.

## 7.11 Lösungsanbieter (Realisierung der Ladestruktur im Gebäude)

Lösungsanbieter realisieren Ladeinfrastrukturen (Planung und Ausführung) in grösseren Bauten oder in Nichtwohnbauten. Sie sind in der Lage, für das Gebäude eine Energiemanagementsystem zu integrieren und die Voraussetzungen für einen netz- und systemdienlichen Betrieb zu schaffen. Aufgrund der Fachkompetenz und da einige Lösungsanbieter zu Versorgungsunternehmen gehören, liegt es nahe, dass sie ebenfalls Abrechnung und Betrieb als ergänzende Dienstleistungen anbieten können.

## 7.12 Abrechnungsdienstleister und Betreiber für Ladestationen

Grundsätzlich kann die Abrechnung der Ladekosten – wie der anderen Nebenkosten – durch die Liegenschaftsverwaltung vorgenommen werden. Sie wird jedoch in vielen Fällen an einen spezialisierten Dritten ausgelagert. Als solche sind Ladestationsbetreiber, auch ChargePointOperator (CPO) genannt, in der Verantwortung, den Service für den Zugang, die Verrechnung an Endkunden und die Vergütung der Ladungen an bspw. die Liegenschaftsverwaltung sowie den Kundendienst inkl. einer allfälligen Hotline (rund um die Uhr) zu übernehmen.

Die Bündelung der Ladeinfrastruktur kann daher ebenfalls durch den Abrechnungsdienstleister und Betreiber für Ladestationen erfolgen. Auch Liegenschaftsverwaltungen und Besitzer von Gebäudeparks können Flexibilitäten bündeln.

### 7.13 Öffentliche Hand

Die öffentliche Hand kann auf verschiedene Arten Einfluss darauf nehmen, dass die Aufladung system- und netzdienlich erfolgt:

- › *Gewährung von Förderbeiträgen*  
Verschiedene Kantone und Gemeinden leisten finanzielle Beiträge an Ladeinfrastrukturen. Sie können dabei Bedingung an deren Ausführung stellen oder die Beiträge abstufen.
- › *Baurechtliche Vorgaben*  
Kantone und Gemeinden können baurechtliche Vorgaben an Neubauten oder grössere Umbauten stellen. In einzelnen Kantonen wird bereits verlangt, dass die Vorgaben der SIA 2060 eingehalten werden. Darüber hinaus ist es denkbar, dass auch Vorgaben betreffend der System- und Netzdienlichkeit veranlasst werden.
- › *Regulatorische Vorgaben*  
Der Bund ist zuständig für die regulatorischen Vorgaben im Strom- und Energiebereich; die ElCom überwacht die Einhaltung dieser Vorgaben, so weit zuständig.
- › *Vorbildfunktion*  
Die öffentliche Hand verfügt über einen umfangreichen Gebäudepark und eine grosse Fahrzeugflotte. Sie muss damit eine Vorbildfunktion einnehmen.

## 8. Plattform System- und Netzdienlichkeit

Die Idee einer «Plattform System- und Netzdienlichkeit» wurde durch die Innovationsgruppe 2023 formuliert. Sie soll verschiedenen Stakeholdern ermöglichen, Teilleistungen anzubieten. Zu diesem Zweck muss ein Regelwerk geschaffen werden, das Schnittstellen definiert. Eine solche Plattform besitzt ebenfalls die Funktion einer «Börse», bei der die Stakeholder ihre Leistungen einbringen können.

