

Verständnis Ladeinfrastruktur 2050

Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Mai 2023



Auftraggeberin
Bundesamt für Energie, Sektion Mobilität, Delphine Morlier

Projektleiter
Bundesamt für Energie, Sektion Mobilität, Alois Freidhof

Autoren
Silvan Rosser, EBP
Lukas Lanz, EBP
Peter de Haan, EBP

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind allein die Autoren verantwortlich.

Bitte verwenden Sie folgende Zitierung:

Bundesamt für Energie (2023): Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Rolle und Mitarbeit des strategischen Beirats und weiterer Beteiligten

Die Studie wurde von Vertreterinnen und Vertretern der wichtigsten betroffenen Verbände begleitet – dem strategischen Beirat. Dieser gab Rückmeldungen zu sämtlichen Zwischenergebnissen, Ergebnissen und deren Bewertung. Dabei brachten die Beiratsmitglieder das Know-how, die Fakten und die Sicht ihrer jeweiligen Branche ein. Somit sind die Kernaussagen, Empfehlungen und die gemeinsamen Schlussfolgerungen der Studie breit abgestützt. Daraus lässt sich jedoch nicht ableiten, dass jedes Beiratsmitglied uneingeschränkt hinter jeder einzelnen Aussage im Bericht steht.

Die quantitativen Resultate der Studie basieren auf einem Modell von EBP. Die Modellannahmen und erwarteten Entwicklungen wurden von einer grossen Anzahl weiterer Fachpersonen geprüft, aktualisiert und ergänzt. Das methodische Vorgehen und Details zum Modell sind in Kapitel 2 beschrieben.

Die Mitglieder des strategischen Beirats und die Organisationen aller Beteiligten sind in Kapitel 8 aufgelistet.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ein gemeinsames Verständnis zur Ladeinfrastruktur bis 2050	4
1.1	Wozu es diese Studie braucht	5
1.2	Ein Anstoss zum gemeinsamen Handeln	5
1.3	Wieso alle rasch und gemeinsam handeln sollten	7
2.	Wie wurde die Studie erarbeitet?	10
2.1	Umfassender Dialogprozess zur Erarbeitung der Ergebnisse	11
2.2	Modelle und Annahmen	13
3.	Die Zukunft des Strassenverkehrs ist batterie-elektrisch	15
3.1	Rasche Elektrifizierung bei Neuzulassungen	16
3.2	Bereits 2035 über 2 Millionen batterie-elektrische Personenwagen	17
3.3	Höherer Ladebedarf im Strassenverkehr als bisher erwartet	18
4.	Wie lädt die Schweiz in Zukunft?	20
4.1	Bereits beträchtlicher Konsens	21
4.2	Drei Ladewelten, um die Zukunft zu denken	21
4.3	Die drei Ladewelten in der Übersicht	22
5.	Was sind die Erkenntnisse der Studie?	29
5.1	Wer kann weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden?	30
5.2	Wie leistungsstark soll das allgemein zugängliche Ladenetz sein?	31
5.3	Wie viele allgemein zugängliche Ladepunkte braucht es?	34
5.5	Wie viele batterie-elektrische Fahrzeuge teilen sich einen Ladepunkt?	36
6.	Was ist zu tun?	38
6.1	Darauf haben sich die beteiligten Akteurinnen und Akteure geeinigt	40
6.2	Das gibt es in jedem Fall zu tun	41
6.3	Das Fazit des Bundesamts für Energie	42
7.	Vertiefungsbedarf ist erkannt	43
7.1	Wie mit öffentlichem Grund umgehen?	44
7.2	Bedeutung von Laden am Arbeitsplatz und am Zielort umstritten	44
7.3	Stromnetz – ungewisse Entwicklungen und lange Planungszeiten	44
8.	Breit abgestütztes Verständnis	46
9.	Wie geht es weiter?	49

1. Ein gemeinsames Verständnis zur Ladeinfrastruktur bis 2050

Welchen Mix von Ladeoptionen braucht die Schweiz in den nächsten Jahren? Bis anhin fehlte ein breit getragenes Verständnis zur Entwicklung der Ladeinfrastruktur für Personenwagen bis im Jahr 2050. Die Studie untersuchte diese Frage mit den wichtigsten Akteurinnen und Akteuren. Die Hauptbotschaft ist klar: Alle sind aufgefordert, jetzt zu handeln.

Eine grosse Transformation steht in der Schweiz in den kommenden Jahren an. Der Strassenverkehr muss energieeffizienter und klimaschonender werden. Einer der grossen Hebel dafür: Fossil betriebene Verbrennungsfahrzeuge durch elektrisch betriebene Fahrzeuge zu ersetzen. Zentrale Voraussetzung für diese Entwicklung ist eine ausreichende und bedürfnisgerechte Ladeinfrastruktur. Ein inadäquates Ladenetz kann die schnelle Elektrifizierung behindern.

1.1 Wozu es diese Studie braucht

Damit sich die Ladeinfrastruktur der Schweiz gezielt weiterentwickeln kann, sind zahlreiche Akteurinnen und Akteure aufgefordert, aktiv zu werden. Ihre Aktivitäten müssen ineinandergreifen. Aktuell sprechen zwar alle über die Ladeinfrastruktur der Zukunft, aber jeweils aus der eigenen Perspektive und mit eigenen Einschätzungen:

«**Es werden sowieso alle zu Hause laden** – ein allgemein zugängliches Netz wird es nicht brauchen.»

«**Das Ladenetz ist defizitär** – wieso sollen noch mehr Ladestationen aufgebaut werden, solange die Auslastung so tief ist.»

«**Die Ladeleistungen der Fahrzeuge steigt sehr schnell** – in wenigen Jahren werden wir an Schnell-Ladehubs Strom statt Benzin tanken. Wir müssen das Schnell-Ladenetz ausbauen.»

«**Wir würden das allgemein zugängliche Ladenetz gerne ausbauen** – aber uns fehlen die Standorte und Geschäftsmodelle.»

«**Rasche Ladelösungen in Mehrparteiengebäuden sind nicht realistisch** – dort werden die Leute nicht auf Steckerfahrzeuge umsteigen.»

«**Bevor wir die Elektromobilität vorantreiben**, müssen wir abklären, ob unsere Stromnetze dem überhaupt standhalten.»

«**Wer zu Hause nicht laden kann, soll an einer allgemein zugänglichen Ladeinfrastruktur nachladen.** Es ist aber nicht Aufgabe der öffentlichen Hand, hier Lösungen zu schaffen.»

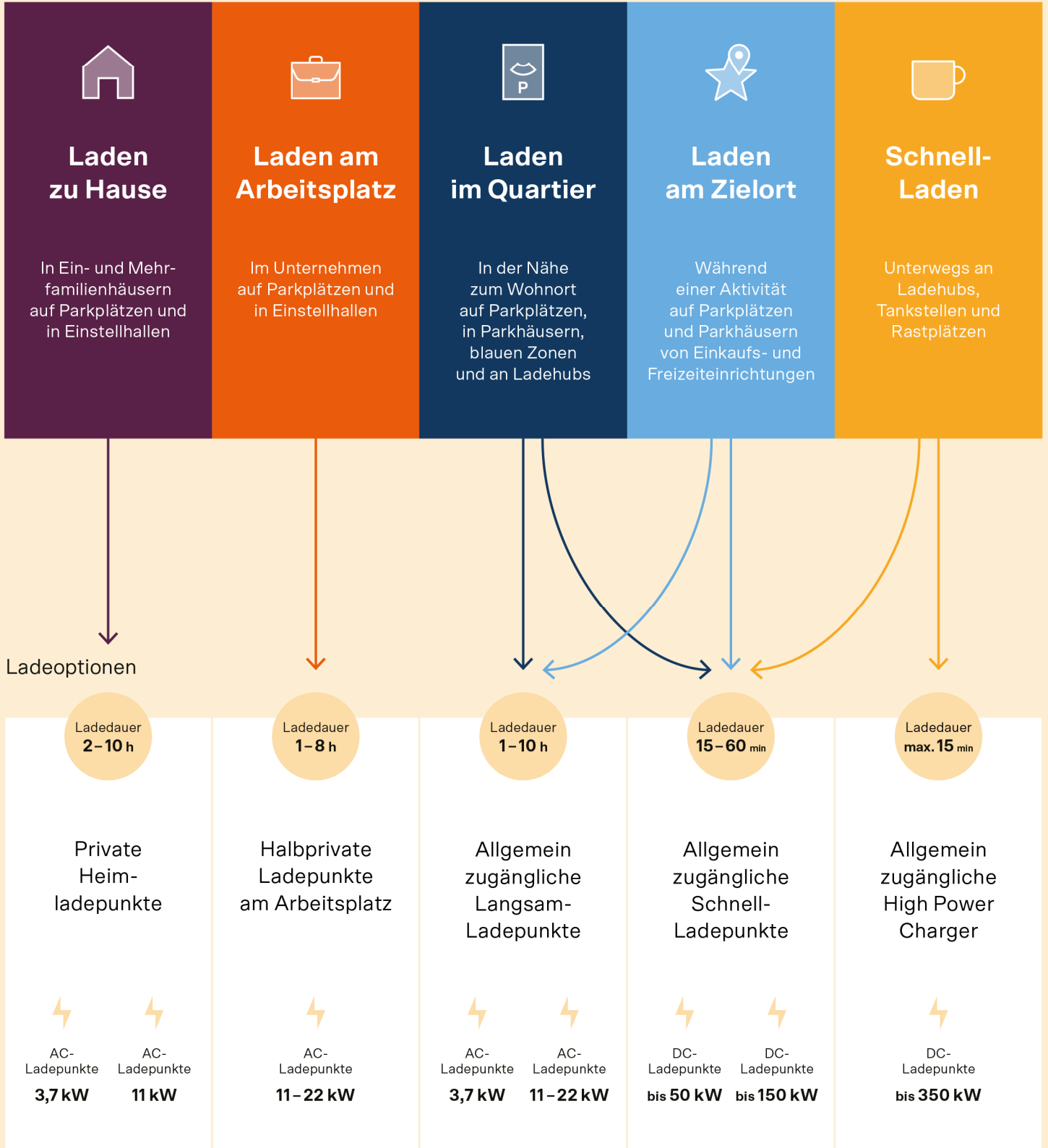
Es fehlte bisher eine Gesamtsicht – ein breit getragenes und umsetzungsorientiertes Verständnis, wie die Ladeinfrastruktur künftig effizient gestaltet werden soll. Die Studie hat zum Ziel, dieses gemeinsame Verständnis zu schaffen.

1.2 Ein Anstoss zum gemeinsamen Handeln

Wo, wann und mit welcher Leistung wird zukünftig geladen? Welche Ladebedürfnisse sind wie relevant? Welche Ladeoptionen stehen zur Verfügung und wie viele Ladepunkte braucht es dazu? Welche Abstimmung zwischen den Akteurinnen und Akteuren ist sinnvoll oder notwendig? Wo gibt es Synergien? Das Bundesamt für Energie (BFE) und EBP haben diese Fragen in dieser neuen Leitstudie gemeinsam mit den wichtigsten Akteurinnen und Akteuren der Elektromobilität untersucht.

