



Europäische  
Kommission



# BROSCHÜRE ZU ELEKTROFAHRZEUGEN UND DEM STROMNETZ

Smart Cities Marketplace 2024

Der Smart Cities Marketplace wird von der Generaldirektion für Energie der Europäischen Kommission verwaltet

ENERGIE

Herausgeber	Smart Cities Marketplace ©European Union, 2024
Abgeschlossen	February 2024
Verfasser	Smart Cities Marketplace managed by The Directorate-General for Energy (DG ENER) <a href="https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu">smart-cities-marketplace.ec.europa.eu</a>   <a href="https://european-commission.eu">European Commission</a>
Ursprünglicher Titel	Electrick vehicles und the grid Solution Booklet
Die Version 2024 wurde verfasst von	Rafael Afonso und Julia Lazarus (EIT Urban Mobility), Quentin De Clerck (ThInk E)
Die Version 2024 Mitwirkende	Eelco Kruizinga (DNV), Tiago Gaio (RdA Climate Solutions)
Aus dem Englischen übersetzt von	Gabi Kaiser, Siora Keller (Steinbeis Zi)
Lektorat	Gabi Kaiser, Siora Keller, Ariadne Dimakou Berstels (Steinbeis Zi)
2019 Version ist geschrieben von	Arnor Van Leemputten, Leen Peeters (ThInk E)
Die Version 2019 Mitwirkende	Lucija Rakocevic (ThInk E), Han Vandevyvere (VITO), Gabi Kaiser, Bettina Remmele (Steinbeis Zi)
Grafische Gestaltung:	Agata Smok <a href="mailto:agata@think-e.be">agata@think-e.be</a> (ThInk E) for the Smart Cities Marketplace, Europäische Kommission DG ENER
Titelbild	<a href="#">cambio Autodelen</a> 2020
Haftungsausschluss	EC Square Sans Pro
Disclaimer	© European Union, 2024 Die Wiederverwendungspolitik der EU Kommission wird durch den Beschluss 2011/833/EU der Kommission vom 12. Dezember 2011 über die Wiederverwendung von Dokumenten (ABl. L 330 vom 14.12.2011, S. 39) unter der Lizenz Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) festgelegt. Dies bedeutet, dass die Wiederverwendung erlaubt ist, vorausgesetzt, dass diese angegeben und etwaige Änderungen angezeigt werden. Für die Verwendung oder Vervielfältigung von Elementen, die nicht Eigentum der EU sind, muss unter Umständen direkt bei den jeweiligen Rechteinhabern eine Genehmigung eingeholt werden. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

<b>Was und warum</b>	<b>5</b>
<a href="#">V1G: Intelligentes Laden</a>	7
<a href="#">V2G</a>	8
<b>Städtischer Kontext</b>	<b>10</b>
Entwicklung eines strategischen Umsetzungsplans für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge	
<b>Technische Daten</b>	<b>15</b>
<a href="#">Bestandteile des Systems</a>	15
Hardware	
<a href="#">Technische Barrieren</a>	19
Energieverluste	
Degradation der Batterie	
Standardisierung von Kommunikationsstandards	
<a href="#">Erkenntnisse</a>	20
<b>Gesellschaftliche und nutzerbezogene Aspekte</b>	<b>22</b>
<a href="#">Gesellschaftliche Barrieren</a>	25
Nichtverfügbarkeit von Informationen und Misstrauen	
Zugriff Dritter auf das Fahrzeug	
Reichweitenangst	
Versicherung und Garantie	
Unterstützende Infrastruktur	
<b>Steuerung und Regulierung</b>	<b>29</b>
<a href="#">Steuerung und regulatorische Barrieren</a>	30
Ausbau der Ladeinfrastruktur	
Fehlende Anreize	
Nutzungszeitarrif	
Standardisierung	
<a href="#">Erkenntnisse</a>	34
<b>Geschäftsmodelle und Finanzierung</b>	<b>36</b>
<a href="#">Mögliche Geschäftsmodelle</a>	36
Die Gestaltung dynamischer Tarife	
Aggregation von Elektrofahrzeugen	
Fahrzeug-zu-Netz	
Energiereserven	
Interessante Möglichkeiten	
<a href="#">Erkenntnisse</a>	40
<b>Allgemeine Erkenntnisse</b>	<b>42</b>
<a href="#">Was können Sie tun?</a>	43
<b>Weiterführende (in Englisch)</b>	<b>45</b>

Der Smart Cities Marketplace ist eine von der Europäischen Kommission unterstützte Initiative, **die Städte, Industrie, KMU, Investoren, Banken, Forschung und andere klimaneutrale und Smart City Akteure zusammenbringt.**

Das Smart Cities Marketplace Investor Network ist eine Gruppe von Investoren und Finanzdienstleistern, die aktiv nach klimaneutralen und Smart Cities Projekten suchen.

**WAS IST DER  
SMART CITIES  
MARKETPLACE?**

Der Smart Cities Marketplace hat Tausende von Anhängern aus ganz Europa und darüber hinaus, von denen sich viele als Mitglied angemeldet haben. Ihr gemeinsames Ziel ist es, **die Lebensqualität der Bürger zu verbessern, die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Städte und der Industrie zu steigern sowie die europäische Energie – und Klimaziele zu erreichen.**

**WAS SIND DIE  
ZIELE DES  
SMART CITIES  
MARKETPLACE?**

**Erkunden Sie** die Möglichkeiten, **gestalten Sie** Ihre Projektideen und schließen Sie einen **Vertrag** für die Einführung Ihrer Smart City Lösung ab! Wenn Sie direkt Kontakt aufnehmen möchten, um mit uns in Verbindung zu treten, benutzen Sie bitte [info@smartcitiesmarketplace.eu](mailto:info@smartcitiesmarketplace.eu)

**WAS KANN DER  
SMART CITIES  
MARKETPLACE FÜR  
SIE TUN?**



**WAS UND WARUM**

## WAS UND WARUM

Elektrofahrzeuge (EVs) werden seit fast einem Jahrzehnt aktiv auf dem europäischen Markt beworben. Der erste Tesla erschien 2013 auf norwegischen Straßen. Im Jahr 2023 waren rund 4,7 Millionen Elektro-PKWs auf europäischen Straßen unterwegs, ein Anstieg um fast das Fünffache im Vergleich zu 2019.

Man unterscheidet bei Elektro-PKWs hinsichtlich ihres Potenzials im Austausch mit dem Stromnetz: unidirektional (V1G) oder bidirektional (V2G). Unidirektional ladende Elektrofahrzeuge können aufladen, während bidirektional ladende Elektrofahrzeuge sowohl laden als auch entladen können. Die V1G Technologie ist bereits weit verbreitet auf dem Markt, während V2G nur von einer kleinen Anzahl von Herstellern für eine begrenzte Auswahl an Modellen angeboten wird.<sup>1</sup>



Die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge kann in zwei verschiedene Kategorien unterteilt werden: **öffentliche Ladestationen** (z. B. öffentliche Parkplätze, Hotelparkplätze, Einkaufszentrenparkplätze) und **private Ladestationen**. Derzeit nutzen die meisten Besitzer von Elektrofahrzeugen private Ladestationen, aber aufgrund der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen muss auch die öffentliche Ladeinfrastruktur erheblich ausgebaut werden. Während 80% der privaten Käufer Zugang zu privaten Ladestationen haben<sup>2</sup>, ist der Zugang zu öffentlichen Ladestationen eine andere Geschichte. Laut einer von der OECD in sechs europäischen Ländern durchgeführten Umfrage gab ein Drittel der Befragten an, dass es im Umkreis von 3 km um ihr Zuhause keine öffentlichen Ladestationen für Elektroautos gibt.

1 OECD (2023): [How Green is Household Behaviour? Sustainable Choices in a Time of Interlocking Crises.](#)

2 DNV (2023): [Transport in Transition](#)

Angesichts des globalen Wachstums des Marktes für Elektrofahrzeuge muss die Ladeinfrastruktur erheblich ausgebaut werden, um die prognostizierte Nachfrage zu decken. Ende 2023 existierten in den 27 Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU27) über 630.000 Ladepunkte, was einem Anstieg von 41% gegenüber dem Bestand von 2022 und einer 3,6-fachen Zunahme seit 2020 entspricht.<sup>3</sup>

Die Interaktion von Elektrofahrzeugen mit dem Stromnetz stellt eine Chance dar, die es zu nutzen gilt. Da Autos, die meiste Zeit geparkt sind, ist die Art und Weise, wie sie geladene – oder entladen werden, sehr flexibel. Elektrofahrzeuge haben zahlreiche Vorteile gegenüber herkömmlichen Benzin-/Dieselfahrzeugen. Mehrere Studien zeigen, dass die Gesamtemissionen von Elektrofahrzeugen über ihren Lebenszyklus hinweg im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen deutlich geringer ausfallen, was einer Verringerung der Treibhausgasemissionen um 19% bis hin zu 69% entspricht.<sup>4</sup> Durch den Wegfall von Abgasen haben Elektrofahrzeuge das Potenzial, die Luftqualität zu verbessern, was zu positiven Auswirkungen auf die Gesundheit führt. Darüber hinaus sind die Lärmreduzierung und ein geringerer Wartungsaufwand weitere Vorteile von Elektrofahrzeugen. Es wird erwartet, dass der Anteil der Elektrofahrzeuge an den weltweiten Pkw-Verkäufen bis zum Jahr 2025 20% betragen wird und bis 2030 auf 30% ansteigt.<sup>5</sup> In Norwegen stieg der Absatz von Elektrofahrzeugen zwischen 2014 und 2022 von 12,5% auf 79 %, was zu einem Rückgang der verkehrsbedingten Emissionen um 8,4% führte, wobei für den Zeitraum von 2019 bis 2030 ein Rückgang um fast 30% prognostiziert wird.<sup>6,7</sup>

3 International Environment Agency (2023): [Global EV Outlook 2023 – Catching up with climate ambitions.](#)

4 The International Council for Clean Transportation (2021): [A Global Comparison of The Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions Of Combustion Engine und Electric Passenger Cars](#) by Georg Bieker.

5 International Environment Agency (2023): Global EV Outlook 2023 – [Catching up with climate ambitions.](#)

6 European Alternative Fuels Observatory.

7 OECD (2022).



Weiterführende Literatur: [E-BUS Solution Booklet](#) und [smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions](#)



### Wenn die Flexibilität von Elektrofahrzeugen nicht ausgenutzt wird, stellt ihr großes Volumen eine Herausforderung für das Stromnetz dar.

Ein erheblicher Teil der Autofahrer wird ihr Fahrzeug wahrscheinlich die meiste Zeit zu Hause aufladen, so dass ein beträchtlicher Teil der Fahrzeuge am frühen Abend aufgeladen wird, wenn der Fahrer von der Arbeit nach Hause kommt.

**! Wenn jedoch eine große Anzahl von Elektrofahrzeugen etwa zur gleichen Zeit geladen wird, wird eine signifikante Menge an Strom aus dem Netz benötigt, was zu Überlastungsproblemen führen kann.** Dieser Umstand ist vergleichbar mit einem Stau: Wenn alle Autofahrer um 18 Uhr von der Arbeit nach Hause kommen, ist mit dichtem Verkehr zu rechnen. Sind die Straßen verstopft, verlängert sich die Fahrzeit. Ebenso gilt, wird zu viel Energie aus dem Netz nachgefragt, reicht die Kapazität der Stromleitungen möglicherweise nicht aus, um diese Energie zu liefern. Zusätzlich zur bestehenden Stromnachfrage in den Abendstunden belastet das Aufladen von Elektrofahrzeugen das Netz weiter und verschärft auf diese Weise Netzengpässe.

Die Integration der Elektromobilität wird sich stark auf den Energiemarkt und das Stromnetz auswirken. Intelligentes Laden, hier definiert als die Überwachung und Optimierung von Lademustern, trägt dazu bei, das Netz effizienter zu machen und Verluste zu reduzieren. Elektrofahrzeuge haben das Potenzial, **aufgrund der eingebauten Energiespeicherkapazität ihrer Bordbatterien erheblich zur kostengünstigen Unterstützung und Speicherung von Strom beizutragen.**

Intelligentes Laden könnte auch Ladeflexibilität für Elektrofahrzeuge bieten, indem es sich an die Anforderungen der Nutzer von Elektrofahrzeugen anpasst, z. B. durch Ladestationen. Eine Ladestation besteht aus einer Reihe von Ladesäulen, die über eine einzige Verbindung mit dem Stromnetz verbunden ist. Eine solche kann die erforderliche Spitzenleistung um 80-90% reduzieren und die knappe lokale Netzkapazität intelligent auf die Fahrzeuge verteilen.<sup>8</sup>

Eine Möglichkeit, dieses „Stauproblem“ zu lösen, besteht darin, „eine größere Straße zu bauen“ und damit die Netzinfrastruktur zu modernisieren. Die Modernisierung der Netzinfrastruktur ist ein kostspieliges Unterfangen. In Deutschland würde eine solche Aufrüstung für das unbegrenzte Laden von Elektrofahrzeugen voraussichtlich zwischen 20 und 25 Milliarden Euro kosten. Glücklicherweise ist die Erhöhung der Netzkapazität nicht die einzige Lösung, denn es gibt innovative Möglichkeiten, von der Lade- und Entladeflexibilität der Elektrofahrzeuge zu profitieren.