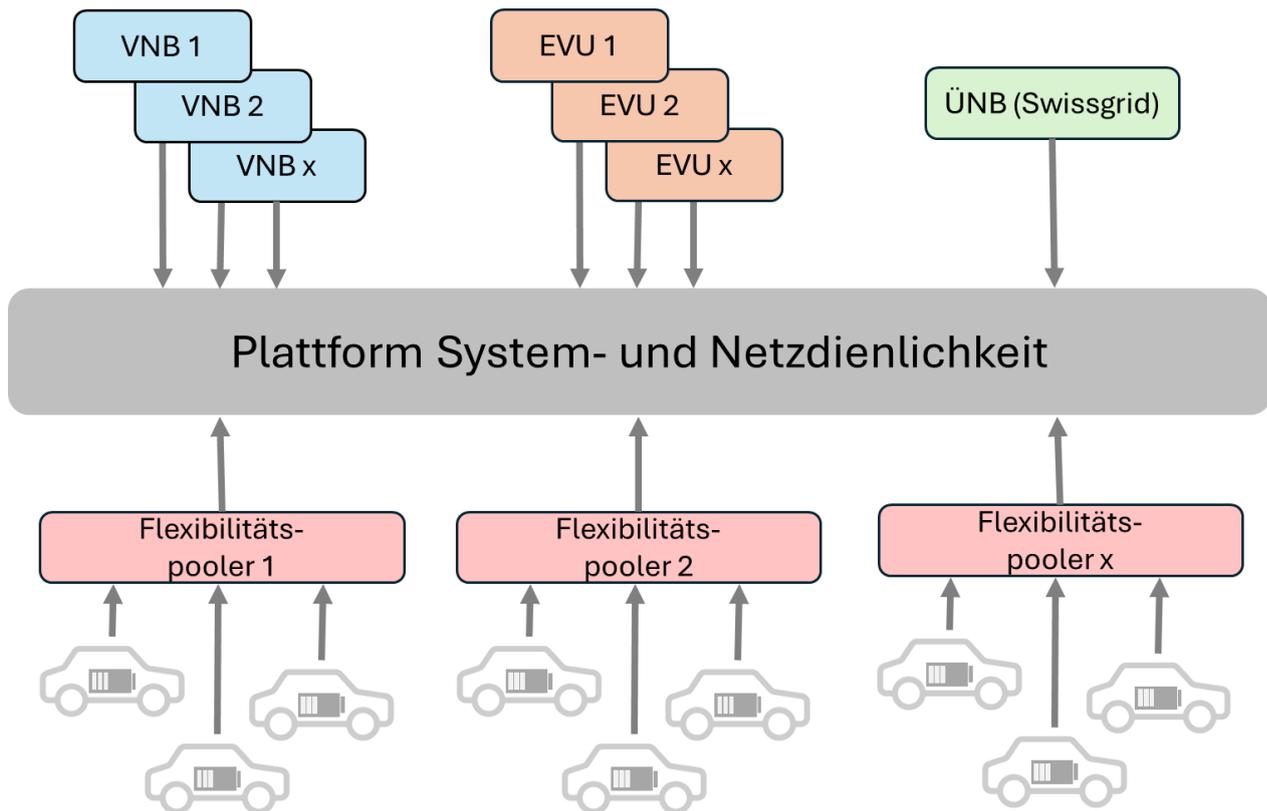


Bild 5: Konzept Plattform System- und Netzdienlichkeit.

Wie in diesem Bericht mehrmals hervorgehoben, führt der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Energien zu sich stark ändernden Produktionsmustern und volatilen Stromflüssen. Dies birgt grosse Herausforderungen für die Netzsteuerung; es bedarf ausreichend Reserveleistung und höherer Automatisierung, um die Netzstabilität zu gewährleisten.

Der Umbau des Energie- und Stromsystems erfordert dementsprechend eine Modernisierung des Stromnetzes. Nach wie vor bremsen zeitintensive Genehmigungs- und Bewilligungsverfahren für Netzprojekte eine dringend notwendige Anpassung der Netzinfrastruktur an die neuen Rahmenbedingungen. Gefahren, wie die Folgen des Klimawandels, für die Netzinfrastruktur, Pandemien oder die Cyberkriminalität verdeutlichen, dass Betreiber kritischer Infrastrukturen einen ausserordentlich hohen Schutz- und Bereitschaftsgrad aufweisen müssen. Die Anforderungen an die Resilienz dieser Unternehmen, an ihren Sicherheitsdispositiv, die Notfallbereitschaft, das Business Continuity Management sowie das Krisenmanagement bleiben hoch.