Ladebedürfnisse und Ladeoptionen, um sie zu decken

Ladebedürfnisse



Dabei hat das BFE mit dieser Studie keinen Masterplan entwickelt, der präzise vorgibt, wo welche Ladeinfrastruktur zu erstellen ist und nach dem alle handeln müssen. Die Studie soll vielmehr ein Planungswerkzeug sein und aufzeigen, wo breite Einigkeit herrscht – und wo nicht. Denn nicht alle Akteurinnen und Akteure im Bereich der Elektromobilität haben die gleiche Meinung. Deshalb geht die Studie auf die Differenzen ein und arbeitet die Gemeinsamkeiten aus. So soll die Studie als abgestimmte Planungshilfe dienen und die Akteurinnen und Akteure vernetzen und zum koordinierten Handeln bewegen. Die Akteurinnen und Akteure können mit den breit getragenen Annahmen, Schlussfolgerungen und Leitplanken ihre Aktivitäten zur Gestaltung der Ladeinfrastruktur planen. Dafür fokussiert das BFE auf die prioritären Handlungsempfehlungen und benennt bewusst auch den noch offenen Handlungsspielraum mit Vertiefungsbedarf.

1.3 Wieso alle rasch und gemeinsam handeln sollten

«Der Markt regelt es», «Tankstellen mussten auch nicht herbeigeplant werden» – solche bekannten Thesen zur Verbreitung neuer Technologien greifen beim Ausbau der Ladeinfrastruktur für Steckerfahrzeuge zu kurz. Es sind verschiedene Gründe, die den Ausbau der Ladeinfrastruktur viel komplexer gestalten.

Die Ladeinfrastruktur ist entscheidend für die Entwicklung der Elektromobilität

Eine bedürfnisgerechte Ladeinfrastruktur ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren für die Elektromobilität. Noch immer nennt ein Drittel der Bevölkerung die fehlende Verfügbarkeit einer Ladestation als Grund gegen den Kauf eines Steckerfahrzeugs.¹ Der aktive Ausbau der Ladeinfrastruktur ist deshalb Grundvoraussetzung, um negative Befürchtungen der Nutzerinnen und Nutzer zu vermindern und die Entwicklung der Elektromobilität zu fördern. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur bedeutet auch ein Systemwechsel, welcher jetzt startet. Anders als beim Tanken an der Zapfsäule kann Strom an unterschiedlichen Orten geladen werden und das Steckerfahrzeug wird Teil des Energiesystems. Wird die Ladeinfrastruktur, wie damals das Tankstellennetz, ausschliesslich konzentriert und marktorientiert aufgebaut, wird sie nie allen Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer gerecht werden können und damit die Entwicklung der Elektromobilität bremsen.

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur ist eine kollektive Herausforderung

Eine Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren ist zudem involviert – sowohl für das künftige, allgemein zugängliche Ladenetz, wie auch für den Aufbau privater Ladepunkte. Es liegt nicht in der Hand einer spezifischen Akteursgruppe, für den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu sorgen. Statt sich die Verantwortung gegenseitig zuzuschieben, ist es zentral, dass diverse Gruppen gemeinsam aktiv werden. Daraus ergibt sich grosser Koordinationsbedarf. Bund, Kantone und Gemeinden können gemäss dem Sachplan Verkehr Mobilität und Raum 2050² in ihren jeweiligen Kompetenzbereichen dafür sorgen, dass der Aufbau eines gut abgestimmten Ladenetzes ermöglicht wird. Agieren die Akteurinnen und Akteure gemeinsam, können zudem Synergien bei der Umsetzung genutzt werden. Wird die Ladeinfrastruktur nur konzentriert und marktorientiert aufgebaut, wird sie die Entwicklung der Elektromobilität nicht vorantreiben, sondern behindern. Und nicht zu vergessen: Die Ladeinfrastruktur kann punktuell grosse Anforderungen an das Stromnetz stellen. Allfällige Anpassungen der Stromnetze brauchen lange Vorlaufzeiten und Planungssicherheit –

1 gfs.bern: TCS-Barometer E-Mobilität, November 2022. [Link](#)

2 ARE, 2021: Mobilität und Raum 2050: Sachplan Verkehr. [Link](#).

Verzögerungen bei der langfristigen Stromnetzplanung könnten den konsequenten und raschen Ausbau der Ladeinfrastruktur an neuralgischen Punkten behindern.

Das alles braucht Zeit, die wir kaum noch haben. Bereits 2035 könnten 60 Prozent aller Personewagen Steckerfahrzeuge sein. Das bedeutet: In den nächsten 10 bis 15 Jahren soll der Aufbau der Ladeinfrastruktur mehrheitlich abgeschlossen sein. Es ist also dringend – sämtliche Akteurinnen und Akteure sollten jetzt gemeinsam vorwärts machen.

Elektromobilität als Teillösung einer ressourceneffizienten Mobilität

Die Elektromobilität ist eine Teillösung einer ressourceneffizienten Mobilität. Sie leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gesamtverkehrs, zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und vermindert die Belastung des Verkehrs für Bevölkerung und Umwelt. Eine ressourceneffiziente Mobilitätsstrategie umfasst die zentralen Aspekte:

- **Vermeiden:** Umweltfreundliche Siedlungsgebiete ermöglichen kurze Wege. Ein gezieltes – zeitliches und räumliches – Lenken der Personenverkehrsnachfrage vermeidet Verkehr.
- **Verlagern:** Der öffentliche Verkehr sowie der Fuss- und Veloverkehr ersetzen wo möglich den motorisierten Individualverkehr.
- **Verbessern:** Die Energieeffizienz des Gesamtverkehrs erhöht sich durch die Elektrifizierung der Strassenfahrzeuge markant. Konsequenterweise sinken die Treibhausgasemissionen dadurch deutlich.
- **Vernetzen:** Je stärker die Potenziale neuer Technologien und gesellschaftlicher Entwicklungen (zum Beispiel flexible Arbeits- und Unterrichtsformen/-zeiten) genutzt werden, umso höher wird die Effizienz und umso mehr reduzieren sich die Umweltbelastungen.

Die vorliegende Studie betrachtet die Elektromobilität als Bestandteil einer ressourceneffizienten Mobilität, in dem sie als Grundlage für die verkehrliche Entwicklung in der Schweiz das Szenario «Basis» der schweizerischen Verkehrsperspektiven 2050³ verwendet.

Das Szenario «Basis» zeigt eine Entwicklung hin zu einer ressourceneffizienten Mobilität von Personen und Gütern. Es orientiert sich an den Zielen des Bundes von «Mobilität und Raum 2050: Sachplan Verkehr, Teil Programm»⁴. Die zunehmende Verbreitung von E-Bikes in Verbindung mit dem Ausbau der Velo-Infrastruktur sorgt dabei für eine höhere Velo-Nutzung. Im Vergleich zum öffentlichen Verkehr verteuert sich die Nutzung eines eigenen Autos. Die Arbeit im Homeoffice gehört in diesem Szenario zur Normalität, wodurch die Anzahl der Wege für Arbeits- und Geschäftsreisen stark sinkt. Gleichzeitig nimmt der Freizeitverkehr deutlich zu.

Das Szenario umfasst ein Set an verkehrspolitischen Massnahmen, die nachhaltig sind und eine ressourceneffiziente Mobilität begünstigen. Eine gesellschaftliche Bereitschaft zur Akzeptanz dieser Massnahmen ist die Voraussetzung für das Szenario «Basis».

3 ARE, 2022: Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050. [Link](#).

4 ARE, 2021: Mobilität und Raum 2050: Sachplan Verkehr, Teil Programm. [Link](#).

Wichtige Begriffe

Steckerfahrzeug

Mit dem Begriff Steckerfahrzeug sind batterie-elektrische Fahrzeuge (BEV) und Plug-in-Hybride (PHEV) gemeint. Wenn nur batterie-elektrische Fahrzeuge gemeint sind, werden sie explizit so erwähnt. Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV) sind keine Steckerfahrzeuge.

Ladepunkt, Schnell-Lader, Langsam-Lader

Ein Ladepunkt ist eine Einrichtung zum Laden von Steckerfahrzeugen, an welcher zur selben Zeit ein einziges Fahrzeug geladen werden kann. Ein Ladepunkt entspricht damit einem Stecker, der einen Parkplatz mit einer Lademöglichkeit versorgt. Alle Ergebnisse in dieser Studie beziehen sich auf Ladepunkte. Ein Schnell-Lader ist ein Ladepunkt, der eine DC-Ladung mit mindestens 50 kW anbietet. Ein Langsam-Lader ist ein Ladepunkt, der AC-Ladungen bis 22 kW anbietet.

Ladestation

Eine Ladestation ist eine Einrichtung zum Laden von Steckerfahrzeugen.
Eine Ladestation kann einen oder mehrere Ladepunkte haben.

Ladestandort

Ein Ladestandort ist eine Örtlichkeit, an der Steckerfahrzeuge geladen werden können.
Ein Ladestandort kann eine oder mehrere Ladestationen haben.

Ladeinfrastruktur

Ladeinfrastruktur ist ein Überbegriff für alle verfügbaren Einrichtungen zum Laden von Steckerfahrzeugen.

Ladebedarf

Mit dem Begriff Ladebedarf ist der Bedarf an geladener Energie gemeint. Wenn die Anzahl Ladevorgänge gemeint sind, wird dies explizit so erwähnt.

Ladewelt

Die Ladewelten beschreiben ein jeweils in sich konsistentes Abbild, wie sich die Ladeinfrastruktur bis 2050 entwickeln könnte. In verschiedenen Ladewelten zu denken ist ein hilfreiches Instrument, um trotz bestehender Unsicherheit Aussagen über die Zukunft machen zu können. Die verschiedenen Ladewelten dienen dazu, die Entwicklung unter verschiedenen Voraussetzungen, politischen Rahmenbedingungen und unterschiedlichem Einfluss wichtiger Treiber zu analysieren.

Damit sind die Ladewelten eine Gedankenstütze, um strukturiert verschiedene mögliche Zielszenarien zu vergleichen und Schlussfolgerungen abzuleiten: Wie kommt man dorthin? Was sind die jeweiligen Voraussetzungen, die gegeben sein müssen? Was ist der gemeinsame Nenner – was kommt sowieso?