Im Jahr 2020 hatten 80% der Käufer von Elektrofahrzeugen in Europa Zugang zu privaten Ladestationen. Mehr als 50% der Europäer haben keinen direkten Zugang zu privaten Ladestationen.

#### In Europa im Jahr 2023:



96.000 Schnellladesäulen



536.000 normale Ladesäulen



© Ed Harvey, Unsplash

<sup>8</sup> DNV (2023): [Transport in Transition](#)

## V1G: Intelligentes Laden

Ein durchschnittlicher Nutzer eines Elektrofahrzeugs lädt sein Auto etwa zwei Stunden pro Tag auf. Da die meisten Nutzer von Elektrofahrzeugen ihre Fahrzeuge am frühen Abend (19 Uhr) zu Hause aufladen und erst am frühen Morgen (7 Uhr) wieder zur Arbeit fahren müssen, bleibt viel Spielraum für die intelligente Planung von Ladezeiträumen.



Durch einfaches Hinauszögern des Ladevorgangs in die Nacht kann sichergestellt werden, dass der Höhepunkt des Ladevorgangs nicht mit dem Höhepunkt des Stromverbrauchs im Haushalt (Kochen, Waschen, Heizen,...) zusammenfällt. Alternativ wäre eine Anpassung der Ladezeit an die lokale Nachfrage auch auf Quartiersebene von Vorteil.

Das Potenzial von intelligentem Laden beschränkt sich nicht nur auf den Einsatz zu Hause. **Wird das Elektrofahrzeug tagsüber geparkt, kann das intelligente Laden an die Erzeugung erneuerbarer Energien angepasst werden.** Auf diese Weise kann das Laden auf Überschussmomente ausgerichtet werden, die sich aus Solar – oder Windenergie ergeben. Ebenso könnte der Ladevorgang vorübergehend unterbrochen werden, wenn ein Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage droht. Dieser Überschuss oder Mangel kann auf nationaler Ebene bestehen, aber auch lokal begrenzt sein.



Ruben van Loon präsentiert die Smart-Grid-Lösung von Alliander auf den City-zen Days in Amsterdam 2019. ©City-zen

## V2G

Wenn das Fahrzeug einen bidirektionalen Austausch mit dem Stromnetz ermöglicht, eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten der Netznutzung.

Das Elektrofahrzeug kann nicht nur zur Entlastung des Stromnetzes durch intelligentes Laden (ähnlich einem V1G) eingesetzt werden, sondern auch das Stromnetz aktiv unterstützen (V2G im Entlademodus).

**Darüber hinaus kann das Elektrofahrzeug als Notstromversorgung für Gebäude dienen, zum lokalen Engpassmanagement beitragen, den Verbrauch auf Gebäude- oder Quartiersebene optimieren und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen maximieren.**

Die Implementierung der V2G-Technologie erfordert jedoch eine komplexere Hardware-Infrastruktur als V1G: Sowohl die Kommunikation als auch der Energiefluss müssen bidirektional sein, um solche fortschrittlichen Dienste zu ermöglichen. Darüber hinaus kann V2G die Lebensdauer der EV-Batterie beeinträchtigen. Noch wichtiger ist, dass V2G mit klaren positiven Anreizen für den Endverbraucher einhergeht. Der Endnutzer sollte in der Lage sein, einen wirtschaftlichen Nutzen zu erzielen, indem er seine Batteriekapazität und -entladung erleichtert.



Bidirektionale V2G-Ladestation für den City-zen VPP-Piloten installiert. ©Alliander





**STÄDTISCHER  
KONTEXT**

## STÄDTISCHER KONTEXT



Der Übergang zu nachhaltigen städtischen Mobilitätsmustern, welche das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 erreichen, ist eine große Herausforderung für jede Stadt. Infrastrukturen müssen so konzipiert oder umgestaltet werden, dass sie die nachhaltigsten Verkehrsträger fördern und sicherstellen, dass die Menschen ihr Mobilitätsverhalten tatsächlich ändern. Dies bedeutet häufig eine Reduzierung der Größe und Anzahl von Fahrspuren und Parkplätzen bei gleichzeitiger Erhöhung der Größe und Anzahl von Fußwegen, Radwegen, Fahrradabstellplätzen und Fahrspuren für öffentliche Verkehrsmittel sowie den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur.

Die positiven Nebeneffekte der Verkehrswende sind vielfältig:

- Senkung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen,
- Reduzierung der Luftverschmutzung und des Lärmpegels,
- Erhöhung der Verkehrssicherheit,
- Verringerung der Verkehrsbelastung mit den damit verbundenen wirtschaftlichen Kosten,
- Vorteile für die Gesundheit durch eine verstärkte aktive Mobilität und damit verbundene Einsparungen bei den öffentlichen Gesundheitsausgaben,
- mehr Arbeitsplätze in der lokalen nachhaltigen Wirtschaft,
- Verbesserung der landschaftlichen Qualität und Geselligkeit des städtischen öffentlichen Raums,
- Verbesserung der Biodiversität, integriertes Wassermanagement und Kontrolle der städtischen Wärmeinsel (Urban Heat Island = UHI) durch die Umwidmung öffentlicher Flächen in städtische Grünflächen.



Aufladen von Elektrobussen ©Getty images



Elektro-Lkw-Laden ©Netze BW, Unsplash

Die Art und Weise, wie Menschen Fahrzeuge in Städten nutzen, verändert sich. Elektroautos und Carsharing sind auf dem Vormarsch. **Der ÖPNV gewinnt in der urbanen Mobilität an Bedeutung, da in Innenstädten Umweltthemen wie saubere Luft, Lärmreduzierung und lokale Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Fokus rücken.** Die Elektrifizierung der Mobilität beschränkt sich nicht nur auf Pkw. Auch der ÖPNV, die Mikromobilität und die industrielle Mobilität werden zunehmend elektrifiziert. **Busse, Taxis, Elektro-Lkw, Baumaschinen und Bergbauausrüstung sind große batteriebetriebene Anlagen, die sich auf das Stromnetz auswirken können.**



EV Carsharing in Madrid, Spanien ©Javygo, Unsplash



Im Zusammenspiel von Elektroautos mit dem Stromnetz stehen innerhalb von Städten unterschiedliche Ansätze zur Verfügung. **Es kann zwischen privatem und öffentlichem Laden unterschieden werden, wobei in öffentlichen Ladeeinrichtungen sowohl normale als auch Schnellladegeräte inbegriffen sind.**

**Privates Laden** findet in der Regel auf Privatgrundstücken statt und steht daher der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung, beispielsweise eine Lademöglichkeit, die mit einem Wohnhaus verbunden ist, eine Ladestation für Mitarbeiter oder Firmenwagen auf einem Firmenparkplatz oder eine einzelne Ladesäule für Bankkunden.

**Öffentliches Laden**, steht jedoch einer breiteren Personengruppe zur Verfügung, wovon eine größere Anzahl von Nutzern profitieren kann. Beim öffentlichen Laden wird die Ladeinfrastruktur von einem Ladetreiber (einem Unternehmen oder einer Stadtverwaltung) bereitgestellt, zum Beispiel auf öffentlichen Parkplätzen oder entlang einer Autobahn.



**Normales Aufladen**



**Schnelles Aufladen**

Stromversorgung durch die Ladeinfrastruktur	7 bis 22 kW	> 50 kW
Ladezeit	2-6 Stunden	< 1 Stunde

Derzeit gibt es Systeme, die in der Lage sind, Fahrzeuge mit einer Leistung von über 100 kW zu laden, was eine vollständige Ladung in 20 bis 40 Minuten ermöglicht. Dies kann jedoch von der Aufnahmefähigkeit des Fahrzeugs beschränkt werden.

Je nachdem, wie lange das Elektrofahrzeug mit der Ladeinfrastruktur verbunden bleibt, können das Ladeverhalten und die Netzinteraktion optimiert werden. Auf öffentlichen Parkplätzen bleibt das Fahrzeug in der Regel mehrere Stunden verbunden, während die Verbindung auf einer Schnellladeinfrastruktur entlang einer Schnellstraße einige Minuten dauert. Somit ist bei Schnellladeereignissen die Möglichkeit des bidirektionalen Ladens keine Option.



Die Errichtung von Ladestationen in der Stadt stellt eine Herausforderung dar. Die urbane Mobilität muss mit der Stadtplanung und der lokalen Stromnetzinfrastuktur in Einklang gebracht werden. Städtische Ladestrategien für Elektrofahrzeuge sollten daher in die Pläne für nachhaltige städtische Mobilität (SUMP) der Städte eingebettet werden.<sup>9</sup>

Die jüngsten Überarbeitungen der Verordnung über das transeuropäische Verkehrsnetz (TEN-V) enthalten starke Anreize zur verstärkten Nutzung nachhaltigerer Verkehrsträger und schreiben vor, dass alle 430 Großstädte entlang des TEN-V-Netzes SUMP entwickeln müssen, um emissionsfreie und emissionsarme Mobilität zu fördern.<sup>10</sup>

Der steigende Strombedarf in Städten, der zum Teil auf die urbane Verdichtung zurückzuführen ist, stellt eine zusätzliche Belastung für die Energieinfrastruktur dar, die an einigen Standorten die Netzkapazität überschreiten kann. So wird beispielsweise erwartet, dass bis 2025 rund 3.000 Stadtteile in den Niederlanden mit mindestens 100 Elektrofahrzeugen die Netzkapazität überschreiten werden, was auf die rasche Verbreitung von Elektrofahrzeugen zurückzuführen ist.<sup>11</sup>

Daher müssen Kommunen, politische Entscheidungsträger und Netzbetreiber sicherstellen, dass die Stromversorgungssysteme auf den Anstieg der Nutzung von Elektrofahrzeugen sowie andere Herausforderungen, wie z. B. die zunehmende Verbreitung von Wärmepumpen vorbereitet werden.

<sup>9</sup> European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans (2019): [Electrification, Planning for electric road transport in the SUMP context](#).

<sup>10</sup> [Provisional agreement on more sustainable and resilient trans-European transport network brings Europe closer together](#).

<sup>11</sup> ElaadNL (2021): [Elektrisch rijden in stroomversnelling – Outlook Q3 2021](#)

## Entwicklung eines strategischen Umsetzungsplans für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Mehrere Städte haben strategische Umsetzungspläne für den Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge entwickelt.

Diese Pläne folgen oft einem mehrstufigen Ansatz:

- Definition des aktuellen Kontexts,
- Identifizierung zukünftiger Bedürfnisse,
- Formulierung einer gemeinsamen Vision,
- Entwicklung eines konkreten Aktionsplans,
- Überarbeitung des Plans

Zunächst wird der Kontext anhand von Kennzahlen der aktuellen Situation in Bezug auf die Elektromobilität beschrieben (z.B. Anzahl der Elektrofahrzeuge, Anzahl/Standorte der öffentlichen Infrastruktur, Energiebedarf, ...).

Diese Informationen sind als Ausgangsbasis wichtig und dienen dazu, die zu erwartenden Entwicklungen und zukünftigen Bedürfnisse der Stadt zu prognostizieren. **Sowohl die aktuellen als auch prognostizierten Perspektiven bilden die Grundlage für die Formulierung einer langfristigen strategischen Vision.** Diese Vision legt auf hoher Ebene fest, wie sich eine Stadt innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens in Richtung Elektromobilität entwickeln soll. Die Gestaltung dieser Vision sollte eine gemeinsame Anstrengung sein, an der alle wichtigen Akteure des Übergangs beteiligt sind, wie z. B. der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), der Verteilernetzbetreiber (VNB), die Regulierungsbehörde, die Betreiber von Ladestationen, die Betreiber des öffentlichen Verkehrs (PTO) und die lokalen Behörden. **Die Konsultation von Stakeholdern ist entscheidend, um ihre Perspektive auf die bestehenden Lücken, Barrieren und Chancen zu erhalten.**



©Sophie Jonas, Unsplash



©Getty images

Die Umsetzung der Vision erfordert einen Umsetzungsplan, der aus konkreten Maßnahmen besteht, die erklären, wie die Vision erreicht werden kann. Diese Maßnahmen können verschiedene Formen annehmen, von wirtschaftlichen Anreizen über politische Veränderungen bis hin zu Partnerschaften mit Netzbetreibern, Energieversorgern und Ladenetzbetreibern.

Der Umsetzungsplan sollte jeden Prozess beschreiben und wichtige Fragen beantworten, wie z. B.:

- **Was sind die verschiedenen Schritte oder Ansätze?**
- **Welche Stakeholder sind involviert und wer ist verantwortlich?**
- **Was ist der Zeitrahmen?**
- **Welche Vorschriften werden befolgt?**
- **Welche Finanzierungsmöglichkeiten gibt es?**

Alle oben genannten Schritte bilden den strategischen Umsetzungsplan, der regelmäßig neu evaluiert werden muss, um den tatsächlichen Umsetzungsfortschritt und mögliche unvorhergesehene Änderungen (d.h. alle ein bis zwei Jahre) zu berücksichtigen.