Die vielen dezentralen Ressourcen im Energiesystem stellen nicht nur eine Herausforderung, sondern auch eine Chance für die Netzbetreiber dar. Die Elektrifizierung des Verbrauchs und die Dezentralisierung der Stromerzeugung schaffen zusätzliche Flexibilitäten für das Energiesystem. De facto ist der aktuelle Wandel vor allem marktgetrieben, es bleibt jedoch zu klären, wie diese Initiativen koordiniert werden.

Die Energiepolitik der EU und der Schweiz stehen erneut auf dem Prüfstand. Insbesondere ist derzeit noch nicht absehbar, in welche Richtung sich die Energie- und Strommarktregulierung in der Schweiz bewegen wird. Das hat zur Folge, dass die Netzbetreiber in kürzester Zeit neue Aufgaben übernehmen müssen.

Eine Antwort auf die zunehmende Komplexität im Umfeld der Netzbetreiber bietet die Digitalisierung. Eine durchgehend digitale Abwicklung der Wertschöpfungskette eröffnet innerhalb des Unternehmens Möglichkeiten; so können digitale Lösungen Effizienzgewinne realisieren, z. B. im Ausbau und in der Instandhaltung des Netzes. Darüber hinaus ermöglicht die Digitalisierung, interne Prozesse zunehmend zu automatisieren.

Auch hier stellt sich jedoch die Frage der Gesamtbetrachtung, um sicherzustellen, dass das System nachhaltig ausgebaut und weiterentwickelt wird. Eine intelligente, national abgestimmte Sektorkopplung ist Grundvoraussetzung.

Folglich benötigt es eine Instanz, welche die Vogelperspektive einnimmt und die Initiativen koordiniert. Diesbezüglich wird ein Konglomerat im Auftrag des Bundesrats empfohlen, zusammengestellt aus Vertretenden der ELCOM, der swissgrid, der Akademie und der Privatwirtschaft.

## 9. Beispiele

Die Beispiele sollen die Aussagen der Auslegeordnung in der Praxis dokumentieren. Sie sind darüber hinaus als Leuchtturmprojekte zu verstehen.

### 9.1 V2G von Mobility

Der Carsharing-Anbieter Mobility will klimaneutral werden und hat sich zum Ziel gesetzt, seine gesamte Flotte bis spätestens 2030 vollständig zu elektrifizieren. Aus diesem Fokus stammt auch das kontinuierliche Interesse an neuen Technologien und somit an innovativen, nachhaltigen Partnern. So entstand das Pilotprojekt V2X Suisse, das am 6. September 2022 in Bern lanciert wurde. Die grundlegende Idee dahinter ist, dass Elektroautos nicht nur Strom verbrauchen, sondern ebenfalls Energie zwischenlagern und nach Bedarf ins Netz zurückspeisen können, wenn sie nicht gefahren werden. Bidirektionales Laden wird demnach als relevantes Thema markiert.

Das Projekt V2X ist das Resultat einer gelungenen Teamarbeit. Dazu tragen neben Mobility und sun2wheel der Automobilhersteller Honda, der Ladestationen-Entwickler EVTEC sowie der Aggregator tiko und novatlantis als wissenschaftlicher Begleiter bei. Das Pilotprogramm wurde zudem vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt. Der Praxistest wurde erfolgreich bestanden. Weitere Informationen sind zu finden unter: <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=72019&Load=true>.