2. Wie wurde die Studie erarbeitet?

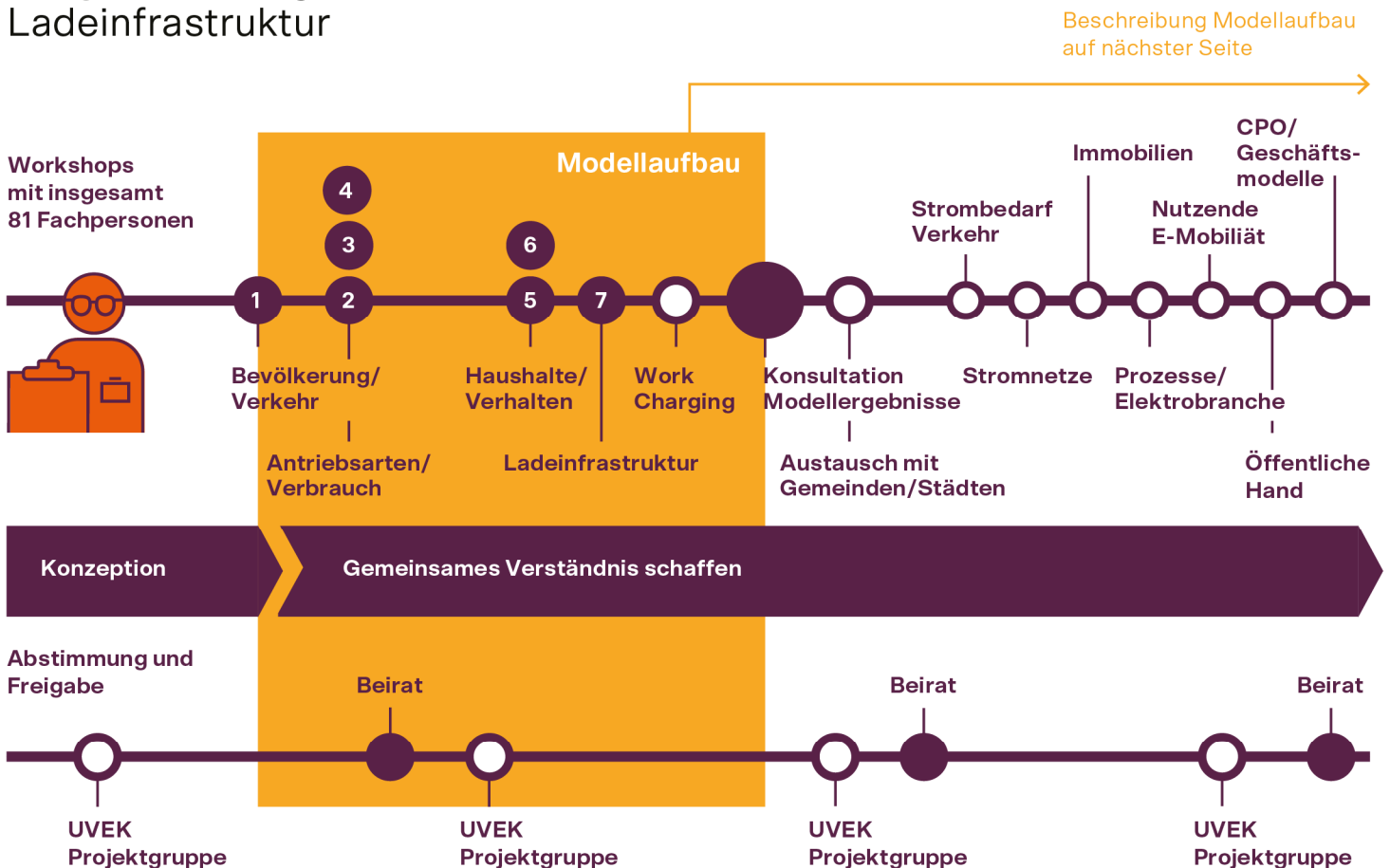
Ein detailliertes Modell. Aktuellste Datengrundlagen. Breit abgestützte Annahmen, zusammengetragen in über 20 Workshops. Bewertungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen, gemeinsam entwickelt mit allen relevanten Branchen. Das waren die Hauptzutaten in diesem mehr als einjährigen Dialogprozess.

Die zukünftige Entwicklung der Ladeinfrastruktur in der Schweiz hängt von vielen Faktoren ab. Dies führt zu Unsicherheiten. Um diese so weit als möglich zu verringern, haben das BFE und EBP zusammen mit sämtlichen Akteurinnen und Akteuren im Bereich Ladeinfrastruktur an einem gemeinsamen Verständnis zur Entwicklung der Ladeinfrastruktur bis 2050 gearbeitet. Als zentrales Instrument für diesen Dialogprozess dienten umfangreiche Modelle von EBP. Mittels wiederholter Modellläufe und Sensitivitätsanalysen zeigte EBP transparent die Auswirkungen und gegenseitigen Abhängigkeiten wichtiger Annahmen auf. Während des Dialogprozesses diente die Modelllandschaft als gemeinsame Spielwiese, um in sich konsistente Entwicklungspfade in Form von Ladewelten zu erarbeiten und zu vergleichen.

2.1 Umfassender Dialogprozess zur Erarbeitung der Ergebnisse

Die getroffenen Annahmen und hinterlegten Szenarien sind breit abgestützt: 81 Personen aus 51 verschiedenen Organisationen waren bei der Erarbeitung in zahlreichen Fachpersonen-Workshops involviert. Ein strategischer Beirat mit 18 Vertreterinnen und Vertretern der national relevanten Verbände begleitete das Projekt, gab Rückmeldungen zu sämtlichen Zwischenresultaten, Ergebnissen und deren Bewertung. Somit sind die Kernaussagen, Empfehlungen und die gemeinsamen Schlussfolgerungen der Studie breit verankert. Das BFE und EBP führten den Prozess durch, der regelmässig mit einer UVEK-internen Projektgruppe abgestimmt wurde. Die UVEK-Projektgruppe bestand aus Vertreterinnen und Vertretern des BFE, des Bundesamts für Verkehr (BAV), des Bundesamts für Strassen (ASTRA) und des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE). Alle Beteiligten der Studie sind in Kapitel 8 aufgeführt.

Vorgehen zum gemeinsamen Verständnis Ladeinfrastruktur



Modellaufbau in 7 Schritten

Wie findet man heraus, wie sich die Ladeinfrastruktur bis 2050 entwickelt?

Annahmen aus Fachpersonen-Workshops und EBP-Rechenmodelle dienen als Grundlage

Szenarien für Antriebsarten bei Neuwagen entwickeln^{5,9}

Annahmen

- 250 000 bis 300 000 Neuzulassungen von Personenwagen/Jahr
- Es werden 16 Typen von Steckerfahrzeugen modelliert

Fahrleistung und Energiebedarf ermitteln

Annahmen

- Im Durchschnitt hat ein Personenwagen eine Fahrzeugleistung von 12 500 km/Jahr
- Ein Steckerfahrzeug verbraucht 2035 durchschnittlich 18 kWh/100 km

Ladeverhalten je Ladetyp bestimmen⁵

Annahmen

- Es werden 52 Ladetypen definiert

Quellen:

- ¹ ARE, 2022: Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050
- ² ARE, 2017: Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015
- ³ BFS, 2021: Szenarien für die Schweiz und der Kantone 2020 bis 2050
- ⁴ ASTRA, 2022: Fahrzeugdaten
- ⁵ Experteneinschätzungen «Verständnis Ladeinfrastruktur 2050»
- ⁶ TCS, 2022: TCS-Barometer E-Mobilität
- ⁷ ARE 2020, Nationalen Personenverkehrsmodells NPVM 2017
- ⁸ BFE, 2022: Ladestationen für Elektroautos
- ⁹ EBP, 2022: Electric and Hydrogen Mobility Scenarios 2022

1

Entwicklung Bevölkerung und Verkehr



Szenarien für alle Schweizer Gemeinden erstellen^{1,2,3}

Annahmen

- Die Gesamtfahrleistung der Personenwagen bleibt in etwa konstant

2

Entwicklung Neuwagenmarkt



3

Entwicklung Fahrzeugbestand



Fahrzeugbestand modellieren

Annahmen⁴

- Es gibt 4 Grössenklassen je Antriebstechnologie
- Ein Personenwagen hat eine mittlere Lebensdauer von 16 Jahren

4

Entwicklung Endenergiebedarf



5

Zuteilung Haushalte und Nutzung



Zusammenhang Demografie und E-Fahrzeug-Nutzung erörtern

Annahmen

- Haushaltstyp und Einkommen haben Einfluss auf den Erwerb eines Steckerfahrzeugs⁵
- Es gibt 5 Nutzungstypen

6

Entwicklung Ladeverhalten



7

Entwicklung Ladeinfrastruktur



Verkehrsflüsse von rund 8000 Verkehrszonen simulieren, Zubau-logik von EBP anwenden⁷

Annahmen

- Das heutige Ladenetz wird berücksichtigt⁸
- Es werden Schwellenwerte für die Auslastung der Ladepunkte verwendet (Utilisation rates)⁵

2.2 Modelle und Annahmen

Die wichtigsten von den beteiligten Fachexpertinnen und -experten getroffenen Annahmen sowie die sieben Modellierungsschritte sind nachfolgend aufgeführt. Weiterführende Erläuterungen sind im publizierten Anhang «Modelle und Annahmen» dokumentiert.

1 Entwicklung Bevölkerung und Verkehr

Auf Grundlage der schweizerischen Verkehrsperspektiven 2050⁵ wurden Szenarien zur Bevölkerung, zu Arbeitsplätzen und Verkehr für alle Gemeinden der Schweiz für die Jahre 2022 bis 2050 gebildet. Bezüglich der verkehrlichen Entwicklung wurde das Szenario «Basis» der Verkehrsperspektiven 2050 verwendet. Die Verkehrsleistung wächst in diesem Szenario unterproportional zur Bevölkerung aufgrund der im Szenario hinterlegten Annahmen. Vor allem eine weitergehende Urbanisierung, die demographische Alterung (weniger sehr mobile Erwerbstätige), Homeoffice und kürzere Freizeitwege (die vermehrt zu Fuss und mit dem Velo zurückgelegt werden) dämpfen die Entwicklung der Verkehrsleistungen pro Kopf. Zur Abbildung des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens bezüglich Fahrzeugbesitz, Modalsplit und Jahresfahrleistung je Gemeinde wurde der Mikrozensus Mobilität und Verkehr⁶ herangezogen.

2 Entwicklung Neuwagenmarkt

Die Steckerfahrzeuge (batterie-elektrisch und Plug-in-Hybrid) werden anhand von 16 verschiedenen Fahrzeugtypen modelliert. Sie unterscheiden sich bezüglich Grösse, maximaler Aufnahmeleistung, Strombedarf und Batteriekapazität. Die Szenarien zum Mix der Antriebstechnologien im Neuwagenmarkt basieren auf den EBP Electric and Hydrogen Mobility Scenarios⁷ und den Einschätzungen der Fachexpertinnen und -experten.⁸

Die durchschnittliche Reichweite neuzugelassener batterie-elektrischer Personenwagen erhöht sich gegenüber 2022 um 70 bis 120 Prozent auf 360 bis 530 Kilometer im Jahr 2035 (je nach Grössenklasse). Hauptgrund dafür sind höhere Batteriekapazitäten, aber auch effizientere Fahrzeuge. Zwischen 2035 und 2050 erwarten die Fachexpertinnen und -experten nur noch geringe Kapazitätssteigerungen bei den Batterien. Die Fachexpertinnen und -experten erwarten keine Steckerfahrzeuge im Massenmarkt mit 800 bis 1'000 Kilometer Reichweite. Rund zwei Drittel der im Jahr 2035 neuzugelassenen batterie-elektrischen Fahrzeuge sind fähig, DC-Ladungen von mehr als 150 kW aufzunehmen.

3 Entwicklung Fahrzeugbestand

Die zukünftigen Fahrzeugbestände werden ausgehend von den tatsächlichen Beständen⁹ und den erwarteten Neuzulassungen auf Ebene der Gemeinden bis 2050 detailliert modelliert, segmentiert in vier Fahrzeuggrössenklassen und vier Antriebstechnologien. EBP hat ein eigenes Modell für die Neuwagenanteile und die Entwicklung des Fahrzeugbestands angewendet.