Ein wichtiges Thema im strategischen Umsetzungsplan für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ist das Stromnetz und die Bewältigung netzbezogener Herausforderungen<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> International Council on Clean Transportation (2020): [Electric vehicle charging guide for cities – International Council on Clean Transportation \(theicct.org\)](https://www.theicct.org/).

Als Beispiele dienen die beiden Pläne von Amsterdam und Brüssel<sup>13</sup>, in denen die Mobilitätsänderungen in der Fahrzeugflotte prognostiziert und der zukünftige Energiebedarf in GWh/Jahr berücksichtigt wird.

FALL-STUDIE

Auf Grundlage dieser Prognosen identifizierten die Städte eine konkrete Anzahl von benötigten Ladepunkten, die den Mobilitätsbedarf decken, und schätzten ein, inwieweit der Energiebedarf das Stromnetz belasten wird. Sowohl Amsterdam als auch Brüssel befassen sich mit der Frage, wie diese Auswirkungen abgemildert werden können, indem sie konkrete Maßnahmen vorschlagen, wie z. B.:

- Nutzung des bestehenden Netzes, um zusätzliche Kosten zu minimieren (d. h. Installation von Infrastruktur an dem Ort, an dem das Netz bereits verstärkt ist),
- Verstärkung des Stromnetzes bei Lastengpässen,
- Ladeinfrastruktur für die Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen,
- Entwicklung einer Strategie zur Umwandlung des bestehenden Stromnetzes in ein intelligentes Stromnetz,
- Einbeziehung von Akteuren, die über ein separates lokales Stromnetz verfügen, in den Ausbau der Ladeinfrastruktur durch Verhandlungen über den Zugang dazu.

Im Falle einer PTO, die nicht den ganzen Tag über die volle Kapazität ihres Netzes nutzt, könnten Schnellladezentren an ihr Stromnetz angeschlossen werden und Kapazität und Leistung bereitstellen, um die zusätzliche Belastung des Verteilnetzes zu verringern.

<sup>13</sup> Weitere Informationen zum Plan von Fall Amsterdam finden Sie [hier](#) und zum Plan von Fall Belgien [hier](#).



©Getty images



©Cardmapr, Unsplash



©John Cameron, Unsplash

## TECHNISCHE DATEN

## TECHNISCHE DATEN

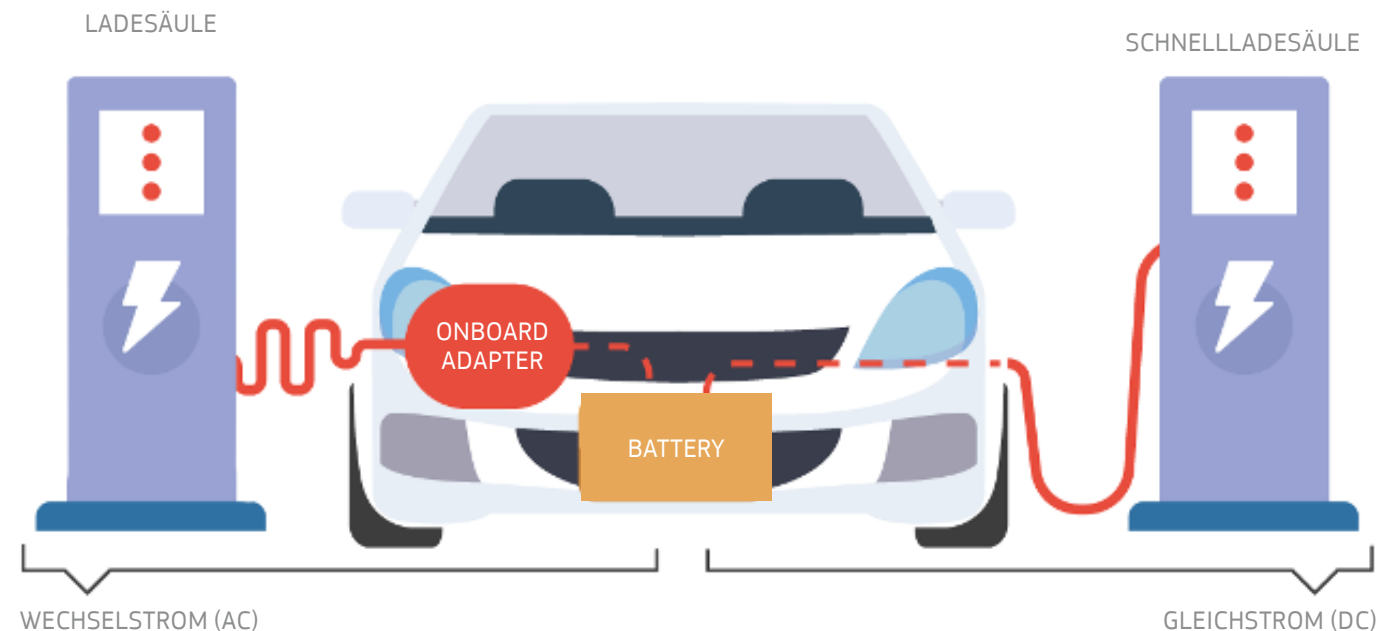
### Bestandteile des Systems

#### Hardware

Das Stromnetz arbeitet mit **Wechselstrom (AC)**. Eine normale Steckdose in einem europäischen Haushalt liefert **220–240 Volt** Wechselstrom. Herkömmliche Haushaltsgeräte werden jedoch nicht mit Wechselstrom betrieben, sondern verwenden einen Adapter, der Wechselstrom in **Gleichstrom (DC)** umwandelt. Die gleiche Situation tritt beim Laden eines Elektrofahrzeugs auf: Die Batterie im Inneren des Fahrzeugs ist in der Regel eine Gleichstrombatterie. Daher verfügen die meisten Elektrofahrzeuge über einen integrierten Adapter, der Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln kann, um die Batterie aufzuladen.

Die physische Größe von Adaptern hängt von der Leistung ab, die sie für die Umwandlung benötigen. Für das Schnellladen ist der Adapter bereits in der Ladeinfrastruktur, also außerhalb des Autos, integriert und der Strom ist bereits Gleichstrom.

**Bei V1G fließt die Energie aus dem Netz in das Auto und nicht umgekehrt, so dass sowohl AC- als auch DC-Ladeoptionen genutzt werden können.** Im Falle von V2G, bei dem Strom in das Netz eingespeist wird (bei normaler Ladeleistung), ist ein spezieller Adapter erforderlich. **Der Adapter muss in der Lage sein, Gleichstrom (die Batterie) in Wechselstrom (das Stromnetz) umzuwandeln.** Derzeit sind nur wenige Elektrofahrzeuge mit DC-AC-Adapter ausgestattet, was den Großteil der AC-Ladeinfrastrukturen, die V2G-Dienste anbieten, ausschließt. Ein V2G-Ladepunkt umfasst sowohl einen AC-DC-Adapter als auch einen DC-AC-Adapter. Dadurch wird sichergestellt, dass die Energie in beide Richtungen fließen kann.



## Software

Das Laden oder Entladen wird von einem Regelalgorithmus gesteuert. Die Energiemenge, die ausgetauscht wird, hängt von der Batterietechnologie, dem gewünschten und effektiven Ladezustand und möglicherweise von der Spannung am Anschlusspunkt sowie den Benutzereinstellungen ab. Auch ohne intelligentes oder bidirektionales Laden ist dieses Kontrollmanagement erforderlich, um einen sicheren Energieaustausch zu gewährleisten.



Intelligentes und bidirektionales Laden erfordert eine zusätzliche Managementebene, die die idealen **Lade-/Entladezeiten** berechnen und die Menge des auszutauschenden Stroms abschätzen kann. Damit Netzbetreiber das öffentliche Laden von Elektrofahrzeugen und die Netznutzung effektiv steuern können, müssen Echtzeitdaten und Verbrauchsprognosen vom Energiemarkt und anderen Energieakteuren verfügbar sein. Nutzer von Elektrofahrzeugen müssen auch ihren Ladezustand, bevorzugte und strenge Ladelimits, ihren Standort und ihre geschätzte Ladezeit mitteilen, was stark vom Benutzer abhängt.



Energiemanagement von dcbel in Montreal, Quebec ©dcbel, Unsplash



### Amsterdams intelligenter Ladeansatz zur Reduzierung von Höhepunkten in der Nachfrage

FALL-STUDIE

Die öffentliche Ladeinfrastruktur Amsterdams, die Mitte 2023 aus 10.000 Ladepunkten bestand, ist eine wichtige Einrichtung für Elektroautofahrer in der Stadt, da die meisten Haushalte nicht über private Parkplätze verfügen. Die durchschnittliche tägliche Auslastung der öffentlichen Ladestationen der Stadt liegt bei etwa 50% und steigt nachts auf 70%.

Typische Ladeinfrastrukturen sind auf dreiphasigen Anschlüssen mit einer Strombegrenzung von 25 Amper (A) aufgebaut. Die Auswirkungen einer Ladestation auf das Stromnetz, die eine solche Verbindung nutzt, sind wesentlich größer als die eines durchschnittlichen Haushalts. Für das Laden von Elektrofahrzeugen sind Spitzenlasten von bis zu 17 kW möglich, während ein niederländischer Haushalt durchschnittlich nur etwa 1 kW benötigt.

In diesem Pilotprojekt wurden 52 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge angepasst, um einen höheren Ladestrom von insgesamt 35 A zu ermöglichen. Dies geht jedoch mit Einschränkungen während der morgendlichen (20 A) und abendlichen Spitzenzeiten (6 A) einher. Dieses „Beste aus beiden Welten“-Szenario ermöglicht es den Fahrern von Elektrofahrzeugen, von höheren Ladegeschwindigkeiten zu profitieren, wenn das Netz nicht ausgelastet ist, und gleichzeitig die Netzlast in Spitzenzeiten zu senken. Davon profitierten sowohl Elektroautofahrer als auch Netz – und Ladesäulenbetreiber, indem sie die Ladezeiten und Betriebskosten senken. Darüber hinaus kann eine größere Synergie mit der Solar- und Windenergieproduktion ermöglichen.

Die Wirkung dieses optimierten Ladeschemas wurde anhand von drei Indikatoren gemessen: der durchschnittlichen Ladeleistung, der übertragenen Energiemenge und dem Anteil der positiv und negativ beeinflussten Ladevorgängen. Die durchschnittliche Ladeleistung stieg durch das neue System und es wurde eine Verringerung der übertragenen Energiemenge in den Abendstunden festgestellt, da sich die Ladezeiten über den Tag verteilen. Im Allgemeinen waren 14% der Ladevorgänge für Elektrofahrzeuge positiv betroffen, während nur 5% negativ betroffen waren.

Das Amsterdamer Pilotprojekt zum intelligenten Laden zeigt, dass das Management von Ladezeiten eine Win-Win-Lösung für Autofahrer, Städte und Netzbetreiber sein kann.

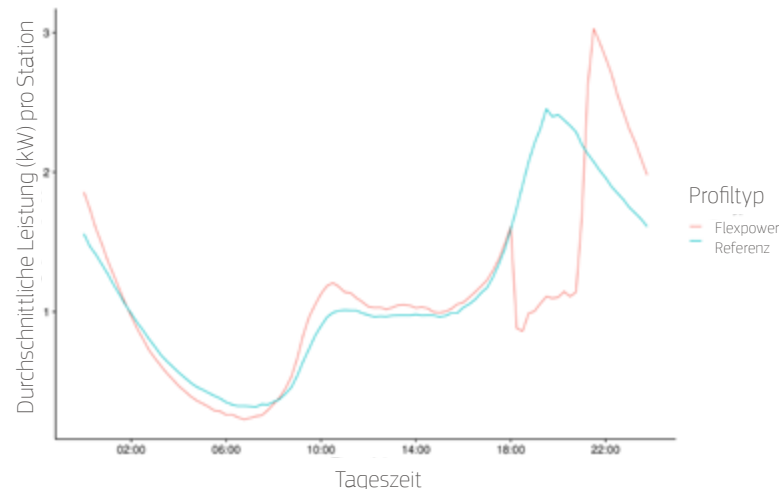
Weitere Informationen [finden Sie hier](#).



©elaad.nl



©Jenny Ueberberg, Unsplash



**OCTOPUS-Projekt (intelligentes Laden)**

Seit 2018 engagiert sich das Octopus-Projekt

FALL-  
STUDIE

für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen und die Erleichterung ergänzender Ladedienste in acht Ländern.

Der Ansatz besteht darin, den Nutzern ein umfassendes EV-Paket anzubieten, das ein Auto, ein intelligentes Ladegerät, einen Elektrofahrzeugetarif, kostenlose Meilen und Steuerersparnisse durch Gehaltsverzicht umfasst, die vom Arbeitgeber ermöglicht werden, und das bequem in einem konsolidierten Angebot gebündelt ist.