### 9.2 Bidirektionales AC-On-Board-Laden von Elektrorollern im Posteingsatz

Das «Bidi E-Roller» BFE-Pilot- und -Demonstrationsprojekt von Kyburz, der Post und der Hochschule Luzern untersucht die technische und wirtschaftliche Machbarkeit des bidirektionalen Ladens von Elektrorollern mit AC-On-Board-Ladegeräten im Logistikbetrieb der Schweizer Post. Ziel ist es, die Netzdienlichkeit und Flexibilitätsdienste von elektrischen Zustellfahrzeugen zu demonstrieren. Mit einer Flotte von zehn Elektrorollern wird über vier Monate hinweg das Potenzial für Kosteneinsparungen und Netzlastreduktionen unter realen Bedingungen im Frühjahr 2025 im Netzgebiet der Groupe-E getestet.

Durch die erstmalige Nutzung dynamischer Netztarife und der Befreiung von Netznutzungsentgelten sollen die neuen regulatorischen Rahmenbedingungen innerhalb des neuen Stromgesetzes getestet und ihr Potenzial für die Netzdienlichkeit aufgezeigt werden. Dies ist insbesondere von Relevanz, da bidirektionales Laden bislang vor allem auf kostspieligen DC-Ladestationen implementiert und umgesetzt wurde. Die Nutzung von AC-On-Board-Lösungen bietet hier eine kostengünstigere Alternative.

Die Ergebnisse sollen Rückschlüsse auf grössere Fahrzeugflotten ermöglichen und als Grundlage für die Skalierung der Technologie dienen. Die Post setzt rund 6500 E-Roller im täglichen Zustellbetrieb ein und verwaltet damit eine potenzielle Batteriekapazität von 20 MWh. Mit Partnern wie der Hochschule Luzern und Groupe-E wird neben der technischen Umsetzung auch die Integration in bestehende Netze gemäss Normierungen für

bidirektionale AC-on-board-Ladegeräte untersucht.

## 10. Kommentare und Stellungnahme der beteiligten Partner

Die nachfolgenden Personen sind Mitglied der Innovationsgruppe Elektromobilität. Sie haben bei der Ausarbeitung mitgewirkt und/oder diese begleitet:

- › *Alois Freidhof*  
System- und netzdienliches Laden hat viele Facetten und wird von den unterschiedlichen Stakeholdern ganz unterschiedlich interpretiert. Das vorliegende Dokument hilft hier, Ordnung zu schaffen für eine breite Zielgruppe.
- › *Müller Nicolas, Groupe-E:*  
Es ist ein sehr gutes, verständliches Dokument. Es wäre wichtig, dass es jährlich auf den neusten Stand gebracht wird.
- › *Aeschi Stefan, HEV Schweiz:*  
Das Dokument ist auch für Gebäudebesitzer und Liegenschaftsverwaltungen von Interesse und zu empfehlen.
- › *Wisler Roger, BKW Energie AG:*  
Das Dokument ist gut leserlich und beinhaltet die aktuellen Themen der Elektromobilität. Die Orientierungshilfe erklärt die Schnittstellen rund um Netzdienlichkeit.
- › *Studer Marc, AEW Energie AG:*  
Die Probleme und Lösungsvorschläge sind im Bericht nachvollziehbar beschrieben und bieten eine gute Grundlage als Basiswissen für involvierte Parteien.
- › *Papaemmanouil Antonius, Hochschule Luzern:*  
Vielen Dank für die geleistete Arbeit. Es wurde viel erreicht und das erarbeitete Dokument der Innovationsgruppe Elektromobilität ist eine sehr solide Basis für die weitere Entwicklung des Themas. Es bleibt auf Innovationsebene, da immer noch einerseits die Elektrifizierung der Autoflotten am Anfang ist und andererseits für V2G die Geschäftsmodelle noch nicht aufgehen. Die Elektromobilität bleibt weiterhin ein wichtiges Thema Richtung Netto-Null. Wir glauben dran, wir bleiben dran.
- › *Bayer Boris, AUE:*  
Ich kann voll hinter diesem Dokument stehen. Die Thematik wird sehr gut wiedergegeben und ist stufengerecht und dient allen als sehr gute Orientierungshilfe.
- › *Schopfer Sandro, Sun2wheel:*  
Das Dokument gibt eine high-level Übersicht über die Nutzungsmöglichkeiten der Flexibilität von Elektroautos auf den verschiedenen Ebenen des Schweizer Stromnetzes. Insbesondere zeigt es Einsatzgebiete für bidirektionale Elektroautos auf und wie diese die Energiewende unterstützen können.
- › *Wyss Daniel, TCS:*  
Das Dokument war als Orientierungshilfe gedacht und das ist das Dokument auch – einfach, umfassend und hilfreich.
- › *Blass Peter, swiss emobility:*