4 Entwicklung Endenergiebedarf

Der Energiebedarf wird anhand der jahresspezifischen Zusammensetzung des Fahrzeugbestandes (siehe Modellschritt 3) und spezifischen Energieverbräuchen in Abhängigkeit der Erstinverkehrssatzung modelliert. Die spezifischen Stromverbräuche der batterie-elektrischen Personenwagen sinken bis 2035 um 7 bis 11 Prozent gegenüber heute.

5 ARE, 2022: Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050. [Link](#).

6 ARE, 2017: Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015. [Link](#).

7 EBP, 2022: Electric and Hydrogen Mobility Scenarios 2022. Szenario ZERO-E. [Link](#).

8 Experteneinschätzungen «Verständnis Ladeinfrastruktur 2050», siehe Kapitel 8.

9 ASTRA, 2022: Fahrzeugdaten. [Link](#).

5 Zuteilung Haushalte und Nutzung

Soziodemografische Faktoren wie Haushaltstyp (Miete, Stockwerkeigentum, Hauseigentum) und das Einkommen haben einen grossen Einfluss auf den Erwerb und Besitz eines Steckerfahrzeugs^{10,11}. Haushalte mit hohem Einkommen und Hauseigentümerinnen und -eigentümer besitzen deutlich häufiger Steckerfahrzeuge. Der Einfluss dieser soziodemografischen Faktoren bleibt über das Jahr 2035 hinaus relevant. Im Hinblick auf das Jahr 2050 verlieren sie bei einer weitgehenden Elektrifizierung an Bedeutung.

Unter Berücksichtigung dieser soziodemografischen Faktoren und zur robusten Schätzung des Anteils der Steckerfahrzeuge, die zukünftig zu Hause laden können, werden alle Steckerfahrzeuge in der Modellierung bis 2050 entsprechend auf Haushalte und Firmen verteilt. Dazu wird die synthetische Bevölkerung von EBP¹² verwendet, welche alle rund 3.8 Millionen Haushalte und Firmen der Schweiz synthetisch mit einem spezifischen Einkommen, Haushaltstyp, Gebäudetyp, Mobilitätsverhalten etc. abbildet.

6 Entwicklung Ladeverhalten

Es werden 52 verschiedene Ladetypen differenziert. Die Differenzierung erfolgt anhand des Nutzertyps, der Verfügbarkeit einer privaten Ladeinfrastruktur zu Hause, am Arbeitsplatz und im Quartier sowie der Reichweite und der Aufnahmeleistung der Steckerfahrzeuge. Die Ladetypen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ladebedürfnisse (Wo laden die Nutzenden wieviel?). Das individuelle Ladeverhalten der Ladetypen passt sich im Laufe der Zeit den technischen Entwicklungen an. Aufgrund der höheren Reichweiten und der höheren Ladeleistungen reduziert sich die Anzahl Ladevorgänge pro Steckerfahrzeug bei gleichzeitig grösserer Strommenge pro Ladevorgang an allgemein zugänglichen Ladepunkten.

7 Entwicklung Ladeinfrastruktur

Die Ladevorgänge finden abgesehen vom Laden zu Hause nicht genau dort statt, wo das Fahrzeug registriert ist, sondern anderswo, z. B. am Arbeitsplatz, am Zielort, im Quartier oder an Schnell-Ladepunkten. Um den Ladebedarf je Ladebedürfnis räumlich differenziert zu modellieren, wird eine agentenbasierte Simulation mit den Verkehrsflüssen des nationalen Personenverkehrsmodells¹³ nach Verkehrszweck (Arbeit, Freizeit, Dienstwege, etc.) durchgeführt. Der aggregierte Ladebedarf je Ladebedürfnis wird für alle rund 8'000 Verkehrszonen der Schweiz modelliert. Wie viele Ladepunkte benötigt werden, um den Ladebedarf zu decken, hängt vom heutigen Ladenetz¹⁴ und von der angenommenen Auslastung der Ladepunkte (Utilisation Rate) in Zukunft ab. Die Utilisation Rate gibt an, wie viel Ladeenergie pro Tag, respektive pro Jahr über einen Ladepunkt abgegeben wird (im Verhältnis zur maximal möglichen Stromabgabe an diesem Ladepunkt). Die Auslastung der Ladepunkte ist je Ladeoption unterschiedlich. An einem Schnell-Ladepunkt wird pro Jahr viel mehr Strom abgegeben als an einem Ladepunkt am Arbeitsplatz. Die Annahmen zur zukünftigen Auslastung der Ladepunkte je Ladeoption wurde mit den Fachexpertinnen und -experten¹⁵ abgestimmt.

10 TCS, 2022: TCS-Barometer E-Mobilität. [Link](#).

11 BFS, ARE, 2023: Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021. [Link](#).

12 EBP, 2022: synPop – Synthetische Bevölkerung der Schweiz. [Link](#).

13 ARE 2020, Nationalen Personenverkehrsmodells NPVM 2017. [Link](#).

14 BFE, 2022: Ladestationen für Elektroautos. [Link](#).

15 Experteneinschätzungen «Verständnis Ladeinfrastruktur 2050», siehe Kapitel 8.

3. Die Zukunft des Strassenverkehrs ist batterie-elektrisch

Nahezu alle Segmente aller Fahrzeugkategorien werden bis 2050 auf einen batterie-elektrischen Antrieb umgestellt. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur findet schwerpunktmässig in den nächsten 10 bis 15 Jahren statt. Der Gesamtenergiebedarf kann durch die Elektrifizierung deutlich reduziert werden. Gleichzeitig nimmt der Strombedarf zu.

Der Fokus dieser Studie liegt auf der Entwicklung der Ladeinfrastruktur: Welcher Mix von Ladeoptionen kann den künftigen Strombedarf der Elektromobilität decken? Die verschiedenen Ladeoptionen dieser Studie basieren deshalb jeweils auf derselben Entwicklung der Fahrzeugbestände und deren Ladebedarf. Die Studie fokussiert dabei auf Personenwagen. Das verwendete Modell berücksichtigt jedoch auch die Fahrzeuge des Güterverkehrs und des öffentlichen Personenverkehrs – damit ist eine Einordnung der Entwicklung im gesamten Strassenverkehr möglich.

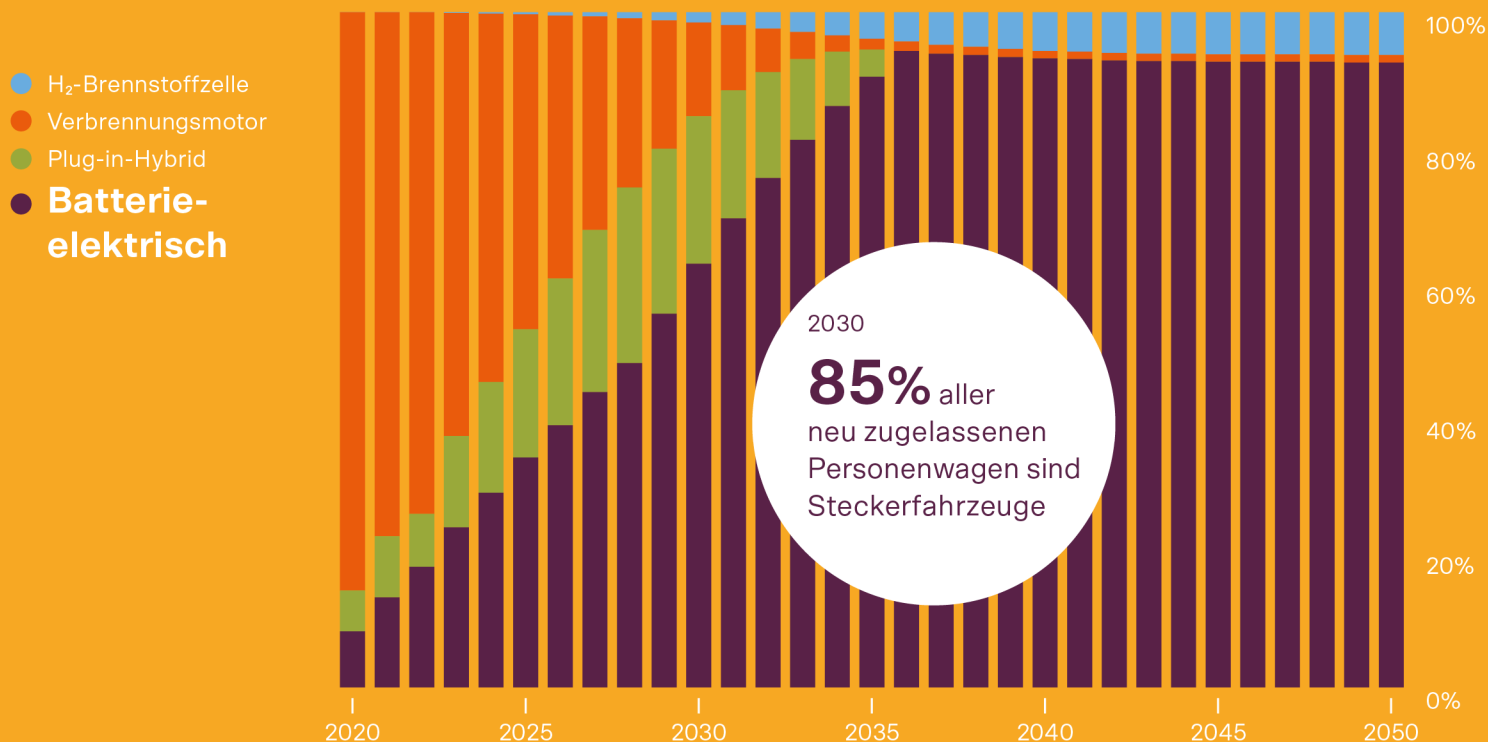
3.1 Rasche Elektrifizierung bei Neuzulassungen

Die Elektromobilität setzt sich durch. Dies zeigt die erwartete Entwicklung eindeutig. Diese Einschätzung basiert auf dem Technologieszenario der EBP Electric and Hydrogen Mobility Scenarios¹⁶: Darin berücksichtigte EBP die erwarteten technologischen Entwicklungen und politischen Rahmenbedingungen in der Schweiz und der EU. Diese Einschätzung ergänzten die beteiligten Fachexpertinnen und -experten umfassend mit aktuellen Ansichten: zahlreiche Inputs zur Entwicklung der Antriebstechnologien, des Fahrzeugangebots und der Strategien der Automobilbranche.