Octopus konzentriert sich auf die Überwindung finanzieller und technischer Barrieren, mit denen potenzielle Nutzer von Elektrofahrzeugen konfrontiert sind. In Anbetracht der Tatsache, dass Kosten und mangelnde Informationen den Umstieg auf Elektrofahrzeuge behindern, bieten sie Experten an, die die Nutzer zu verschiedenen Aspekten im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen beraten, einschließlich bei der Auswahl eines geeigneten Fahrzeugs und der Durchführung von optimalen Ladepraktiken optimale Ladepraktiken zur Kostensenkung.

Octopus optimiert die Informationen über den Kauf, den Betrieb und die Wartung von Elektrofahrzeugen und trägt so dazu bei, dass der Umstieg auf Elektrofahrzeuge kostengünstiger ist als die andauernde Nutzung von Benzin- oder Dieselfahrzeugen.

Weitere Informationen [finden Sie hier](#).



©OCTOPUS project (intelligentes Laden)

## Technische Barrieren

### Energieverluste

Die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom beim Laden von Elektrofahrzeugen kann nicht mit einem Wirkungsgrad von 100% erreicht werden. Der derzeitige technologische Fortschritt ermöglicht höhere AC/DC-Umwandlungswirkungsgrade und damit höhere Ladeeffizienzen, die von 90% bis 95% beim Schnellladen und 80% bis 90% beim langsamen Laden reichen. Das bedeutet, dass nur 80% bis 95% von der vom Ladegerät übertragenen Energie die Batterie des Elektrofahrzeugs erreichen.



### Degradation der Batterie

Die Steuerung des Ladens und Entladens der Batterie erhöht die Anzahl der Ladezyklen.

Beispielsweise verschlechtert sich die Batterie für Elektrofahrzeuge mit jedem Lade- und Entladezyklus geringfügig, wobei die Ladeleistung und die Entladetiefe wichtige Indikatoren für eine mögliche Verschlechterung sind.

Dieser Batterieabbau erweist sich als Herausforderung, da die Hersteller von Elektrofahrzeugen nicht daran interessiert sind, V2G zu aktivieren, wenn dadurch die Batterielebensdauer des Fahrzeugs verkürzt wird. Die Entwicklung von Batterietechnologien und Verbesserungen von Batteriemanagementsystemen sind jedoch weit fortgeschritten, und jüngste Studien deuten darauf hin, dass die Auswirkungen eines zusätzlichen Zyklus im Vergleich zu den Auswirkungen des Fahrens auf das Elektrofahrzeug vernachlässigbar sind<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> K. Uddin et al (2021): [On the possibility of extending the lifetime of lithium-ion batteries through optimal V2G facilitated by an integrated vehicle and smart-grid system](#)

### Standardisierung von Kommunikationsstandards



Wie bereits erwähnt, müssen Informationen verfügbar sein, um das Beste aus der V2G-Technologie herauszuholen. Dank neuester Standards wie ISO 15118-20 ermöglichen Ladeprotokolle (Kommunikation zwischen Ladepunkt und Elektrofahrzeug) bereits Informationsübertragungen wie Standort, aktuelle Art und gewünschter Ladezustand oder wie lange das Fahrzeug verbunden sein wird. Die Herausforderung besteht jedoch darin, zu verstehen welche Datentypen für jeweilige Prozesse erforderlich sind. Darüber hinaus sind Netzinformationen und -prognosen europaweit nicht einheitlich verfügbar.

Die VNB und ÜNB müssen diese Informationen in den kommenden Jahren im Zuge der weiteren Umsetzung des „Pakets für Saubere Energie“ sorgfältiger austauschen.

Die Europäische Kommission setzt sich für eine Straffung und Konvergenz der Standards und Protokolle für den Kommunikationsaustausch in Ladesystemen für Elektrofahrzeuge ein. Die Generaldirektion Mobilität und Verkehr (GD MOVE) der Europäischen Kommission hat Gespräche mit Interessenvertretern der Branche geführt, um die aktuellen Herausforderungen und Einschränkungen in Bezug auf unterstützte Funktionen, Anwendungen und Interoperabilität mit anderen Ladelösungen zu verstehen und wertvolle Empfehlungen für künftige delegierte Rechtsakte zu sammeln<sup>15</sup>. Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen zu konkreten Kommunikationsprotokollen für die wichtigsten Bereiche des Ökosystems für das Laden von Elektrofahrzeugen sind [hier](#) zu finden.

Die Europäische Kommission investiert weiterhin in die Entwicklung von Standards, um eine bessere Kommunikation zwischen allen beteiligten Akteuren zu ermöglichen und sogar vorzuschreiben.

<sup>15</sup> Directorate-General for Mobility und Transport (European Commission) (2022): [Mapping of the discussion concerning standards and protocols for communication exchange in the electromobility ecosystem.](#)



## Erkenntnisse



**Obwohl V2G Anwendungen sich mit mehreren Projekten rund um den Globus weiter entwickeln, müssen noch eine Reihe von Herausforderungen gemeistert werden, um V2G-Dienste für die breite Masse anbieten zu können.** Nur wenige Anbieter sind derzeit mit effektiven, kommerziell erhältlichen bidirektionalen Ladegeräten auf dem Markt präsent. Ebenso sind intelligente Ladealgorithmen noch nicht ausgereift und erfordern oft zu viel Maßarbeit, um wirtschaftlich tragfähig zu sein. Außerdem können Endnutzer keine wirtschaftlichen Vorteile aus solchen bidirektionalen Systemen ziehen, da das Risiko einer schnelleren Degradation der Batterie ihres Elektrofahrzeugs besteht. Die Standardisierung in der Kommunikation muss daher mit der Standardisierung der Geschäftsmodelle kombiniert werden, um eine Reduzierung der Entwicklungskosten zu ermöglichen.



**Intelligentes Laden und V2G können im Falle eines lokalen und wiederkehrenden Überschusses an erneuerbar erzeugter Energie in den Netzen mit begrenzter Kapazität einen Mehrwert schaffen.**



**Die Berücksichtigung der verschiedenen Kategorien von Nutzern wird entscheidend sein,** um die gewünschte Wirkung auf den Netzausgleich oder andere Energiedienstleistungen zu erzielen.

A woman with long blonde hair, wearing a dark blue dress, is standing at an electric vehicle charging station. She is holding the charging cable and looking towards the station. The background shows a white car and a building. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

**GESELLSCHAFTLICHE  
UND NUTZERBEZOGENE  
ASPEKTE**

## GESELLSCHAFTLICHE UND NUTZERBEZOGENE ASPEKTE

Da es sich bei V2G und intelligentem Laden um neue Technologien handelt, sind die meisten Implementierungen derzeit Pilotprojekte. Diese Pilotprojekte konzentrieren sich in der Regel auf technische Fragen und die Bewertung potenzieller Auswirkungen auf das Netz. Nur eine kleine Anzahl von Testfällen umfasst gesellschaftliche und nutzerspezifische Aspekte, obwohl sich die Forschung einig ist, dass diese für die Einführung der V2G-Technologie entscheidend sind.

Da Elektrofahrzeuge per Definition eine dezentrale Energieressource sind, werden mehr Anwendungsfälle nur mit einer höheren Akzeptanz von Elektrofahrzeugen möglich sein. Die Akzeptanz hängt jedoch von mehreren gesellschaftlichen und nutzerbezogenen Aspekten ab. Der Fahrzeugbesitz ist ein wichtiger Aspekt und Schlüssel für den Übergang von der bestehenden Fahrzeugflotte zu einer solchen mit einem signifikanten Anteil an Elektrofahrzeugen. Sollte der Fahrzeugbesitz hauptsächlich bei Unternehmen liegen, die ihren Mitarbeitern Autos als Teil der Vergütung zur Verfügung stellen, können politische Entscheidungen zu einem schnelleren Übergang führen. Die Offenheit gegenüber Innovationen wird ebenfalls ein Schlüsselement für die Akzeptanz der Technologie sein. Darüber hinaus beeinflussen kulturelle Aspekte und Gewohnheiten, wie ein Auto genutzt wird, einschließlich der durchschnittlichen Fahrstrecken und des Parkortes.



Volvero verbindet Fahrzeugbesitzer und Fahrer, um nicht ausgelastete Fahrzeuge zu nutzen. Über eine App können Einzelpersonen, Unternehmen und Autovermietungen die Kosten ihrer Fahrzeuge erheblich senken und ihre Investitionen durch die Vermietung an Fahrer monetarisieren. Mehr unter [volvero.com](https://volvero.com)

**Neben nutzerbezogenen beeinflussen auch gesellschaftliche Aspekte den möglichen Ausbau der notwendigen Infrastruktur sowie die öffentliche Meinung zu Elektrofahrzeugen.**

Das **Verteilungssystem** spielt eine Schlüsselrolle bei der Unterstützung der Implementierung von Ladegeräten durch einen schnellen und selbstverständlichen Anschlussprozess an eine solche Infrastruktur. Darüber hinaus könnten sie ein größeres Interesse daran haben, einen **Markt für Dienstleistungen** zu schaffen, wenn das Netz stärker unter intermittierenden erneuerbaren Energiequellen oder Engpässen aufgrund von erhöhter Nachfrage leidet. Schließlich **sind Umweltkriterien** von großer Bedeutung, für die die Bürger je nach Hintergrund, Kultur und Bildungsniveau empfänglich sein können.

**Die meisten gesellschaftlichen Barrieren für intelligentes Laden und V2G ergeben sich aus dem Zugangs Dritter zum Fahrzeug.**

Besitzer von Elektrofahrzeugen geben die Kontrolle über ihr **Ladeverhalten** im Austausch für finanzielle und ökologische Vorteile ab. Dies führt zu einer wahrgenommenen Verringerung der Verfügbarkeit oder Flexibilität des Fahrzeugs, da seine Verfügbarkeit aufgrund einer begrenzten Reichweite oder eines begrenzten Ladezustands im Notfall einschränkt wäre. Durch die Aufklärung von Bürgern und Nutzern von Elektrofahrzeugen über die potenziellen Vorteile und Risiken können viele Missverständnisse und Ängste gegenüber diesen Technologien ausgeräumt werden. **Social-Media-Kampagnen, Informationsveranstaltungen und Vorstellungen in Schulen** können zur Aufklärung der Öffentlichkeit beitragen.

Alternative Eigentumsstrukturen wie Carsharing, Leasinggesellschaften oder öffentliche Verkehrsflotten sind eine Möglichkeit, diese gesellschaftlichen Barrieren abzubauen. In B2B-Beziehungen werden Anforderungen und Versicherungen auch leichter durchgesetzt.



Das Fehlen einer unterstützenden Infrastruktur (Wartungs- und Verteilungsnetze) für Elektrofahrzeuge hindert Unternehmen daran, ihre Flotte zu elektrifizieren. Unternehmen benötigen zusätzliche Versicherungen oder Anreize in Form von Subventionen oder Steuersenkungen, um den Sprung zu wagen und ihre Flotte gänzlich auf Elektrofahrzeuge umzustellen.



### V2G-Testversuch in Großbritannien

Über einen Zeitraum von drei Jahren führte OVO Energy den weltweit größten nationalen V2G-Versuch durch. OVO Energy V2G war Teil des britischen Fahrzeug-zu-Netz-Wettbewerbs, finanziert vom Office for Low Emission Vehicles (OLEV, jetzt OZEV) und dem Department for Business Energy and Industrial Strategy (BEIS), in Zusammenarbeit mit Innovate UK.

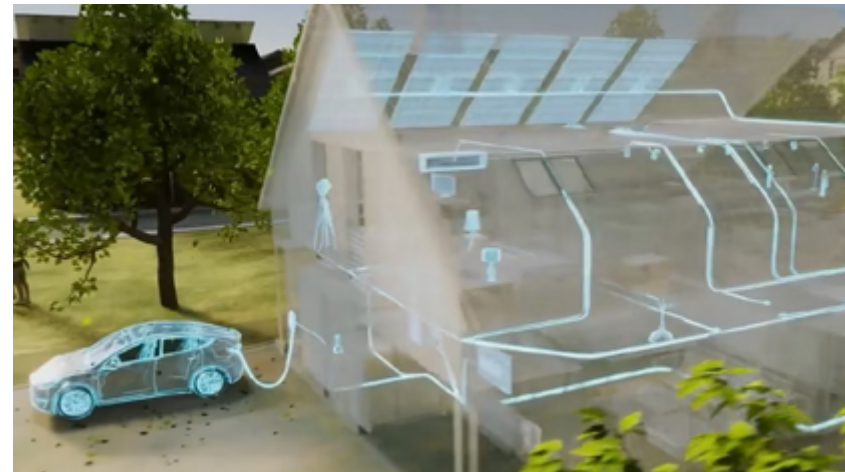
FALL-  
STUDIE

In diesem Versuch wurden die Auswirkungen der V2G-Technologie in einer realen Umgebung getestet. Es zeigte sich, dass diese Technologie sowohl die Belastung des Stromnetzes verringern als auch die Kosten für den Verbraucher senken kann.