Die technischen Möglichkeiten und Menge an Begriffen in diesem Bereich können für Aussenstehende erschlagend wirken – die Auslegeordnung schafft Klarheit im Buzzword-Dschungel.

- › *Schori Stefan, Berner Fachhochschule:*  
Für ein kosteneffizientes Stromnetz ist es entscheidend, die System- und Netzdienlichkeit von Ladeinfrastrukturen von Anfang an mitzudenken. Das Dokument liefert wichtige, einfach verständliche Informationen zum Verständnis des komplexen Themas.
- › *Bolliger Martin, Vorstandsmitglied energie-cluster.ch:*  
Wir bewegen uns in einem komplexen Themenbereich mit vielen unterschiedlichen Stakeholdern und einem sich schnell entwickelnden gesetzlichen Rahmen. Das Dokument stellt den Status quo gut verständlich und umfassend dar und bildet ein nützliches Werkzeug, um sich zu orientieren.
- › *Stössel Olivier, Verband Schweizer Elektrizitätswerke (VSE):*  
Das Dokument gibt einen umfassenden Überblick über sehr viele Aspekte um das smarte Laden. Vielen Dank an Frank und Jules für die Initiative und das Durchhaltevermögen, welche dieses Dokument erst ermöglicht haben!
- › *Wolnik Christoph, Auto-Schweiz:*  
Das Dokument zeigt einen sehr guten Überblick über ein hochkomplexes Thema. Mit dem stetig wachsenden Modellangebot und der immer grösseren Verbreitung von V2G-fähigen Fahrzeugen wird die Auslegeordnung eine zentrale Grundlage bilden, um diese Zukunftstechnik in die Breite zu tragen und ihr Potential auszunutzen.
- › *Sacha Grunder, TCS:*  
Ich stehe hinter den Aussagen und dem Inhalt des Dokuments und bedanke mich für die geleistete hervorragende Arbeit.
- › *Gino Agbomemewa, Clemap AG:*  
Dieses Dokument verdeutlicht die Komplexität system- und netzdienlicher Ladeinfrastrukturen sowie die Vielzahl der beteiligten Akteure. Es schafft wichtige Klarheit über die Herausforderungen und Wechselwirkungen in diesem Bereich und unterstreicht die Notwendigkeit einer strukturierten Analyse. Die hier gewonnenen Erkenntnisse bieten eine wertvolle Grundlage für zukünftige Diskussionen und Entscheidungsprozesse. Wir werden dieses Dokument als Referenz für verschiedene Fragestellungen in unseren Projekten nutzen und darauf aufbauend weitere Entwicklungen begleiten.

## 11. Glossar

### **Abrechnungsdienstleister**

Unternehmen, die für die Abrechnung der Ladeinfrastruktur zuständig sind. Sie übernehmen in vielen Fällen die Verwaltung der Ladegebühren und die Abrechnung gegenüber den Nutzern.

### **Aggregator (Flexibilitätspooler)**

Ein Unternehmen oder Akteur, der Flexibilitätspools zusammenstellt, um sie in grossem Massstab für das Netz anzubieten, z. B. durch das Bündeln von Flexibilität von Elektrofahrzeugen.