Antriebsarten bei Neuzulassungen

Personenwagen bis 2050

[Anteil in %]



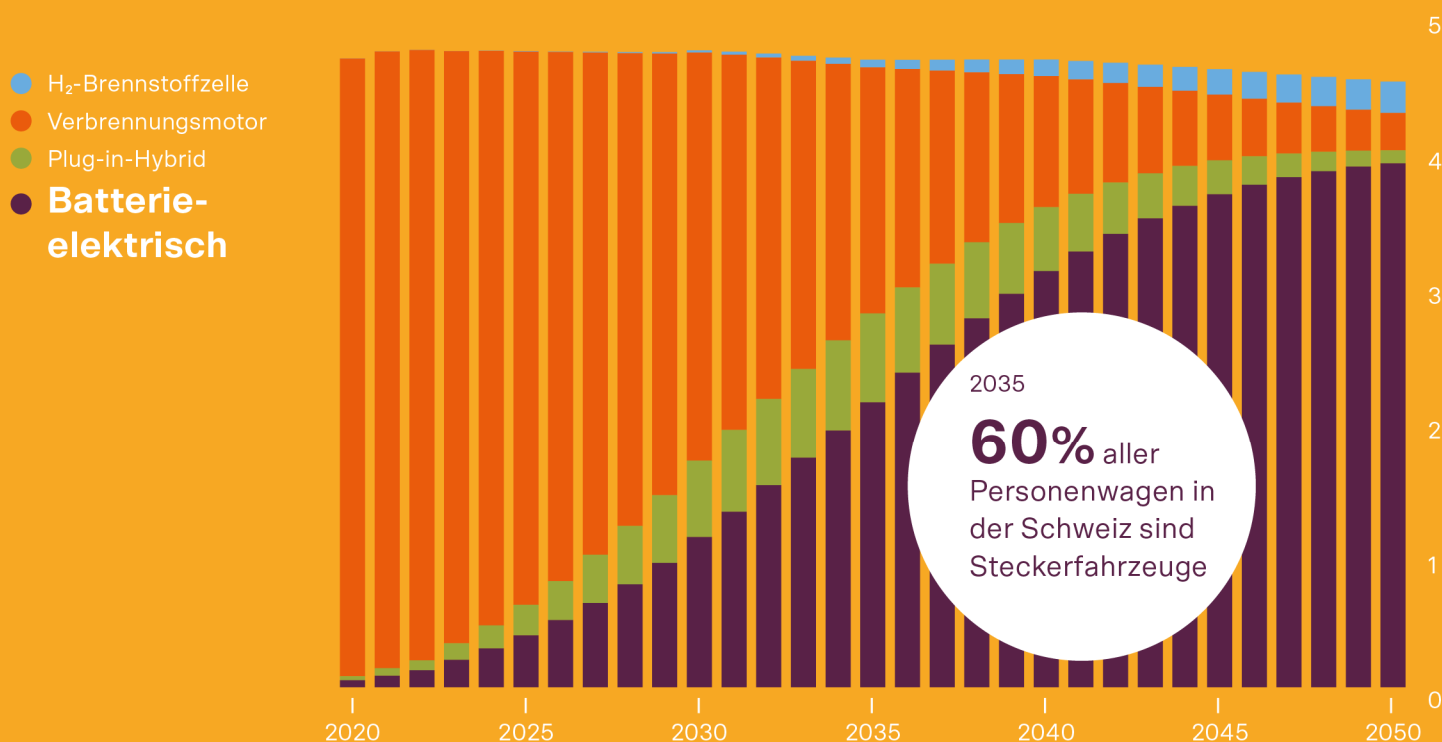
Basierend auf diesen Einschätzungen gehen das BFE und EBP davon aus, dass bereits ab 2025 mehr als die Hälfte der neuzugelassenen Personenwagen Steckerfahrzeuge sind. Der Batterieantrieb dominiert dabei klar. BFE und EBP erwarten, dass die Marktanteile von Plug-in-Hybriden (PHEV) gemessen an den Steckerfahrzeugen nach 2025 rückläufig sind und auch gemessen an allen Neuzulassungen nach 2028 abnehmen. Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge und Verbrennungsfahrzeuge mit synthetisch hergestelltem Treibstoff (E-Fuels) werden aus heutiger Sicht bei Personenwagen nur im Oberklassebereich geringe Marktanteile gewinnen. Ab 2035 ist aufgrund der europäischen Emissionsgrenzwerte von einer nahezu vollständig batterie-elektrischen Neuwagenflotte auszugehen.

3.2 Bereits 2035 über 2 Millionen batterie-elektrische Personenwagen

Es dauert etwas länger, bis die Steckerfahrzeuge auch im Bestand grössere Anteile ausmachen. Die Anzahl der batterie-elektrischen Personenwagen auf Schweizer Strassen steigt in den nächsten Jahren jedoch stark an. Im Jahr 2035 erwarten das BFE und EBP 2.1 Millionen batterie-elektrische Fahrzeuge auf den Schweizer Strassen – das sind 45 Prozent des Personenwagenbestandes. Die Zahl aller Steckerfahrzeuge dürfte bis 2050 auf 4 Millionen steigen. Die Plug-in-Hybride spielen eine Rolle als Übergangstechnologie. Die Anzahl Plug-in-Hybride in der Gesamtflotte dürfte 2034 ihr Maximum erreichen (knapp 700'000) und dann wieder abnehmen. Mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge fallen bei den Personenwagen nicht ins Gewicht (circa 200'000 Fahrzeuge in 2050).

Antriebsarten im Bestand Personenwagen bis 2050

[Anzahl Fahrzeuge in Millionen]



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Wichtig zu erwähnen: Die erwartete Entwicklung der Fahrleistung basiert auf dem Szenario «Basis» der ARE Verkehrsperspektiven 2050¹⁷. Das Szenario «Basis» zeigt eine Entwicklung hin zu einer ressourceneffizienten Mobilität. Der Bestand der Personenwagen erreicht deshalb auf heutigem Stand ein vorübergehendes Plateau und nimmt ab etwa 2040 leicht ab. EBP hat ein eigenes Modell für die Neuwagenanteile und die Entwicklung des Fahrzeugbestands angewendet. Es basiert auf den neuesten Beobachtungen des Neuwagenmarkts und der Lebensdauer von Personenwagen. Dadurch ergeben sich Unterschiede zu den Verkehrsperspektiven und den Energieperspektiven 2050+¹⁸.

3.3 Höherer Ladebedarf im Strassenverkehr als bisher erwartet

In die Ergebnisse flossen aktuelle Annahmen zur Verkehrs- und Marktentwicklung der Elektromobilität ein. Diese unterscheiden sich von den Energieperspektiven 2050+. Die Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs ist früher und vollständiger als erwartet. Hauptgrund dafür sind verschärfte Emissionsgrenzwerte und ambitioniertere Ziele der Fahrzeughersteller. Der Strombedarf nimmt daher schneller und stärker zu als bisher angenommen. 2035 gehen wir von rund 7.3 TWh Ladebedarf von Personenwagen aus – im Vergleich zu 4.1 TWh in den Energieperspektiven 2050+. Umgekehrt im Zeitraum nach 2035 bis 2050: Da die Fahrleistungen der Personenwagen gegenüber ehemaligen Annahmen leicht abnehmen, reduziert sich der Strombedarf der Personenwagen leicht und liegt 2050 unter dem Wert der Energieperspektiven 2050+.

17 ARE, 2022: Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050. [Link](#).

18 BFE, 2022: Energieperspektiven 2050+. [Link](#).

Ladestrombedarf im Strassenverkehr bis 2050

[in TWh]

- Busse
- Schwere Nutzfahrzeuge
- Leichte Nutzfahrzeuge
- **Personenwagen**



Der Fokus der Studie liegt auf den Personenwagen – die rasche Elektrifizierung macht jedoch dort nicht halt. Das verwendete Modell berücksichtigt deswegen auch die Fahrzeuge des Güterverkehrs und des öffentlichen Personenverkehrs. Der Batterieantrieb setzt sich auch bei leichten und schweren Nutzfahrzeugen und Bussen viel schneller und stärker durch als bisher gedacht. Für den Strombedarf machen diese Fahrzeuge spätestens ab 2035 einen relevanten Teil aus. Betrachtet man den gesamten Strassenverkehr, ist der erwartete Strombedarf 2050 höher als in den bisherigen Energieperspektiven 2050+:

- Strombedarf 2035: 9 TWh im Vergleich zu 5 TWh in den Energieperspektiven 2050+
- Strombedarf 2050: 17 TWh im Vergleich zu 14 TWh in den Energieperspektiven 2050+

4. Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Wie können wir zukünftige Entwicklungen antizipieren, vergleichen und bewerten? Das Bilden von Ladewelten kann helfen. Die drei Ladewelten «Bequem», «Geplant» und «Flexibel» zeigen uns anschaulich, in welche Richtung sich die Ladeinfrastruktur in der Schweiz entwickeln könnte.

Gemeinsam mit den involvierten Akteurinnen und Akteuren haben das BFE und EBP in sich konsistente Ladewelten gebildet. Alle Ladewelten basieren auf einer analogen Entwicklung der Fahrzeugbestände und deren Ladebedarfe. Die Ladewelten unterscheiden sich einzig in der Art und Weise, wie dieser Ladebedarf gedeckt wird.

4.1 Bereits beträchtlicher Konsens

Bei vielen Aspekten zur zukünftigen Entwicklung der Ladeinfrastruktur besteht heute weitgehende Einigkeit. Dazu gehören beispielsweise die technologische Entwicklung der Steckerfahrzeuge und der Ladeinfrastruktur in Richtung höherer Ladeleistungen oder das unterschiedliche Ladeverhalten verschiedener Gruppen. Es war auch unbestritten, dass Laden zu Hause auch künftig zentral sein wird, sofern technisch und wirtschaftlich machbar. Zudem bestand ein breit abgestützter Konsens, dass grundsätzlich alle restlichen Ladeoptionen als attraktive Lademöglichkeiten in Frage kommen, sofern sie verfügbar, komfortabel und preisgünstig sind.

4.2 Drei Ladewelten, um die Zukunft zu denken

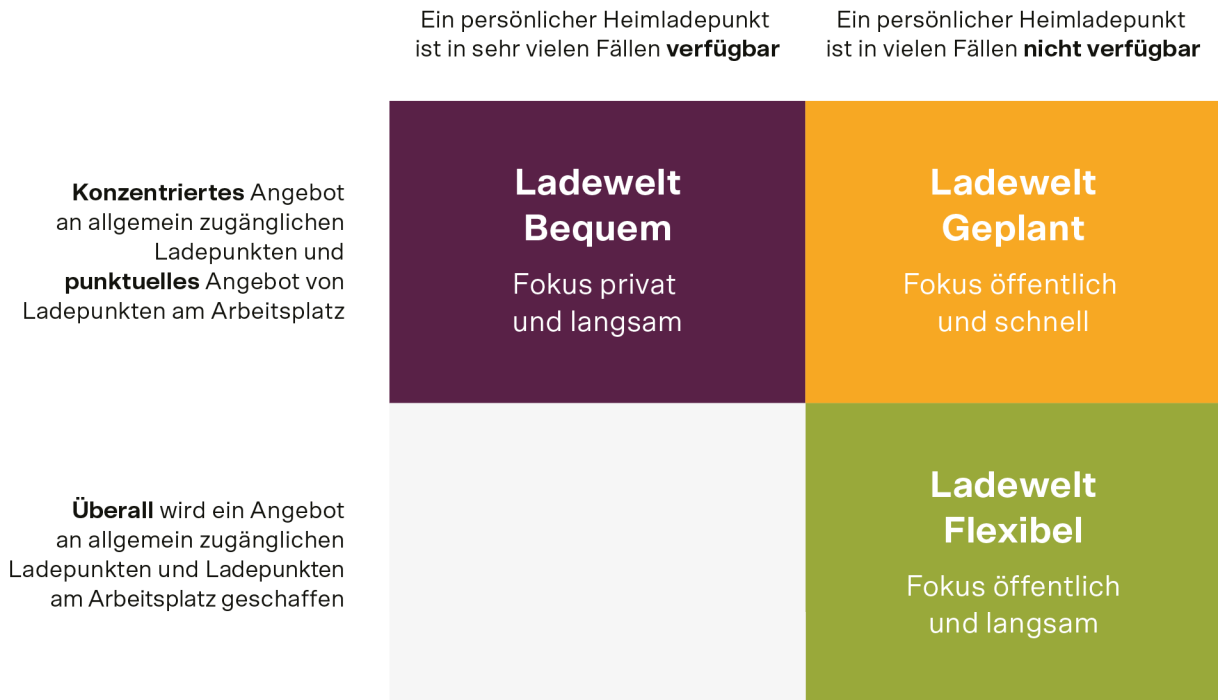
Aus heutiger Sicht gibt es vor allem zwei Bereiche, in denen es sinnvoll ist, mehrere Entwicklungspfade zu betrachten:

1. Die Verfügbarkeit von privaten Heimpladepunkten
2. Relevanz und Rolle des allgemein zugänglichen Ladenetzes und des Ladens am Arbeitsplatz

Die Entwicklung in diesen beiden Bereichen ist besonders von den Entscheidungen diverser Agierender abhängig. Es existieren hier keine scharfen Vorgaben – somit sind aus heutiger Sicht unterschiedliche Ausprägungen möglich. Die Diskussion mit den Fachpersonen hat dies bestätigt: Besonders in diesen beiden Bereichen sind auch die Erwartungen an die Zukunft am unterschiedlichsten. Um die Bandbreite möglicher Entwicklungen aufzuzeigen, haben das BFE und EBP darum diese zwei Haupttreiber genutzt, um drei Ladewelten zu bilden.