Das Projekt steuerte das intelligente Laden von Elektrofahrzeugen durch die Berücksichtigung von Echtzeit-Marktsignalen wie Netzversorgung, Wetter, Preisgestaltung und das Aufladen von Fahrzeugen, wenn Kosten und Kohlenstoffemissionen niedrig waren. Es wurde eine Integration mit V2G-Ladestationen geschaffen, die es den Kunden ermöglicht, ihre bevorzugten Fahrbereitschaftszeiten über eine intuitive App festzulegen und gleichzeitig das Laden für Erschwinglichkeit und Nachhaltigkeit zu optimieren. Die Partnerschaft mit OVO Energy und Nissan führte zum Einsatz von 330 V2G-Geräten in ganz Großbritannien, die rund 3 Millionen Kilometer für Kunden zur Verfügung stellten, die wiederum zu Spitzenlastzeiten Energie exportierten.

Im Rahmen des Projekts wurde gezeigt, dass die V2G-Technologie den Bedarf an jährlichen Modernisierungen der Netzinfrastruktur um mehr als 3,5 Milliarden Euro reduzieren kann. Darüber hinaus können Kunden ein passives Jahreseinkommen von 500 EUR bis zu 930 EUR erzielen, indem sie ihre Fahrzeuge eingesteckt lassen, wenn sie nicht in Gebrauch sind.

Die Studienergebnisse zeigten eine hohe Kundenzufriedenheit und einen Rückgang der Bedenken gegenüber der V2G-Technologie. Während der gesamten Studie gaben 93% der Kunden an zufrieden mit ihrer V2G-Hardware zu sein. Ebenso sanken die Bedenken hinsichtlich der Batteriegesundheit von 61% zu Beginn der Studie auf 24% am Ende der Studie deutlich. Die Besorgnis über Kosteneinsparungen bei der Nutzung von V2G sank von 43% auf 28 %.



Lesen Sie [hier](#) mehr über die Studie von OVO Energy. ©Kaluzna



## Gesellschaftliche Barrieren

### Nichtverfügbarkeit von Informationen und Misstrauen

Der durchschnittliche Nutzer eines Elektrofahrzeugs verfügt über begrenzte Kenntnisse von Batterien, dem Stromnetz oder den Vorteilen von intelligentem Laden und V2G. Dieser Mangel an Wissen, zusammen mit den weit verbreiteten Fehlinformationen über die potenziellen Vorteile dieser Technologien, führt leicht zu Missverständnissen über intelligentes Laden und V2G und verstärkt das Misstrauen der Verbraucher. Beispielsweise werden die Auswirkungen der Batteriedegradation oft übertrieben dargestellt, was Besitzer von Elektrofahrzeugen daran hindert, die V2G-Technologie zu unterstützen.



Im Rahmen des FP7-Projekts **City-zen wurde ein V2G-Ladegerät** in Amsterdam getestet.

Das Gerät fiel jeden Abend gegen Mitternacht aus. Jedoch konnte kein technisches Problem identifiziert werden. Daher hielt sich ein Mitarbeiter von Alliander in einem Auto in der Nähe auf, um das V2G-Ladegerät zu überwachen, und beobachtete eine Person, die kurz vor dem Schlafengehen den Notausknopf drückte. Es stellte sich heraus, dass sich das Schlafzimmerfenster der Person direkt über dem Ladegerät befand und das Geräusch dessen Lüfters die Person am Schlafen hinderte.

### Zugriff Dritter auf das Fahrzeug

Beim intelligenten Laden oder V2G wird das Laden des Elektrofahrzeugs durch einen Steuerungsalgorithmus eines Drittanbieters gesteuert. Der Nutzer des Elektrofahrzeugs lässt den Einfluss einer externen Partei auf sein Fahrzeug zu, die bestimmen kann wie und wann es geladen und/oder entladen wird. Nicht alle Nutzer von Elektrofahrzeugen fühlen sich wohl dabei, diese Art des Zugriffs zuzulassen. Sie Sorgen sich darum, was passiert, wenn der Algorithmus einen Fehler macht und sie das Auto daher nicht wie vorgesehen nutzen können oder dies ihre Energierechnung negativ beeinflusst. Diese Art der Kontrolle erfordert auch die Beachtung der Privatsphäre und des Datenschutzes sowie die Einhaltung geltender Gesetze durch Dritte.

### Reichweitenangst

Reichweitenangst ist die Befürchtung, dass die Reichweite eines Fahrzeugs nicht ausreicht, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Benzin-/Dieselfahrzeugen benötigen Elektrofahrzeuge einige Zeit, um geladen zu werden, bevor sie abfahrbereit sind. Mit intelligentem Laden und V2G kann es sein, dass das Elektrofahrzeug nicht sofort bis zur maximalen Kapazität aufgeladen wird. Dies erhöht die Reichweitenangst, da das Fahrzeug im Notfall oder bei einer unerwarteten Fahrt möglicherweise nicht über die maximale Reichweite verfügt.



Marisca (Hoogschagen) Zweistra präsentiert Allianders Geschichte während der FuckUp Night in Amsterdam während der City-zen Days 2019. ©City-zen

## Versicherung und Garantie

Wenn es darum geht, Dritten den Zugriff auf ein Elektrofahrzeug zu ermöglichen, sind die Verantwortlichkeiten im Falle eines Ausfalls noch nicht klar definiert.

**! Wenn ein Problem mit der Batterie auftritt, ist die Abdeckung von Versicherungen oder Garantien bei der atypischen Nutzung des Akkus wie bei V2G möglicherweise nicht klar.**

Auch die heutigen Garantien basieren hauptsächlich auf der verfügbaren Reichweite nach einer bestimmten Laufleistung. Der Mangel an ausgereiften Versicherungsstandards und Klarheit über die Garantien behindert eine breite Einführung von V2G.



©Michael Jin, Unsplash

## Unterstützende Infrastruktur

V2G und intelligentes Laden sind ein aufstrebendes Modell. Obwohl die Technologie ausgereift ist, fehlt es an unterstützender Infrastruktur.

Im Vergleich zu traditionellen Transportmitteln ist der Vertrieb und die Wartung von Elektrofahrzeugen (z. B. Werkstätten, Händler) begrenzt.


**! Die mangelnde Unterstützung bei einem Ausfall von Elektrofahrzeugen erweist sich als Hindernis für Unternehmen, die ihre Flotte elektrifizieren wollen.**



Intelligente, saubere Energie und Elektrofahrzeuge in Amsterdam. ©Flexpower Amsterdam project | SEEV4-City

## Lehren

Mehrere der seit 2016 durchgeführten Pilotprojekte zielten darauf ab, Endnutzer für die Teilnahme an einem Pilotprojekt zum intelligenten Laden von Elektrofahrzeugen oder an einem V2G-Test zu gewinnen. Zu den allgemeinen Schlussfolgerungen zu gesellschaftlichen und nutzerbezogenen Aspekten innovativer Ladetechnologien gehören:



- ✓ Die Nutzerakzeptanz von Ladetechnologien ist oft höher, wenn es **einen Mehrwert oder einen entsprechenden wirtschaftlichen Ausgleich gibt**.
- ✓ Es ist wichtig, **Vertrauen zu schaffen und sich die Zeit zu nehmen**, umfassend mit den Nutzern und der breiteren Community zu kommunizieren.
- ✓ **Durch die Erprobung** innovativer Ladetechnologien durch potenzielle Nutzer (z.B. in Pilotprojekten) kann Wissen über die Technologien aufgebaut und deren Akzeptanz gefördert werden.
- ✓ Pilotprojektteilnehmer sind oft bereit, mitzumachen, aber es ist wichtig, ihre Teilnahme anzuerkennen. Die Benutzer gaben eine einwandfrei funktionierende Alternative auf, um zum Erfolg des Piloten beizutragen, nicht umgekehrt.
- ✓ Handeln Sie sofort, wenn etwas nicht wie geplant funktioniert, **und stellen Sie sicher, dass ein engagiertes Team bereit ist, jedes Problem zu lösen**.



- ✓ Überlegen Sie, wie die Bürger **den Verkehr in Zukunft nutzen werden**. Mögliche Verkehrsverlagerungen (sanfter und öffentlicher Verkehr) oder der Rückgang des Besitzes von Privatfahrzeugen sollten berücksichtigt werden.
- ✓ **Mobilitätshubs, Mobilitätslösungen für die letzte Meile und Carsharing** könnten alle zu Mobility-as-a-Service beitragen. In diesem Format liegt der Autobesitz nicht beim Endverbraucher, was die Akzeptanz innovativer Ladetechnologien erleichtert.
- ✓ Eine gute **Kommunikation, Erfahrungsberichte und Erklärungen zur Funktionsweise der Technologie und den damit verbundenen Vorteilen und Risiken** tragen dazu bei, die Bedenken oder Missverständnisse der Nutzer zu reduzieren.
- ✓ Die Bedeutung der **Vielfalt von Nutzerprofilen**, um das Risiko für verzerrte Ergebnisse zu verringern.
- ✓ Ein wichtiger Wegbereiter für die Akzeptanz ist es, **dem Nutzer die Kontrolle zu überlassen**. Dies kann durch Apps erreicht werden, bei denen der Ladevorgang nach Belieben eingerichtet werden kann.





**STEUERUNG UND  
REGULIERUNG**

## STEUERUNG UND REGULIERUNG

Technologien wie V1G und V2G stehen vor der Herausforderung, auf traditionellen Energiemärkten zu konkurrieren, die nicht vollständig auf ihr Potenzial ausgerichtet sind. Die Energieregulierung ist komplex und stellt ein Hindernis für neue Technologien wie intelligentes Laden von Fahrzeugen und V2G dar, um unmittelbare Auswirkungen zu erzielen. Glücklicherweise arbeiten verschiedene Projekte in ganz Europa daran, die Gesetzgebung zu hinterfragen und zu verändern, damit sie besser an die moderne Energielandschaft angepasst wird.

Die wichtigste EU-Verordnung, die neue [Infrastrukturverordnung für alternative Kraftstoffe](#), wird den notwendigen Aufbau einer interoperablen und benutzerfreundlichen Infrastruktur für das Aufladen von Elektrofahrzeugen in der gesamten EU gewährleisten. Diese Rechtsvorschriften legen verbindliche nationale Ziele für den Aufbau der Ladeinfrastruktur für leichte und schwere Nutzfahrzeuge fest und gewährleisten Interoperabilität, umfassende Nutzerinformationen und angemessene Zahlungsmöglichkeiten.

Auch wenn nationale oder europäische Politik und Normungsprozesse nicht direkt von der Stadtebene aus beeinflusst werden können, so können lokale politische Entscheidungsträger mit Unterstützung doch einen Unterschied machen, indem sie intelligentes Laden von Elektrofahrzeugen und V2G-Initiativen unterstützen.

Die Europäische Kommission stellt Leitlinien und Best-Practice-Beispiele zur Verfügung, um lokale politische Entscheidungsträger bei der Einführung intelligenter Lade – und V2G-Initiativen über verschiedene Plattformen wie das [Sustainable Transport Forum \(STF\)](#)<sup>16</sup> und das [EU Urban Mobility Observatory ELTIS](#)<sup>17</sup> zu unterstützen. Der STF hat verschiedene Dokumente entwickelt, die die Best Practices der Vorreiterstädte aufzeigen und mit anderen Städten und Regionen geteilt werden können, die den Ausbau der Ladeinfrastruktur initiieren.

Der Bericht, in dem die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen zur Erfahrungen von Marktteilnehmern mit Genehmigungs – und Netzanschlussverfahren für Ladeinfrastruktur ist hier [hier](#) verfügbar.



<sup>16</sup> Das Forum für nachhaltigen Verkehr dient als Plattform für den strukturellen Dialog, den Austausch von technischem Wissen, die Zusammenarbeit und Koordinierung zwischen den Mitgliedstaaten der Union und den einschlägigen öffentlichen und privaten Akteuren. Weitere Informationen finden Sie [hier](#).

<sup>17</sup> Die EU-Beobachtungsstelle für urbane Mobilität erleichtert den Austausch von Informationen, Wissen und Erfahrungen im Bereich der nachhaltigen urbanen Mobilität in Europa. Relevante Anwendungsfälle finden Sie [hier](#).

## Steuerung und regulatorische Barrieren

### Ausbau der Ladeinfrastruktur

Die Integration von Ladeeinrichtungen in den öffentlichen Bereich ist ein langsamer Prozess, da die Interaktion mit den beteiligten Akteuren (Nutzer, VNB, ÜNB usw.) oft unklar ist. Zwei Gründe dafür lassen sich leicht ausmachen:

- Die Rolle des VNB ist in Bezug auf die Ladeinfrastruktur nicht geklärt. Dies führt zu Differenzen, da der VNB die Anlagen kontrollieren möchte. Hierbei erleichtert die vollständige Kontrolle über dem Netz hinzugefügte Anlagen die Arbeit des VNB. Die Kontrolle könnte auch durch eine regionale Ausschreibung ausgeübt werden, in der ein oder zwei Anbieter von öffentlicher Ladeinfrastruktur benannt werden<sup>18</sup>.
- Das Fehlen eines stadtweiten Standortplans für Ladestationen verlangsamt Genehmigungsverfahren, da befürchtet wird, dass überall in der Stadt Ladestationen errichtet werden. Eine integrierte Stadtplanung sollte sowohl den Bedarf als auch den Standort von Ladestationen sowie ein Verfahren berücksichtigen, das von allen befolgt werden muss, die bereit sind, in eine solche Infrastruktur zu investieren.