### **AC-On-Board-Laden**

Eine Ladeoption, bei der ein Elektrofahrzeug-Lader in das Fahrzeug integriert ist und den Wechselstrom (AC) nutzt, um die Batterie zu laden.

### **Bidirektionales Laden**

Ein Ladesystem, bei dem die Fahrzeugbatterie nicht nur Strom aus dem Netz oder der eigenen PV aufnimmt, sondern auch Energie wieder ins Stromnetz zurückspeisen kann. Beispiele sind Vehicle-to-Home (V2H) und Vehicle-to-Grid (V2G).

### **Bidi-E-Roller**

Ein Pilotprojekt, das bidirektionales Laden von Elektrorollern untersucht, um deren Flexibilität und Netzfrendlichkeit zu testen.

### **Besitzende/Betreibende der Ladestation**

Die Partei, die für den Betrieb einer Ladestation verantwortlich ist. In der Regel schliesst der Verteilnetzbetreiber oder das Energieversorgungsunternehmen (EVU) Verträge mit den Anschlussnehmenden ab.

### **Dienstleister**

Unternehmen, die Unterstützung für Fahrzeugnutzer leisten; z. B. Versicherungen oder andere Serviceanbieter, die beim Laden und der Nutzung von Elektrofahrzeugen helfen.

### **Dynamische Netznutzungstarife**

Tarifmodelle, bei denen die Netznutzungskosten in Echtzeit angepasst werden, basierend auf der aktuellen Netzbelastung und den Strompreisschwankungen.

### **EiCom**

Die eidgenössische Elektrizitätskommission, die für die Überwachung und Regulierung der Stromversorgung in der Schweiz verantwortlich ist.

### **Energiebeschaffung**

Der Prozess, bei dem Elektrizitätsversorger (EVU) Energie auf dem Markt kaufen, um den Bedarf ihrer Kunden zu decken. Bei der Flexibilitätsnutzung durch Fahrzeuge können sie dabei helfen, Abweichungen vom geplanten Energiebedarf auszugleichen.

### **Energiespeicherung**

Die Speicherung von Energie in Fahrzeugbatterien, um sie später entweder zur eigenen Nutzung (Eigenverbrauch) oder zur Rückspeisung ins Netz zu verwenden.

### **Energiemanagementsystem (EMS)**

Ein System, das den Energieverbrauch in Gebäuden oder bei Fahrzeugen steuert, um die Effizienz zu maximieren und netzdienliches Laden zu ermöglichen.

### **Flexibilität**

Die Fähigkeit von Fahrzeugbatterien, ihre gespeicherte Energie zu einem bestimmten Zeitpunkt zu liefern (z. B. als regelbare Energie für das Stromnetz oder für Eigenstromnutzung).

### **Flexibilitätspooler**

Ein Akteur, der die Flexibilität von mehreren Endverbrauchern oder Fahrzeugen bündelt und die gebündelte Leistung dem Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) oder anderen Marktteilnehmern zur Verfügung stellt.

### **Flottenbetreiber, EMP (Mobilitätsprovider)**

Organisationen, die eine Fahrzeugflotte betreiben, z. B. für Mietfahrzeuge oder Carsharing-Dienste. Sie besitzen eine detaillierte Übersicht der Nutzung ihrer Fahrzeuge und können Flexibilität bündeln.

### **Groupe-E**

Ein Schweizer Energieversorger, der an verschiedenen Projekten zur Integration von Elektromobilität und Netzmanagement beteiligt ist.

### **Hausanschlusskasten (HAK)**

Ein elektrisches Gerät, das ein Gebäude mit dem Stromnetz verbindet. Es ist für die Verteilung des Stroms im Gebäude und für den Schutz der elektrischen Infrastruktur verantwortlich.