Drei Ladewelten

Konsistente Entwicklungen der künftigen Ladeinfrastruktur



4.3 Die drei Ladewelten in der Übersicht

Die drei Ladewelten sind entlang folgender Leitfragen ausgestaltet:

- Laden zu Hause: Werden private Abstellplätze in Einstellhallen weitgehend elektrifiziert?
- Laden am Arbeitsplatz: Können Pendlerinnen und Pendler prinzipiell am Arbeitsplatz laden?
- Laden im Quartier: Entsteht für Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen ohne private Abstellplätze ein nahezu flächendeckendes Ladeangebot im Quartier?
- Laden am Zielort: Entsteht ein nahezu flächendeckendes Ladeangebot bei Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen?
- Schnell-Laden: Wie viel Ladebedarf bleibt für ein rentables Schnell-Ladenetz übrig?

Daraus sind die drei Ladewelten entstanden, die auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt werden.

Ladewelt Bequem

Üblicherweise über Nacht laden, wenn man zu Hause ist. Unterwegs auf Reisen und längeren Strecken mal auf das Schnell-Ladenetz zurückgreifen. Ohne privaten Ladepunkt einmal wöchentlich beim Einkaufen oder spontan am Schnell-Ladehub aufladen. Das ist die Ladewelt «Bequem».

Die Ladewelt «Bequem» zeichnet sich durch einen hohen Anteil von Halterinnen und Haltern mit Steckerfahrzeugen aus, die an einem privaten Ladepunkt laden. Dank einer starken Ausbauoffensive und dem wirkungsvollen Abbau von Hemmnissen in Mehrparteiegebäuden werden bis 2035 rund 2 Millionen Heimpladepunkte realisiert. Ein Grossteil des Ladebedarfs kann so bei den Fahrzeughalterinnen und -haltern zu Hause gedeckt werden. Das allgemein zugängliche Ladenetz ist eine wichtige Ergänzung und wird im Vergleich zu heute stark ausgebaut.

Für Personen mit privater Heimpladeinfrastruktur genügt es, 2- bis 3-mal wöchentlich zu Hause zu laden. Andere Ladeoptionen werden komplementär genutzt: Ladepunkte am Arbeitsplatz oder am Zielort sind für einige Gruppen eine komfortable Alternative. Eine Minderheit hat keine private Lademöglichkeit – es sind vorwiegend Personen ohne persönlichen Abstellplatz für ihr Fahrzeug. Es braucht nur punktuell Ladelösungen im Quartier: Wer keine private Lademöglichkeit hat, lädt im Wochenrhythmus primär an Schnell-Ladestationen. Ansonsten wird die Schnell-Ladeinfrastruktur vorwiegend als sporadische Ergänzung unterwegs genutzt.

So wurde die Ladewelt «Bequem» durch die involvierten Akteurinnen und Akteure bewertet

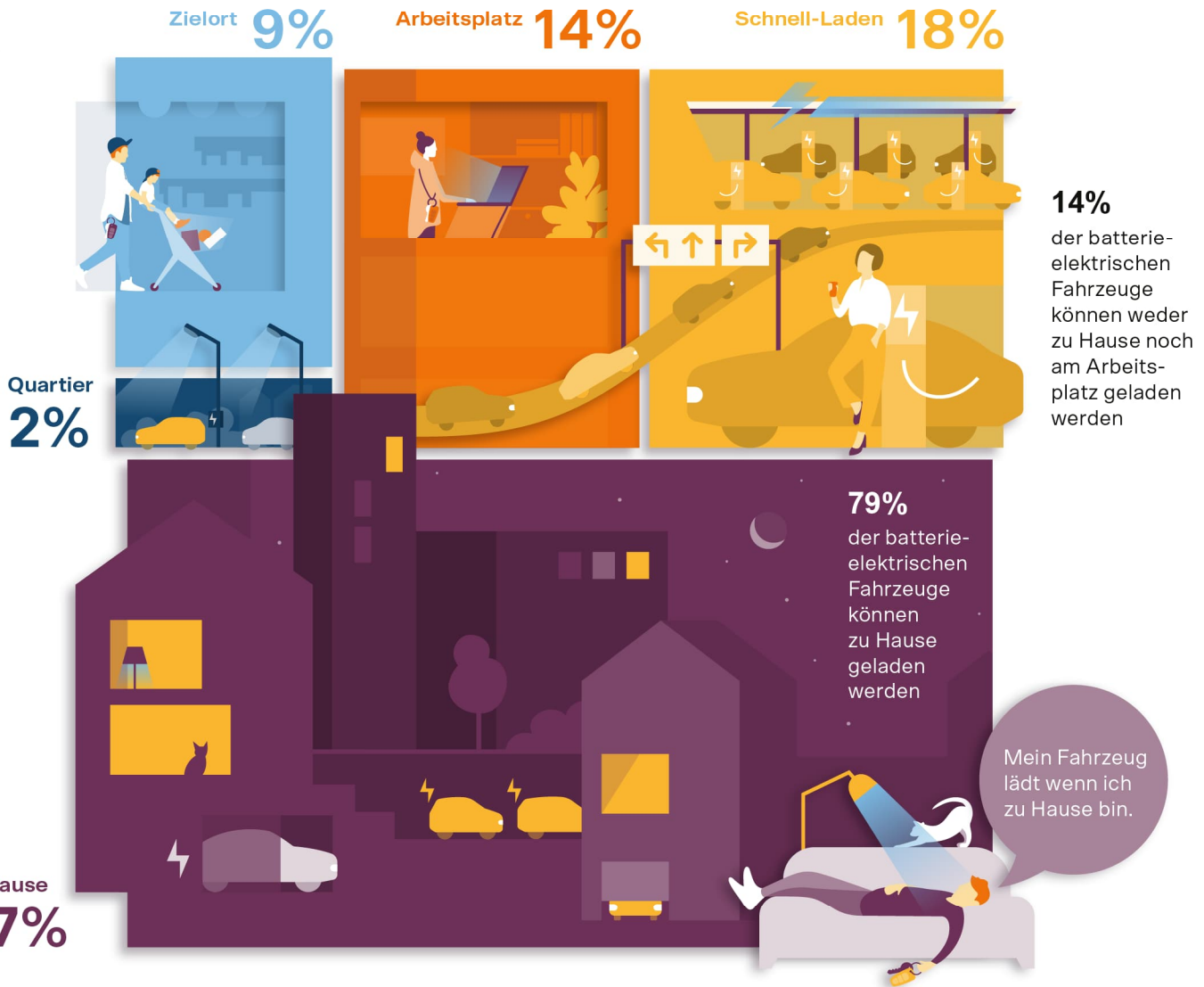
Das spricht für die Ladewelt «Bequem»	Das spricht gegen die Ladewelt «Bequem»
<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Entspricht dem heutigen und zukünftigen Bedürfnis der Kundinnen und Kunden am besten– Hohe Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur– Günstige Tarife– Ladevorgänge primär auf privaten Abstellplätzen mit tiefer Ladeleistung– Lange Stand- und Ladezeiten bieten Potenzial für netzdienliches Laden und V2G– Abhängigkeit vom allgemein zugänglichen Ladenetz weniger gross <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Steigert Attraktivität von Immobilien– Druck auf öffentlichen Grund am geringsten– Geschäftspotenzial auch für kleinere Installateure– Verkehrs- und Raumplanung wenig tangiert	<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Ohne «Recht auf Laden» kurzfristig zu ambitioniert– Hohe Investitionskosten für die Grundinstallation in Mehrparteiegebäuden– Integration PV durch Laden in der Nacht eingeschränkt– Kein attraktives Ladeangebot für Fahrzeughalterinnen und -halter ohne private Abstellplätze in der Nähe zum Wohnort, gefährdet weitgehende Elektrifizierung– Geringer Anreiz für Entwicklung eines allgemein zugänglichen Ladenetzes <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Fehlende Investitionssicherheit in Wohngebäuden– Geringer Spielraum bei der Tarifgestaltung– Wenig attraktive Geschäftsmodelle für Ladenetzbetreiberinnen und -betreiber– Geringe Nutzung des Potenzials für V2G am Arbeitsplatz– Einhaltung von Qualitätsstandards beim Bau ungewiss

Ladewelt Bequem

Fokus privat und langsam

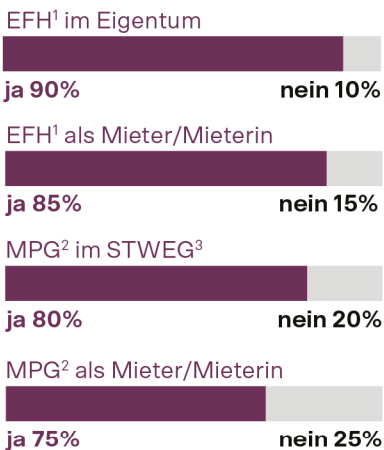
Annahmen und Ergebnisse für Steckerfahrzeuge im Jahr 2035

Anteil der geladenen Energie in %



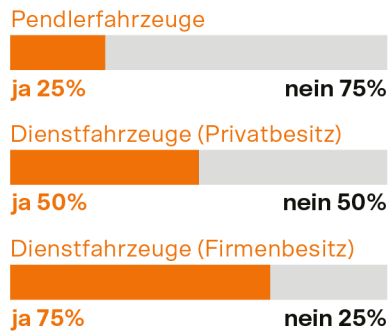
Annahmen

Verfügbarkeit Ladepunkte zu Hause



¹ Einfamilienhaus
² Mehrparteiengebäude
³ Stockwerkeigentum

Verfügbarkeit Ladepunkte am Arbeitsplatz



Verfügbarkeit Ladepunkte im Quartier



Ergebnisse

Anzahl Ladepunkte der Schweiz 2035



Ladewelt Geplant

Einmal in der Woche die morgendlichen Mails beim Schnell-Ladehub checken. Unterwegs die strategisch platzierten Schnell-Lader nutzen. Im Eigenheim trotzdem zu Hause laden können. Das ist die Ladewelt «Geplant».