Während der erste Aspekt auf regionaler oder nationaler Ebene angegangen werden sollte, liegt der zweite in der Verantwortung der Stadt. Hier kann eine proaktive Stadtplanung eine entscheidende Rolle bei der Umstellung der Fahrzeuge ihrer Bewohner spielen.



©Ernest Ojeh, Unsplash



Partago ist eine Bürgergenossenschaft für das Teilen von Elektrofahrzeugen in Leuven, Belgien. ©Partago

<sup>18</sup> DNV (2023): [Transport in Transition](#)

### Astypalea, eine griechische Insel wird grün

Das Projekt „Smart & Sustainable Island“ wird nun bereits im dritten Jahr umgesetzt. Es handelt sich hierbei um eine Kooperation zwischen dem Volkswagen Konzern und der Hellenischen Republik, die darauf abzielt, das Leben der Einwohner von Astypalea zu verbessern und die Insel zu einem Modell für grüne Mobilität und Kreislaufwirtschaft zu machen.

FALL-  
STUDIE

Herkömmliche Mobilitätsangebote werden durch Carsharing und Ridesharing (astyGO) sowie On-Demand-ÖPNV-Angebote (astyBUS) ersetzt. Darüber hinaus werden Solaranlagen für das Laden von Elektroautos installiert, wodurch die Insel auf ausschließliche elektrische Mobilität umgestellt wird. Darüber hinaus sind alle Mobilitätsdienste in die astyMOVE-App integriert, so dass Besucher und Bewohner von Astypalea diese Dienste über ihr Smartphone nutzen können.

Die Initiative wurde von den Bürgerinnen und Bürgern gut angenommen: Laut einer Umfrage gaben fast 50% der 221 Befragten an, sich vorstellen zu können ihr Fahrzeug aufzugeben, um ausschließlich die neuen Elektromobilitätsdienste zu nutzen. Zwischen Januar und September 2023 nutzten 25% der Einwohner von Astypalea die On-Demand-ÖPNV-Dienste von astyBUS, was die Akzeptanz der Bewohner an intelligenten Mobilitätslösungen unterstreicht. Mit einer wachsenden Flotte von Elektrofahrzeugen deckt verfügbare Solarkapazität 2023 100% der zum Aufladen der Elektrofahrzeuge benötigten Energie und zusätzlich mehr als 50% des gesamten Energiebedarfs der Insel. Seit dem Start der Dienste im Juni 2022 haben die Nutzer des astyMOVE-Dienstes mehr als 370.000 km mit dem Carsharing-Elektrofahrzeug zurückgelegt.

Die Initiative wird über mehrere Jahre hinweg begleitet und evaluiert. Innerhalb von fünf Jahren wird Astypalea weitgehend auf nachhaltige Mobilität und Energie umgestellt sein, mit 100% Elektrofahrzeugen, intelligenten Mobilitätsdiensten und einem grünen Hybrid-Energiesystem.



Weitere Informationen zum Projekt Smart & Sustainable Island finden Sie [hier](#). ©Kosmocar / astyMOVE

## Fehlende Anreize

Abgesehen von der **Behind-the-Meter Optimierung mit maximiertem Eigenverbrauch und der Deckung von Bedarfsspitzen** bietet das **intelligente Laden von Fahrzeugen heute wenig Mehrwert**.

In einigen europäischen Mitgliedsstaaten werden Ladesäulen bereits aggregiert und können am Energiemarkt teilnehmen, auch wenn dies noch nicht in großem Umfang genutzt wird. Die Schwankungen der Energiepreise halten sich in Grenzen und verlagern den Verbrauch von Spitzen- auf Schwachlastzeiten. Es wird jedoch nicht die gesamte Dauer genutzt, in der das Fahrzeug an das Ladegerät angeschlossen ist, um das Energiebedarfsprofil und seine Verteilung über den zur Verfügung stehenden Zeitraum effektiv zu verringern.

Es gibt nur eine begrenzte Anzahl europäischer Pilotprojekte, die mit V2G experimentieren. Um die Integration der V2G-Technologie zu erleichtern, ist daher zusätzliche staatliche Unterstützung erforderlich. Neben der finanziellen Unterstützung für die Anschaffung von bidirektionalen Ladegeräten oder V2G-fähigen Fahrzeugen ist auch die regulatorische Unterstützung von Vorteil.

**Da ein Pilotprojekt in Reallaboren betrieben wird (z. B. Erprobung eines Time-of-Use-Tarif<sup>19</sup>), können V2G-Pilotprojekte die Gesetzgebung der Zukunft steuern.**

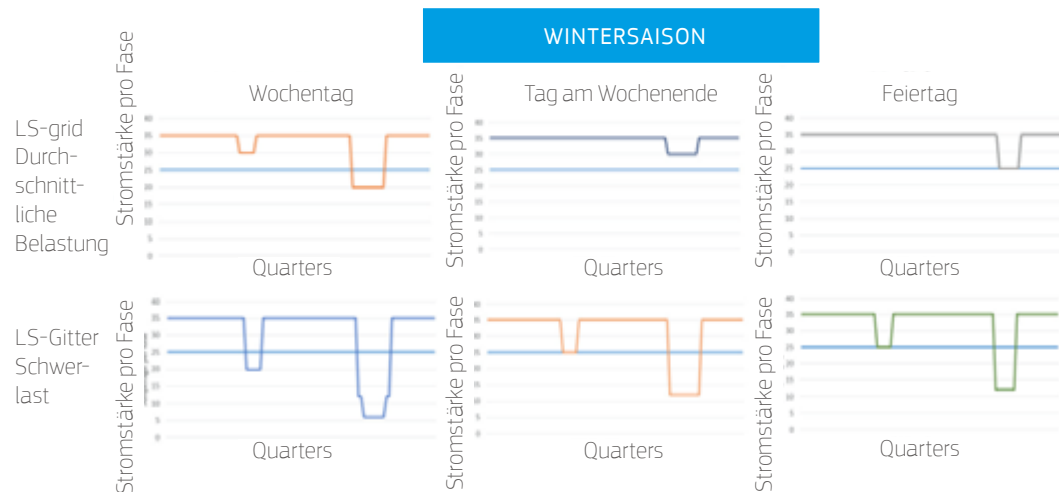
<sup>19</sup> Im nächsten Abschnitt „Geschäftsmodelle und Finanzierung“ finden Sie Beispiele für Reallabore.

## Nutzungszeittarif

In den meisten europäischen Ländern hat der Zeitpunkt des Stromverbrauchs keinen wesentlichen Einfluss auf die Stromrechnung.

Ein dynamischer sogenannter Time-of-Use-Tarif ist eine weitere Möglichkeit das Energieverbrauchsprofil zu beeinflussen. Wenn die Strompreise hoch sind, und gleichzeitig **lokale oder globale Engpässe auftreten** (z.B. am frühen Abend), und wenn die Strompreise niedrig sind, und die lokale erneuerbare Energieproduktion hoch und der Verbrauch dabei niedrig ist, kann V1G oder V2G den Verbrauch an die niedrigeren Preise anpassen.

Um dies zu ermöglichen, wird ein granularer Stromtarif mit einer anderen Preisvorgabe, z. B. alle 15 Minuten, benötigt. Um ein lokales Engpassmanagement zu berücksichtigen, könnte der Tarif auch an den Standort im Netz angepasst werden. Dies erfordert die **Zusammenarbeit von Regulierungsbehörden, ÜNB, VNB und Energieversorgern**. In ganz Europa wird in mehreren Pilotprojekten mit Nutzungszeittarifen experimentiert. Dieser dynamische Tarif wird in naher Zukunft eingeführt werden, aber der **komplizierte Rechtsrahmen** führt in vielen Mitgliedstaaten zu Verzögerungen. **Außerdem ist die Einführung digitaler Zähler noch nicht abgeschlossen, was die potenzielle Einführung behindert.**



FlexPower-Profile, das in Amsterdam zum Einsatz kommt. ©FlexPower



## Standardisierung

Die technischen Hindernisse für die Interoperabilität werden derzeit von den europäischen politischen Entscheidungsträgern bewertet, um mit allen Beteiligten einen Konsens über die auszutauschenden Daten, die Verbindungsstandards und die zu verwendenden Protokolle zu erzielen.

Standardisierung und Interoperabilität, die es den Ladestationen ermöglichen, Kunden aller Anbieter zu bedienen, sind von entscheidender Bedeutung, um die Auslastung der Ladestationen zu maximieren, das Kundenerlebnis zu verbessern und Investitionen zu optimieren<sup>20</sup>.



©inbalancegrid.com

<sup>20</sup> Weitere Informationen darüber, wie die Regierung die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen steigern kann finden Sie [hier](#).



Weitere Informationen zur Einführung von E-Bussen in Städten finden Sie [hier](#). ©Siemens Mobility

## Erkenntnisse

✓ Der nationale/europäische **Rechtsrahmen für V2G ist noch nicht ausgereift**. Es wird erwartet, dass die Gesetzgebung in naher Zukunft die Integration der V2G-Technologie in den Energiemarkt ermöglicht. Von der städtischen Ebene aus ist die nationale Gesetzgebung nicht leicht zu beeinflussen. Auf lokaler Ebene können jedoch Anreize geschaffen werden, indem innovative V2G-Pilotprojekte finanziert und repliziert werden.

✓ Eine Stadt kann ein wichtiger Wegbereiter für den **Übergang zu einer intelligenten Elektroflotte sein**. Wenn die Stadtplanungs- und Genehmigungsabteilungen aufeinander abgestimmt sind, um einen reibungslosen Prozess zu gewährleisten, wird das Nutzererlebnis verbessert, Investoren angezogen und eine hohe Sichtbarkeit der Übergangsziele in der Öffentlichkeit gewährleistet.

Während ein Elektrofahrzeug von der Teilnahme an mehreren Energiedienstleistungen profitieren kann, gilt dies auch für Ladestationen. Bei der Planung von Ladeeinrichtungen sollte die Stadt **mit verschiedenen Marktakteuren zusammenarbeiten, um einen erfolgreichen und replizierbaren Ansatz zu gewährleisten**.

- ✓ Die Zusammenarbeit mit dem Verteilnetzbetreiber ist ein Schlüsselement für die erfolgreiche Umsetzung in einem flexibleren Energiemarkt mit Leistungsebenen auf Nieder – und Mittelspannungsebene.
- ✓ Nationale Behörden und Energieregulierungsbehörden sind entscheidend für die Gestaltung und Umsetzung der Grundsätze für Flexibilitätsmärkte, Aggregationsdienste, Kapazitätsmechanismen und dynamischen Tarife. Sie sollten dabei die Erkenntnisse aus den verschiedenen Pilotprojekten, die in dieser Broschüre vorgestellt werden, berücksichtigen. Reallabore für Testprojekte könnten helfen, die Besonderheiten des regionalen oder nationalen Kontexts zu verstehen, dort wo das Wissen noch nicht verfügbar ist.
- ✓ Auf keinen Fall sollten Reallabore als Umsetzungsverzögerungsmanöver eingesetzt werden. Die nationalen und regionalen Behörden sollten mit den Herstellern von Kraftfahrzeugen und Ladestationen, Aggregatoren und Flottenbetreibern zusammenarbeiten, um **die Bedeutung von Interoperabilitätsstandards zu betonen, außerdem sollten sie klare Erwartungen an die Zusammenarbeit bei der Entwicklung formulieren und die vereinbarten Standards und Protokolle übernehmen**.



**LEHREN**



# GESCHÄFTSMODELLE UND FINANZIERUNG

# GESCHÄFTSMODELLE UND FINANZIERUNG

## Mögliche Geschäftsmodelle



Geschäftsmodelle sollten gewährleisten, dass die Nutzung von flexiblem Laden und Entladen von Elektrofahrzeugen, **Kosteneinsparungen für den individuellen Endverbraucher ermöglichen**. Dies wird die Nutzer, VNB und ÜNB motivieren, ihre Anstrengungen zur Aktivierung des netzinteraktiven Ladens zur Deckung von Spitzenlasten und zum Energiehandel zu verstärken. Von der Tarifgestaltung bis hin zu Marktausschreibungen können verschiedene Mechanismen eingesetzt werden, um Kosteneinsparungen in Vergütungen umzuwandeln.

Für Länder mit nicht entflochtenen Strommärkten, insbesondere wenn der Strommarkt nur für Großversorger und Einzelhändler zugänglich ist, ist eine Öffnung der Energie- und Regelenergiemärkte jedoch möglicherweise nicht möglich. **Daher besteht der erste entscheidende Schritt darin, die Nachfragesteuerung und die Einbeziehung von Unternehmen, die Elektrofahrzeuge, Ladestationen und stationäre Batterien anbieten, in den Markt zu ermöglichen**<sup>21</sup>.