### **Innovationsgruppe Elektromobilität (IG-LeMG)**

Eine Arbeitsgruppe, die sich mit der Weiterentwicklung und Umsetzung von Lösungen zur netzdienlichen Elektromobilität befasst. Sie bringt Akteure zusammen und unterstützt die praktische Anwendung von innovativen Konzepten.

### **Lastmanagement**

Ein System zur Steuerung und Verteilung von elektrischer Leistung, um die maximale Anschlussleistung eines Gebäudes nicht zu überschreiten. Es kann statisch (feste Leistungskontingente) oder dynamisch (lastabhängige Anpassung) ausgelegt sein.

### **LEG**

Eine LEG ist eine erweiterte Form eines ZEV, die über eine Immobilie oder ein Grundstück hinausgeht und auch grössere Nachbarschaften, Dörfer oder Stadtteile umfassen kann. Ziel ist es, verschiedene Energiequellen und Verbrauchende flexibel miteinander zu verknüpfen.

### **Leistungspreise**

Tarife, die den Stromverbrauch in Bezug auf die maximale Leistung berechnen, die ein Kunde aus dem Netz bezieht.

### **Lösungsanbieter (realisiert Ladestruktur im Gebäude)**

Unternehmen, die Ladeinfrastrukturen in Gebäuden planen und umsetzen. Sie integrieren Energiemanagementsysteme, um eine netzdienliche Nutzung der Ladevorgänge sicherzustellen.

### **Netzdienlicher Betrieb**

Der Betrieb von Ladeinfrastrukturen und Fahrzeugen auf eine Weise, die das Stromnetz unterstützt, indem sie den Stromverbrauch optimiert, Belastungsspitzen vermeidet und die Netzstabilität fördert.

### **Netzebenen 1/2/6/7**

Verschiedene Ebenen des Stromnetzes. Netzebene 1 betrifft das Übertragungsnetz (z. B. Swissgrid), Netzebene 2 das regionale Netz, Netzebene 6/7 das Verteilnetz und die Quartierebene, auf der Ladeinfrastrukturen und dezentrale Stromerzeugung signifikanten Einfluss auf die Netzstabilität haben.

### **Netznutzungstarife**

Tarife, welche die Kosten für die Nutzung des Stromnetzes abbilden. Sie können je nach Art der Nutzung und Netzbelastung variieren.

### **Opt-Out-Funktion**

Eine Funktion, bei welcher der Kunde festlegt, ob seine Ladepräferenzen (z. B. Ladezustand des Fahrzeugs) flexibel oder fix sind. Im aktivierten <Opt-Out>-Modus wird die Batterie immer vollständig aufgeladen.

### **OCPP (Open Charge Point Protocol)**

Ein offenes Kommunikationsprotokoll, das die Interoperabilität zwischen verschiedenen Ladestationen und zentralen Managementsystemen für Elektromobilität ermöglicht. Es ist die Grundlage für die Integration von V2G-Technologien.

### **Öffentliche Hand**

Staatliche Stellen, die durch Förderprogramme, baurechtliche Vorgaben und regulatorische Massnahmen die Entwicklung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur und netzdienlicher Mobilität unterstützen können.

### **Plattform System- und Netzdienlichkeit**

Eine digitale Plattform, die es Stakeholdern ermöglicht, ihre Teilleistungen anzubieten und zu koordinieren, um das Stromnetz effizient zu steuern und zu stabilisieren.

### **Prosumers**

Konsumierende, die gleichzeitig Produzierende von Energie sind, etwa durch die Nutzung von Photovoltaikanlagen und die Einspeisung von überschüssiger Energie in das Netz oder die Nutzung von Fahrzeugbatterien zur Stromspeicherung.

### **PV-Anlage (Photovoltaikanlage)**

Eine Solaranlage, die Sonnenenergie in elektrische Energie umwandelt und typischerweise auf dem Dach von Gebäuden installiert wird.