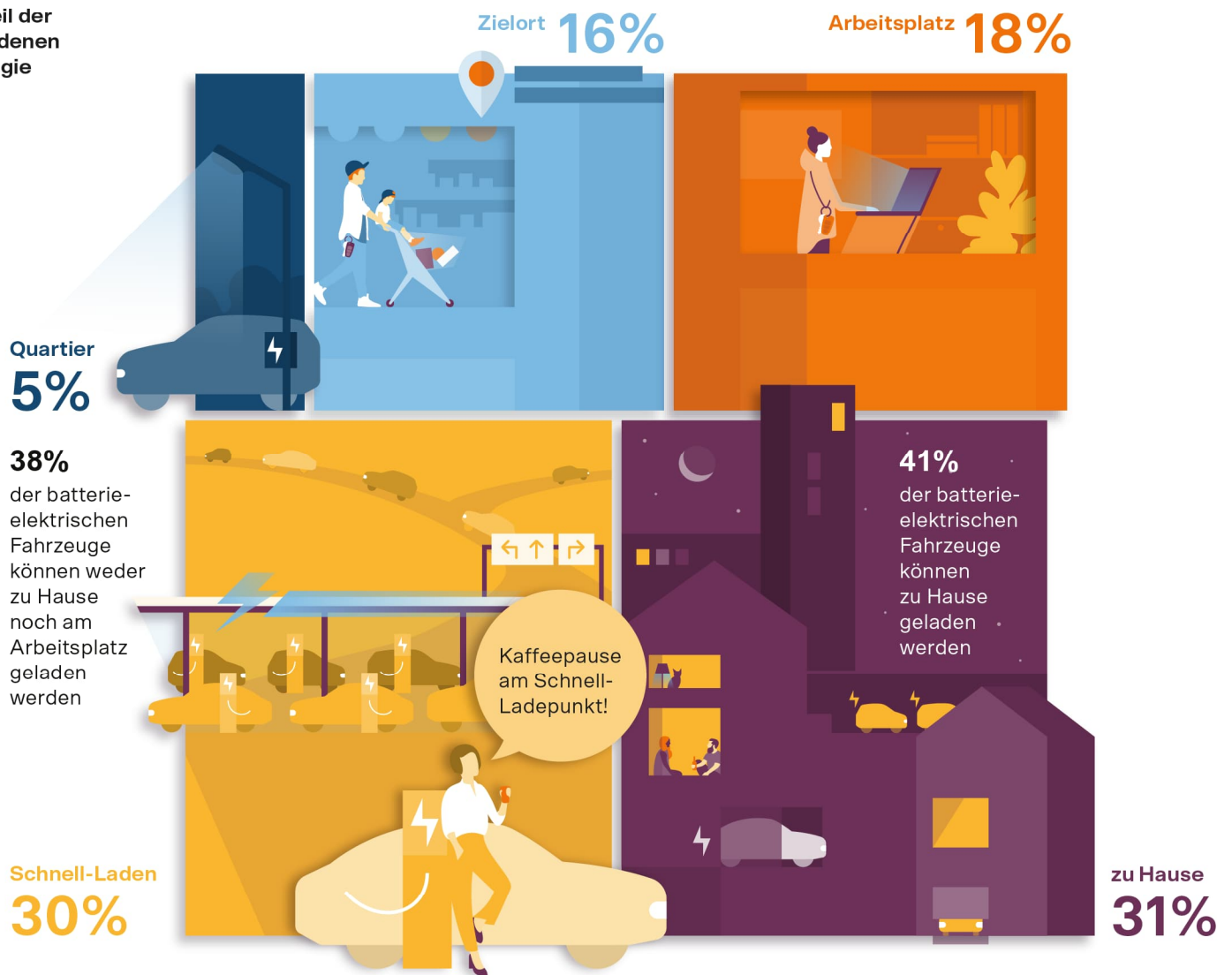
Die Ladewelt «Geplant» zeichnet sich durch einen geringeren Anteil von Personen aus, die an einer privaten Ladestation laden können. Bis 2035 werden 1.1 Millionen Heimpladepunkte realisiert – rund halb so viele wie bei der Ladewelt «Bequem». Ein relevanter Anteil der Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen kann weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden. Das allgemein zugängliche Ladenetz ist das Rückgrat der Ladeinfrastruktur und wird sehr stark ausgebaut. Der Fokus liegt auf räumlich konzentrierter Infrastruktur mit hohen Ladeleistungen – dem Schnell-Laden.

Das Laden zu Hause deckt auch in dieser Ladewelt einen grossen Ladebedarf ab. Mehr als ein Drittel der batterie-elektrischen Fahrzeuge laden jedoch etwa im Wochenrhythmus an Schnell-Ladern. Halterinnen und Halter von batterie-elektrischen Fahrzeugen planen die Fahrten zum Schnell-Ladehub wie heute die Fahrt mit dem Verbrennungsfahrzeug zur Tankstelle. Mit dem flächendeckenden und leistungsstarken Schnell-Ladenetz braucht es nur punktuelle Ladelösungen im Quartier. Die restliche Ladeinfrastruktur wird weitgehend komplementär genutzt: Laden am Arbeitsplatz oder am Zielort ist für einige Fahrzeughalterinnen und -halter eine komfortable Alternative.

So wurde die Ladewelt «Geplant» durch die involvierten Akteurinnen und Akteure bewertet

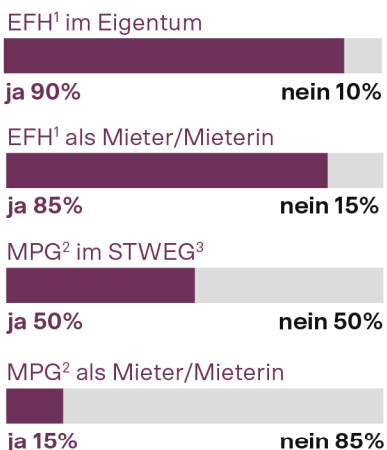
Das spricht für die Ladewelt «Geplant»	Das spricht gegen die Ladewelt «Geplant»
<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Flächendeckendes und attraktives Schnell-Ladenetz– Privat finanziertes allgemein zugängliches Ladenetz– Geringe politische Abhängigkeit <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Attraktiver Business Case für Ladestationsbetreiberinnen und -betreiber	<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Entspricht nicht dem Bedürfnis der Kundinnen und Kunden– Bei zu wenig Heimpladepunkten steigen vermutlich weniger Personen auf Steckerfahrzeuge um– Grosse Abhängigkeit vom allgemein zugänglichen Ladenetz– Fehlende Standorte– Potenzielle Überlastung des Ladenetzes zu Spitzenzeiten (z. B. an Ostern) <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Umsetzung kurzfristig herausfordernd– Hohe Anforderungen ans Verteilnetz– Hohe Ladetarife– Hoher zusätzlicher Flächenbedarf– Geringe Nutzung des Potenzials für V2G– Beschleunigte Batteriealterung

Anteil der geladenen Energie in %



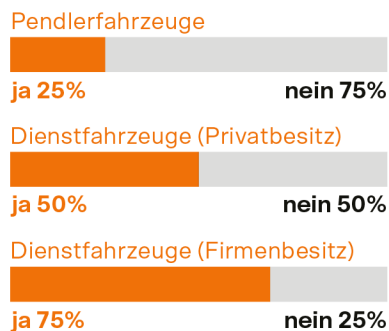
Annahmen

Verfügbarkeit Ladepunkte zu Hause



¹ Einfamilienhaus
² Mehrparteiengebäude
³ Stockwerkeigentum

Verfügbarkeit Ladepunkte am Arbeitsplatz



Verfügbarkeit Ladepunkte im Quartier



Ergebnisse

Anzahl Ladepunkte der Schweiz 2035



Ladewelt Flexibel

Überall dort laden, wo man das Fahrzeug parkiert. Falls möglich in Ruhe zu Hause oder am Arbeitsplatz aufladen. Alternativ auf die Ladepunkte im Quartier um die Ecke oder beim Fitnesscenter vertrauen können. Unterwegs auch mal einen Schnell-Lader benutzen. Das ist die Ladewelt «Flexibel».

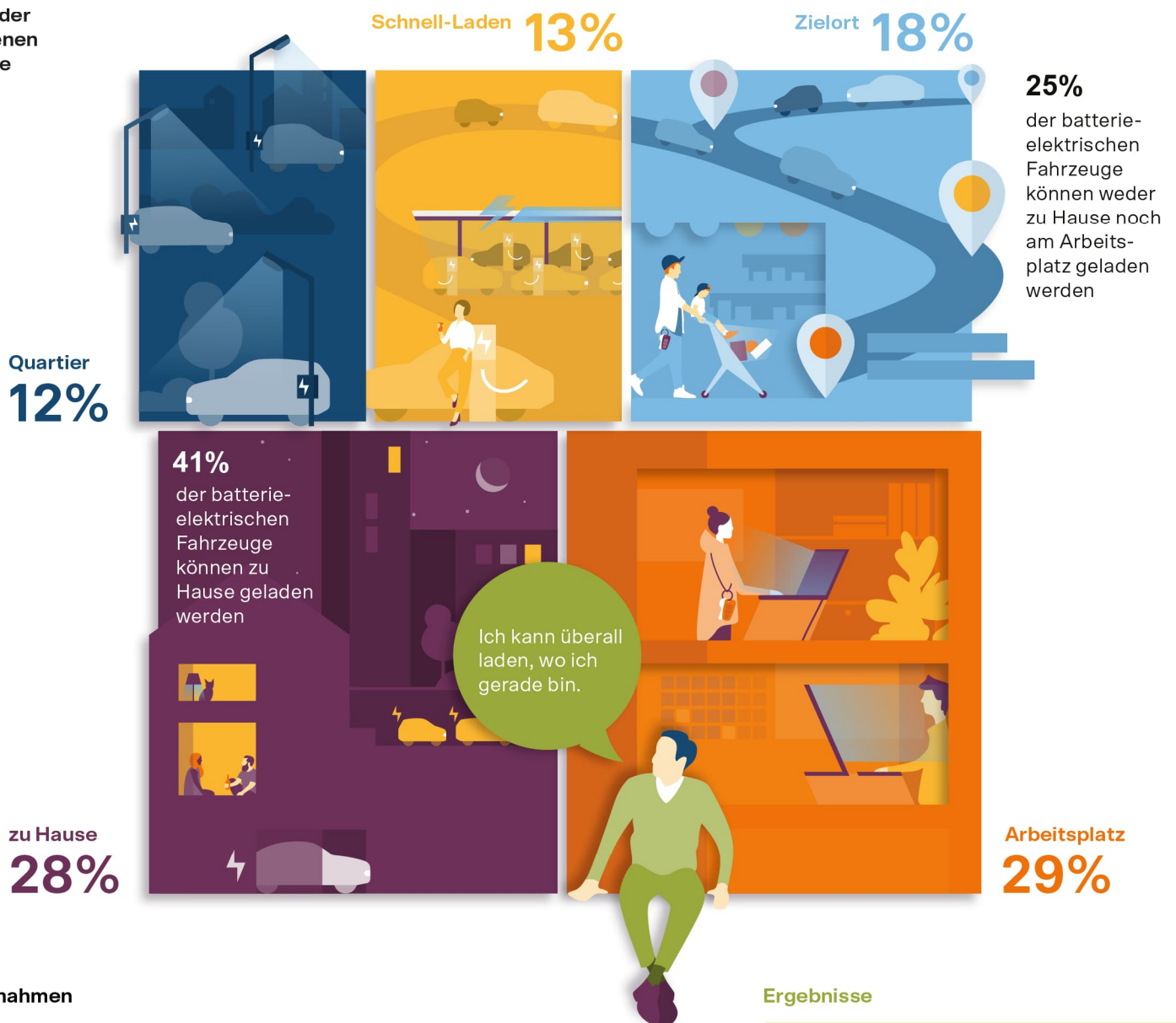
Die Ladewelt «Flexibel» zeichnet sich ebenfalls durch einen geringeren Anteil von Personen aus, die an einer privaten Heimpladestation laden können. Bis 2035 werden genau wie in Ladewelt «Geplant» 1.1 Millionen Heimpladepunkte realisiert – rund halb so viele verglichen mit der Ladewelt «Bequem». Die Ladeinfrastruktur wird dafür an diversen anderen Standorten sehr stark ausgebaut – am Arbeitsplatz, an Zielorten und im Quartier. Überall wo es Parkplätze gibt, ist üblicherweise auch ein Teil mit Ladepunkten ausgestattet. Der Fokus liegt auf Infrastruktur mit tiefen Ladeleistungen auf bestehenden Parkieranlagen (z. B. Firmenparkplätze, allgemein zugängliche Parkplätze, Parkhäuser oder Parkplätze bei Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen). Damit entstehen räumlich verteilt sehr viele allgemein zugängliche Ladepunkte und Ladepunkte am Arbeitsplatz.