Darüber hinaus können Marktspezifikationen, wie Mindestgröße und Ähnlichkeit von Anlagen, Hürden schaffen, indem Mindestanforderungen an die Aggregation von Elektrofahrzeugen festgelegt werden. Wo dies möglich ist, sollte **der Abbau dieser impliziten Markteintrittsbarriere gefördert werden**.

<sup>21</sup> IEA (2022): [Grid Integration of Electric Vehicles](#)

### Die intelligente Ladelösung für Elektrofahrzeuge von Inbalance Grid

FALL-STUDIE

Inbalance Grid ist ein in Litauen ansässiges Unternehmen, das Lösungen für das Laden von Elektrofahrzeugen anbietet. Hierbei wird die Netzbegrenzungsbarriere, durch eine cloudbasierte dynamische Lastmanagementtechnologie für den Netzausgleich, überwunden. Inbalance Grid entwickelt intelligente Ladehardware und -software für Elektrofahrzeuge und betreibt ein Ladenetzwerk in Mittel- und Osteuropa. Die Netzausgleichstechnologie ermöglicht den Bau von mehr Ladestationen mit weniger dedizierter Leistung, mit Vorteilen wie:

- Senkung der Investitionskosten für die Ladeinfrastruktur,
- Vermeidung von nicht nachhaltigem und teurem Netzausbau,
- Erweiterung der Netzkapazität durch Eliminierung von Netzüberlastungen aufgrund unangepasster Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen,
- Schaffung von Lademöglichkeiten.



©inbalancegrid.com



©inbalancegrid.com

## Die Gestaltung dynamischer Tarife

Die Verbesserung der Flexibilität von Elektrofahrzeugen bei gleichzeitiger Beibehaltung statischer Tarife für andere Nutzer.

Die Tarifgestaltung ist ein technologieneutraler Ansatz, der Ladeentscheidungen an die Netzkosten anpassen kann, um Systemkosten zu senken. Durch die Entwicklung spezifischer Elektrofahrzeug-Tarife und die getrennte Messung kann die Flexibilität beim Laden von Elektrofahrzeugen erhöht werden, während die statischen Tarife für andere Verwendungszwecke erhalten, bleiben<sup>14</sup>.

Eine Studie aus der Europäischen Union zeigt beispielsweise, dass durch die Einführung von Echtzeittarifen bis zu 27% der Stromerzeugungskosten eingespart werden können<sup>22</sup>.

Beispiele für dynamische Tarife sind:

- **Echtzeittarife:** Tarife, die in Spitzenzeiten zu einem höheren Preis festgesetzt werden, um den Verbrauch zu bremsen.
- **Echtzeit Bepreisung:** Änderung der Tarife zu Echtzeitbedingungen. Dies setzt jedoch komplexe, fortschrittliche und teure Mess- und Kommunikationsressourcen voraus.
- **Bepreisung zu kritischen Spitzenzeiten:** Feste Tarife mit der Einführung besonders hoher Preise, wenn eine Reduzierung des Verbrauchs erforderlich ist.

Für die Endverbraucher sind die Gewinnmargen dieses Geschäftsmodells jedoch nicht substanziell. Ein Pilotprojekt im Vereinigten Königreich kam zu dem Schluss, dass sich die jährlichen Einsparungen für die Verbraucher im Durchschnitt auf etwas weniger als 500 EUR belaufen<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> Europäische Kommission (2019): [Effect of electromobility on the power system und the integration of RES](#)

<sup>23</sup> Weitere Informationen zu Project Scirus [hier](#).

## Bereitstellung von Netzdienstleistungen

Als Alternative zur Tarifgestaltung ermöglicht die marktbasierete Auftragsvergabe über lokale Flexibilitätsmärkte, Ausschreibungen auf der Grundlage von Kapazität und Energie, wobei die Nutzung der kostengünstigsten Flexibilitätsressourcen Vorrang hat.

Aufgrund der geringen Margen im Energiehandel sind diese Geschäftsmodelle eher für Aggregatoren, Flottenmanager oder Betreiber öffentlicher Elektromobilität, die Zugang zu einer größeren Energiekapazität haben, interessant.

## Aggregation von Elektrofahrzeugen

Die Aggregation von Elektrofahrzeugen ist eine sinnvolle Methode für dezentrale Ressourcen, um aktiv an den Energiemärkten teilzunehmen. Aggregatoren von Elektrofahrzeugen haben häufig Zugang zum Strommarkt und können sich mit kleineren Einheiten verbinden, die Netzdienstleistungen oder Flexibilität anbieten.

## Fahrzeug-zu-Netz

V2G kann beim lokalen Engpassmanagement helfen, indem es Produktion und Verbrauch auf Niederspannungsebenen aufeinander abstimmt. Bei den Geschäftsmodellen für Niederspannungsdienstleistungen herrscht jedoch noch Unsicherheit, bis Details und Werte auf lokaler Ebene definiert sind und Klarheit über das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage nach Dienstleistungen besteht. Die Erwartungswerte sind jedoch im Vergleich zum besten Flexibilitätsdienst (V2G, intelligentes Laden etc.) zu sehen. Eine substanzielle Vergütung für den Beitrag eines einzelnen Elektrofahrzeugs ist daher nicht zu erwarten.



## Energiereserven

Durch die intermittierende dezentrale Erzeugung erneuerbarer Energien wird der Ausgleich zwischen Energienachfrage und -angebot zu einer dynamischeren Herausforderung. Für die Aufrechterhaltung der Stromqualität werden „Energiereserven“ eingesetzt, bei denen Kapazitäten reserviert werden, wenn das Angebot den Bedarf nicht decken kann oder umgekehrt. Darüber hinaus müssen Frequenzschwankungen begrenzt werden, was ein schnelles Handeln auf der Angebots- oder Nachfrageseite erfordert.

EV-Flotten oder Flotten des öffentlichen Nahverkehrs können als Energiereserve genutzt werden, während sie an das Stromnetz angeschlossen sind.

Da Elektrofahrzeuge unmittelbar auf Frequenzschwankungen reagieren können (zwischen 0 und 30 Sekunden), eignen sie sich sehr gut für die Frequenzregelung. Bei der Integration von V2G-fähigen Flotten in die Energiereserven stellen die derzeit strengen Vorschriften in vielen Mitgliedstaaten eine Herausforderung dar.

Der Markteintritt erfordert eine Kapazität von 1 MW bei 100% Verfügbarkeit, was 100 an das Netz angeschlossenen Elektrofahrzeugen entspricht.

**! Um diese 100%-ige Verfügbarkeit zu gewährleisten, muss die Flotte außerdem wesentlich größer sein, um mindestens 1 MW zu gewährleisten.**

### Parker-Projekt: Bereitstellung von Frequenzregulation mit Elektrofahrzeugen.

In Dänemark wurde ein erstes Pilotprojekt ins Leben gerufen, das V2G und die Frequenzregulation miteinander verbindet (das Parker-Projekt). Es zeigte sich, dass eine bidirektionale Frequenzregelung in der Regel 500 EUR/Auto/Jahr einbringen kann. Diese Margen bieten einen ausreichenden Anreiz für Aggregatoren, einen V2G-Algorithmus zu entwickeln und zu pflegen. Es bleiben jedoch nach wie vor einige Markteintrittsbarrieren bestehen.

Die Vorqualifizierung von aggregierten Elektrofahrzeugen für die Frequenzregelung kann eine Herausforderung darstellen, da die technischen Vorschriften für diese Art von Ressource noch nicht vollständig definiert sind. Die wichtigsten wirtschaftlichen Hindernisse, die identifiziert wurden, sind die Tarife und Steuerkosten, die mit dem bidirektionalen Energiefluss bei der Bereitstellung von V2G-Diensten verbunden sind, sowie die derzeitigen Anforderungen an teure Abrechnungszähler für die Erfassung der Versorgungsqualität.

Weitere Informationen finden Sie [hier](#).



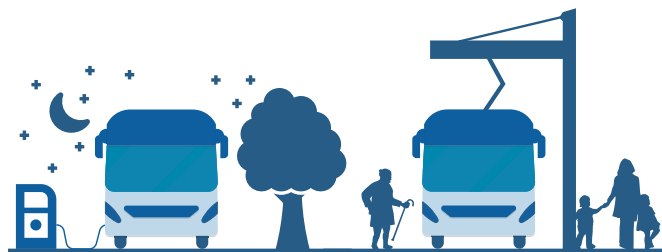
©Parker-Projekt

## Interessante Möglichkeiten

Bei der Kombination von Netzdienstleistungen mit zusätzlichen Mobilitätsdienstleistungen ergeben sich interessante Geschäftsmodelle. Die zusätzlichen Einnahmen aus der Bereitstellung von Elektrofahrzeugen für das Netz können die Mehrkosten der Elektromobilität im Vergleich zu herkömmlichen Transportmitteln ausgleichen. Gleichzeitig sind die Umweltvorteile einer Flotte aus Elektrofahrzeugen nicht zu vernachlässigen. Im Folgenden werden Beispiele vorgestellt, wie verschiedene Mobilitätsdienste mit Netzdiensten interagieren können, um einen Mehrwert für Nutzer von Elektrofahrzeugen, Energieversorger und andere Interessengruppen zu schaffen.

### V2G und ÖPNV

Die Elektrifizierung des öffentlichen Nahverkehrs kann ein kostspieliges Unterfangen sein. Wenn die Mobilitätsflotte batteriebetrieben ist, müssen die Elektrofahrzeuge oder Busse aufgeladen werden. Bei sorgfältiger Planung der Ladezeitpunkte kann die E-Flotte durch das Angebot von Netzdienstleistungen zusätzliche Einnahmen generieren. Da die prognostizierten Fahrzeiten genau sind und der ÖPNV in der Regel eine hohe Kapazität aufweist, ist er eine natürliche Ergänzung für die Bereitstellung von Netzdiensten.



Aufladen am Zielort

Zwischenladung

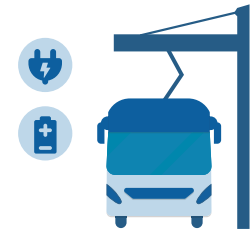
### V2G und Carsharing

Im städtischen Kontext sind Carsharing-Programme auf dem Vormarsch. Aufgrund der Parkplatzknappheit und der hohen Kosten für den Autobesitz nutzen immer mehr Familien einen Carsharing-Anbieter, anstatt ein Auto zu kaufen. Diese Programme können mit V2G kombiniert werden. Die Planung der Lenkzeiten ist aufgrund des unvorhersehbaren Nutzerverhaltens im Vergleich zum ÖPNV anspruchsvoller. Letztendlich kontrolliert der Carsharing-Anbieter die Verfügbarkeit der Elektroflotte und stellt sicher, dass die benötigten Elektrofahrzeuge verfügbar sind, um Netzdienstleistungen zu erbringen, wenn dies vom ÜNB (oder in Zukunft VNB) verlangt wird. Dies ermöglicht den Einstieg in den Energiehandelsmarkt, der zusätzliche Einnahmen generiert.

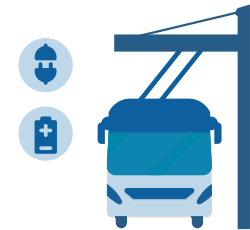
Sowohl der ÖPNV als auch das Carsharing von Pkws haben den zusätzlichen Vorteil derselben Eigentümerstruktur: Der Fahrer ist nicht der Besitzer eines Elektrofahrzeugs und daher verschwinden die gesellschaftlichen Barrieren. Die Verfügbarkeit von Informationen, die Reichweitenangst, die Versicherung und der Zugriff Dritter auf das Fahrzeug sind untergeordnete Themen in einer B2B-Beziehung zwischen einem ÖPNV-Betreiber und einem V2G-Algorithmus-Anbieter. Zusätzlich zu den Erlösen aus Netzdienstleistungen generieren auch die traditionellen Mobilitätsdienstleistungen Umsatzerlöse. Diese Kombination aus Mobilitätsdienstleistungen und V2G ist daher ein vielversprechendes Geschäftsmodell im städtischen Kontext.



Karos Mobility ist eine innovative, in den öffentlichen Verkehr integrierte Fahrgemeinschaftslösung, die darauf abzielt, die Umweltauswirkungen von Pendlerfahrten zu reduzieren, indem die Auslastung der Fahrzeuge erhöht wird. ©Karos Mobility



Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge (BEV)



Oberleitungsbus mit Batterien



Brennstoffzellen-Bus



Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEV)

## Erkenntnisse

- ✓ Es gibt mehrere Geschäftsmodelle, die für die Förderung und Erhöhung der Flexibilität des intelligenten Ladens von Elektrofahrzeugen eingesetzt werden können. **Dynamische Tarife** sind technologieneutral und reduzieren den Verbrauch in Spitzenzeiten.
- ✓ Eine faire Ausgestaltung kann jedoch kostspielig sein. Eine **marktbasierte Beschaffung**, die den Energiemarkt für Ausschreibungen öffnet, ermöglicht eine Vergütung auf der Grundlage der tatsächlichen Kosten des Systems, ist aber aufgrund der hohen Anforderungen an die Flottengröße möglicherweise nicht immer möglich.  
Auf dem aktuellen Markt ist Energie billig und die Margen für valide Geschäftsmodelle sind gering. Stellen Sie sicher, dass das Geschäftsmodell **auf Wertschöpfung basiert**. In einem so volatilen Markt wie dem Energiemarkt ist es zu riskant, sich ausschließlich auf eine Einnahmequelle zu konzentrieren. Darüber hinaus ist es bei der Aggregation von Flexibilität **am besten, intelligentes Laden mit anderen Technologien wie Batterien, Elektroboilern oder ähnlichen zu kombinieren**.