### **Regelenergie**

Energie, die benötigt wird, um kurzfristige Ungleichgewichte zwischen Stromerzeugung und -verbrauch auszugleichen und die Netzfrequenz stabil zu halten. Es gibt verschiedene Arten: Primärregelleistung (PRL), Sekundärregelleistung (SRL) und Tertiärregelleistung (TRL).

### **Regelenergie**

Energie, die zur Stabilisierung des Stromnetzes bereitgestellt wird, insbesondere zur Ausgleichung von Schwankungen in der Stromerzeugung oder Stromnachfrage.

### **Steuerung der Ladeleistung**

Die Fähigkeit, die Ladegeschwindigkeit und den Zeitpunkt des Ladevorgangs zu steuern, um sowohl den Bedürfnissen der Fahrzeughaltenden als auch den Anforderungen des Stromnetzes gerecht zu werden.

### **Stakeholder**

Personen oder Organisationen, die ein Interesse an einem Projekt oder Prozess haben und von dessen Ergebnissen beeinflusst werden können.

### **SIA-Merkblatt 2060**

Ein Standard des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), der Leitlinien für die Planung und den Betrieb von Ladeinfrastrukturen gibt, insbesondere in Bezug auf das Lastmanagement und die Netzintegration.

### **Systemdienlicher Betrieb**

Die Nutzung von Fahrzeugbatterien zur Bereitstellung von Diensten für das Stromsystem, z. B. die Bereitstellung von Regelenergie oder die Korrektur von Abweichungen bei der Energiebeschaffung.

### **Systemdienstleistungen**

Verschiedene Dienste, die zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen – einschliesslich Regelenergie und Lastmanagement – und helfen, die Netzfrequenz zu steuern und Ausfälle zu verhindern.

### **Typischer Aufbau der Ladesituation**

Die Infrastruktur und Geräte, die zum Laden eines Elektrofahrzeugs erforderlich sind. Dies schliesst die Verbindung zum Hausanschluss, das Lastmanagement und die Steuerungssysteme ein, die eine effiziente und netzdienliche Nutzung des Stroms ermöglichen.

### **Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)**

Ein Betreiber des Hochspannungsnetzes, der für die Netzstabilität und den Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch auf nationaler Ebene zuständig ist. In der Schweiz ist Swissgrid der ÜNB.

### **Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) – Swissgrid**

Das Unternehmen, das für den Betrieb des nationalen Übertragungsnetzes verantwortlich ist. Es steuert den Grossteil der Energieflüsse und sorgt für Netzstabilität.

**Vehicle-to-Grid (V2G)**

Eine Form des bidirektionalen Ladens, bei der die Fahrzeugbatterie Strom ins Netz zurückspeist, um das Stromnetz zu stabilisieren oder anderen Akteuren Flexibilitätsdienstleistungen anzubieten.

**Vehicle-to-Home (V2H)**

Eine Form des bidirektionalen Ladens, bei der die Fahrzeugbatterie verwendet wird, um das Gebäude mit Strom zu versorgen und so den Eigenverbrauch zu optimieren.

**Verteilnetzbetreiber (VNB)**

Unternehmen, die für die Verteilung von Elektrizität an Endverbraucher zuständig sind. Sie optimieren das Netz und müssen gesetzliche Vorschriften einhalten, welche die Netzsicherheit und den Betrieb regeln.

**Wirkungsgrad der Aufladung**

Der Prozentsatz der Energie, die tatsächlich in der Batterie eines Elektrofahrzeugs gespeichert wird, im Vergleich zur insgesamt zugeführten Energie.

**ZEV**

Ein Zusammenschluss von mehreren Parteien (z. B. Haushalten, Unternehmen oder Mietern), die gemeinsam lokal produzierte Energie, wie Solarstrom, nutzen. Ziel ist es, den Eigenverbrauch zu optimieren und die Stromkosten zu reduzieren.