- ✓ Halten Sie sich an die Fakten, **überprüfen Sie die Annahmen mit Regulierungsbehörden und politischen Entscheidungsträgern**. Zu viele Pilotprojekte stützen sich auf in der Realität nicht umsetzbare Annahmen.
- ✓ Die Umsetzung des Flexibilitäts – oder Dienstleistungsmarktes auf Nieder – und Mittelspannungsebene, innerhalb der Elektrizitätsmarkttrichtlinie, die Teil des Pakets „Saubere Energie“ ([Clean Energy Package](#)), ist, ist **ein Schlüsselement, um Transparenz über die Relevanz und den Wert von Dienstleistungen zu schaffen**.
- ✓ Die Öffnung des Energiemarktes für aggregierte Kleinanlagen ist in mehreren Mitgliedstaaten rückschrittlich. **Die Aggregation von Elektrofahrzeugen und die Integration von intelligentem Laden und V2G ermöglichen die sofortige Aktivierung eines großen, verteilten Speichersystems**.



**LEHREN**





**ALLGEMEINE  
ERKENNTNISSE**

## ALLGEMEINE ERKENNTNISSE



**Die Nutzung der Ladeflexibilität von Elektrofahrzeugen ist der Schlüssel zur Minderung ihrer Auswirkungen auf das Stromnetz.** Intelligentes Laden kann Lastspitzen reduzieren und zu einer hohen Nutzung erneuerbarer Energiesysteme beitragen. Dadurch werden die damit verbundenen Emissionen erheblich gesenkt. Darüber hinaus kann die V2G-Technologie dazu beitragen, das Stromnetz, das durch eine hohe Nutzung von u.a. Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen unter Druck geraten könnte, auszugleichen.



**Aus technischer und wirtschaftlicher Sicht ist das intelligente Laden eine ausgereifte Technologie.** Während verschiedene Pilotprojekte in ganz Europa die technische Machbarkeit der Netzunterstützung durch Elektrofahrzeuge bewiesen haben, muss V2G aus kommerzieller und regulatorischer Sicht konsolidiert werden.



**Um eine großflächige Einführung von intelligentem Laden und V2G zu erreichen, müssen sowohl die Nutzerakzeptanz als auch auf gesellschaftliche Aspekte berücksichtigt werden.** Durch die Kenntnis der Bedürfnisse und Ängste der Nutzer können die Industrie und Regierung zusammenarbeiten, um die Öffentlichkeit aufzuklären.



**Damit V2G-Lösungen erfolgreich sein können, müssen die Bedenken der Nutzer hinsichtlich der Steuerungsprozesse der Fahrzeuge adressiert werden.** Dieser V2G-Prozess sollte den Nutzern verständlich gemacht werden und es ihnen ermöglichen, einen Teil der Prozesse zu steuern.



**Der derzeitige Rechtsrahmen ist nicht auf kleine, dezentrale in den Energiemarkt eintretende Energiequellen ausgelegt.** Um die Akzeptanz und Implementierung des netzinteraktiven Ladens zu erhöhen, sind Änderungen von und Unterstützung durch nationale oder lokale politische Entscheidungsträger erforderlich.



ERKENNTNISSE



Die Dekarbonisierung der öffentlichen Verkehrssysteme wird von entscheidender Bedeutung für die Senkung von Emissionen sein. Da sich die europäischen Länder und Städte auf dem Weg zu einer Netto-Null-Wirtschaft befinden, wird der Markt für E-Busse weiter expandieren. © Semitan



16 wichtige Akteure unterzeichnen 2019 den belgischen Stadtfahrplan Leuven 2050. © Leuven2030

## Was können Sie tun?



**Unterstützen Sie Pilotprojekte für intelligentes Laden und V2G** durch Förderungen oder Steuerermäßigungen.



**Weisen Sie Reallabore aus**, in denen Tests mit Energietarifen durchgeführt werden können.



**Führen Sie eine gemeinsame Bewertung** mit dem Verteilnetzbetreiber durch, um Möglichkeiten zu finden, wie intelligentes Laden dazu beitragen kann, das Netz zukünftig auszugleichen.



**Informieren Sie Nutzer und Bürger** über die Vorteile von intelligentem Laden und V2G durch Social-Media-Kampagnen, Informationsveranstaltungen oder Bildungsaktivitäten.



**Schaffen Sie überzeugende wirtschaftliche Anreize für Nutzer von Elektrofahrzeugen**, V2G zu nutzen, da sie die Akteure sind, die letztendlich entscheiden, ob sie teilnehmen oder nicht.



**Erstellen Sie Produkte oder Lösungen**, die auf die Ängste und Bedenken der Benutzer eingehen, z. B. indem Sie ihnen die Möglichkeit geben, das Laden/Entladen über anpassbare Apps zu steuern.



Damit V2G-Lösungen erfolgreich sein können, müssen Sie **die Bedenken der Nutzer** hinsichtlich der Steuerung des Ladevorgangs der Fahrzeuge berücksichtigen. Der V2G-Prozess sollte den Nutzern angemessen kommuniziert werden. Es sollte ihnen außerdem ermöglicht werden, den Prozess bis zu einem gewissen Grad zu kontrollieren.



**Vernetzen Sie verschiedene Akteure**, um an innovativen Pilotprojekten teilzunehmen (Automobilhersteller, DSO, ÜNB, Aggregator, ...).



**Schaffen Sie Anreize für Interessenten des Elektrofahrzeugmarkts** (Händler, Werkstätten), um ein Unterstützungsnetzwerk für Unternehmen bereitzustellen, die ihre Flotte durch wirtschaftliche Anreize oder Belohnungsprogramme elektrifizieren möchten.



**Die Förderung alternativer Geschäftsmodelle**, bei denen traditionelle Mobilitätsdienstleistungen mit Energiedienstleistungen durch intelligentes Laden oder V2G-Technologie kombiniert werden.

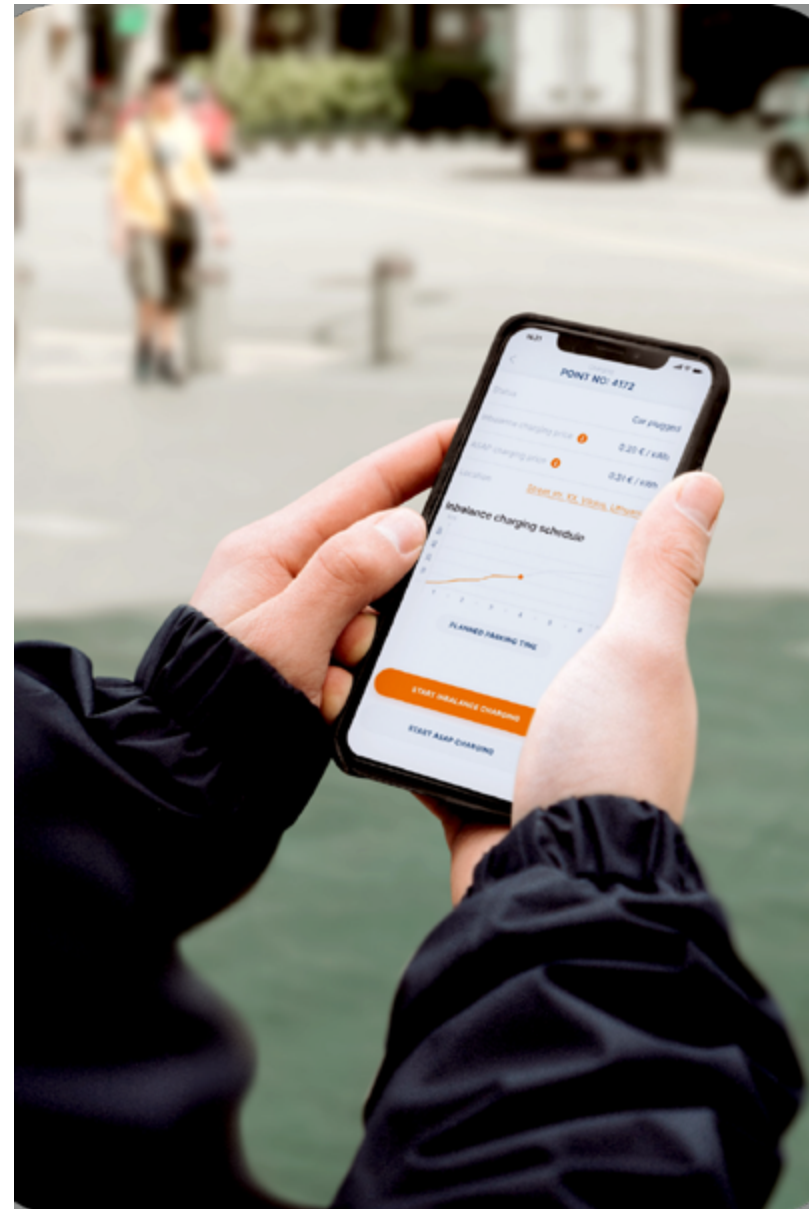




**WEITERFÜHRENDE**

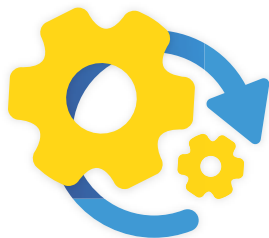
## WEITERFÜHRENDE (IN ENGLISCH)

- ✦ Mapping of the [discussion concerning standards and protocols for communication exchange in the electromobility ecosystem](#) (Report)
- ✦ Read more about [Parker project](#)
- ✦ Redefining mobility in an entire island: [The Astypalea project](#)
- ✦ Interconnect Project: [Interoperable solutions connecting smart homes, buildings and grids.](#)
- ✦ [Electric vehicles are a multibillion-dollar opportunity for utilities](#) (Article)
- ✦ [How vehicle-to-everything \(V2X\) can turbocharge the energy transition](#) (Article)
- ✦ [Europe electric car sales report](#) (Article)
- ✦ [Impact of EV und charging infrastructure on European T&D grids – Innovation needs](#) (Article)
- ✦ [Shaping the future of fast-charging EV infrastructure](#) (Article)
- ✦ [Why is good power quality necessary?](#) (Article)
- ✦ [Capacity und ancillary services markets: frequency regulation](#) (Lesson)
- ✦ [Impact of smart charging for consumers in a real world pilot](#) (Article)



## Smart Cities Marketplace

Der Smart Cities Marketplace ist eine Initiative der Europäischen Kommission, der Städte, Industrie, kleine und mittlere Unternehmen, Investoren, Forscher und andere Akteure im Bereich nachhaltiger städtischer Projekte zusammenführt. Dabei ermöglicht der Marketplace einen Einblick in bewährte europäische Maßnahmen für nachhaltige städtische Projekte, damit Sie herausfinden können, welcher Ansatz für Ihr Projekt geeignet ist. [Hier können Sie unsere digitale Broschüre entdecken.](#)



### Matchmaking

Der Matchmaking-Prozess des Smart Cities Marketplace unterstützt die Entwicklung, Einführung und Ausweitung von bewährten Lösungen in den Bereichen erneuerbare Energie, IKT-Lösungen und nachhaltiger Mobilität, um Gemeinden und Städten zu helfen, den Übergang zur Klimaneutralität zu beschleunigen.

[Investorennetzwerk](#)

[Aufruf zur Einreichung von Projekten](#)

[Meisterklasse für Projektfinanzierung](#)



### Focus und Discussion groups

Fokusgruppen sind Arbeitsgemeinschaften, die aktiv an einer gemeinsam identifizierten Herausforderung im Zusammenhang mit nachhaltiger Stadtentwicklung arbeiten. Diskussionsgruppen sind Foren, in denen die Teilnehmer Erfahrungen austauschen, zusammenarbeiten, sich gegenseitig unterstützen und über ein bestimmtes Thema diskutieren können.

[Schwerpunkt – und Diskussionsgruppen](#)

[Gemeinschaft](#)



### EU initiatives

Neben dem Smart Cities Marketplace gibt es eine Reihe weiterer EU-Initiativen, die sich darauf konzentrieren, die europäischen Städte zu besseren Orten zum Leben und Arbeiten zu machen. zu einem besseren Lebens- und Arbeitsumfeld zu machen.

[Andere EU-Initiativen](#)



# **BROSCHÜRE ZU ELEKTROFAHRZEUGEN UND DEM STROMNETZ**

Smart Cities Marketplace 2024

Der Smart Cities Marketplace wird von der Generaldirektion für Energie der Europäischen Kommission verwaltet