Das Laden zu Hause deckt auch in dieser Ladewelt einen grossen Ladebedarf ab. Die Mehrheit der Steckerfahrzeuge lädt jedoch im Wochenrhythmus am Arbeitsplatz oder 2- bis 3-mal wöchentlich im Quartier oder an Zielorten. Diese Ladewelt verfügt über eine grosse Anzahl an Ladepunkten am Arbeitsplatz. Es gibt daher deutlich weniger Personen als in Ladewelt «Geplant», die weder am Wohnort noch am Arbeitsplatz laden können. Ihr Anteil ist jedoch immer noch deutlich höher als in der Ladewelt «Bequem». Die Schnell-Ladeinfrastruktur wird vorwiegend als Ergänzung unterwegs genutzt.

So wurde die Ladewelt «Flexibel» durch die involvierten Akteurinnen und Akteure bewertet

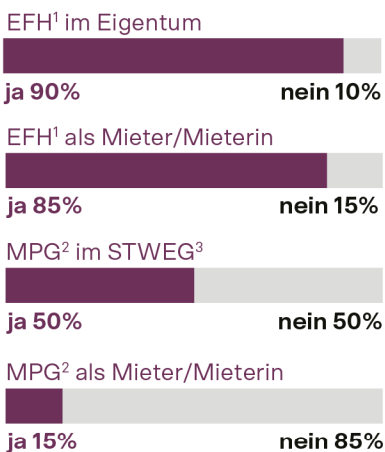
Das spricht für die Ladewelt «Flexibel»	Das spricht gegen die Ladewelt «Flexibel»
<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Entspricht dem Bedürfnis der Kundinnen und Kunden: Laden in der Nähe zum Wohnort möglich– Rascher umsetzbar als die anderen Szenarien– Attraktives allgemein zugängliches Ladenetz– Ladevorgänge auf bestehenden Abstellplätzen mit tiefer Ladeleistung– Ladevorgänge primär tagsüber und damit grösste Kongruenz mit PV-Erzeugung– Günstige Tarife– Lange Stand- und Ladezeiten bieten Potenzial für netzdienliches Laden und V2G <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Grösste Chance zur Mitgestaltung durch öffentliche Hand– Fokus auf AC-Ladestationen einfacher und schneller umsetzbar	<p>Mehrheitlich genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Bei zu wenig Heimpladepunkten steigen vermutlich weniger Personen auf Steckerfahrzeuge um– Umsetzbarkeit Laden im Quartier durch fehlende Bewilligung der öffentlichen Hand gefährdet– Umsetzbarkeit Laden am Arbeitsplatz und am Zielort durch unsichere Geschäftsmodelle gefährdet oder zu langsam– Bindung an Kopplungsgeschäfte– Grosse Abhängigkeit vom allgemein zugänglichen Ladenetz– Hoher zusätzlicher Flächenbedarf <p>Vereinzelt genannt:</p> <ul style="list-style-type: none">– Umsetzung kurzfristig herausfordernd– Hohe Anforderungen ans Verteilnetz– Hohe Ladetarife– Geringe Nutzung des Potenzials für V2G zu Hause

Anteil der geladenen Energie in %



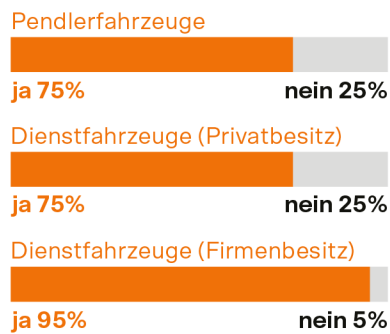
Annahmen

Verfügbarkeit Ladepunkte zu Hause



¹ Einfamilienhaus
² Mehrparteiengebäude
³ Stockwerkeigentum

Verfügbarkeit Ladepunkte am Arbeitsplatz



Verfügbarkeit Ladepunkte im Quartier



Ergebnisse

Anzahl Ladepunkte der Schweiz 2035



5. Was sind die Erkenntnisse der Studie?

Für Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können, braucht es allgemein zugängliche Ladeoptionen. Ein Mix an Ladeoptionen befriedigt das zukünftige Ladebedürfnis. 29 bis 51 Prozent des Ladebedarfs wird im Jahr 2035 an allgemein zugänglichen Ladepunkten geladen.

Die beteiligten Akteurinnen und Akteure sprachen sich grossmehrheitlich für die Ladewelt «Bequem» als anzustrebendes Ziel aus. Wegen der nötigen Ressourcen und Bereitschaft der Hauseigentümerinnen und -eigentümer waren sie im Allgemeinen allerdings auch skeptisch, dass in den nächsten 10 bis 15 Jahren der Anteil der Steckerfahrzeuge mit privatem Ladepunkt zu Hause so hoch sein wird, wie in der Ladewelt «Bequem» angenommen. Entsprechend attestierten die beteiligten Akteurinnen und Akteure dem allgemein zugänglichen Ladenetz eine sehr hohe Bedeutung. Im Hinblick auf die rasche Entwicklung der Elektromobilität in den nächsten 10 bis 15 Jahren liegt der Fokus der Studie im Folgenden auf dem Jahr 2035. Detaillierte Ergebnisse sind im publizierten Anhang «Daten und Ergebnisse» dokumentiert.

Das Ladebedürfnis wird in jedem Fall mit einem Mix an Ladeoptionen befriedigt. Das Laden zu Hause macht je nach Verfügbarkeit von privaten Heimpladepunkten im Jahr 2035 mindestens 28 und maximal 57 Prozent des Ladebedarfs in der Schweiz aus. Am Arbeitsplatz werden zwischen 14 und 29 Prozent des Ladebedarfs geladen. Als Ergänzung und als Alternative wird an allgemein zugänglichen Ladepunkten im Quartier, am Zielort und an Schnell-Ladepunkten 29 bis 51 Prozent des Ladebedarfs geladen.

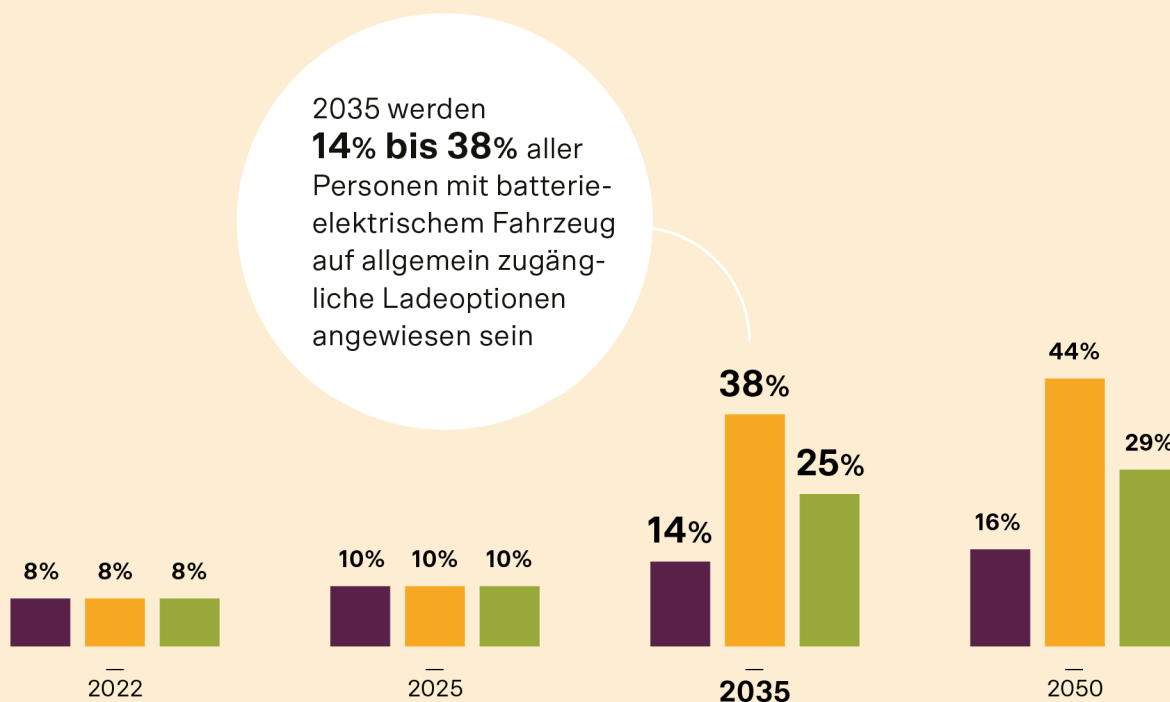
5.1 Wer kann weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden?

Es gibt in jeder Ladewelt Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen, die vollumfänglich auf das allgemein zugängliche Ladenetz angewiesen sind. Der Anteil unterscheidet sich zwischen den Ladewelten je nach Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur zu Hause und am Arbeitsplatz.

Batterie-elektrische Fahrzeuge, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können

[Anteil in %]

- Ladewelt Bequem
- Ladewelt Geplant
- Ladewelt Flexibel



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Der Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können, nimmt bis 2035 zu. Im Jahr 2035 verfügen schweizweit 14 bis 38 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge über keine private Ladeoption. Es gibt also in jeder Ladewelt Halterinnen und Halter von batterie-elektrischen Fahrzeugen, die vollumfänglich auf das allgemein zugängliche Ladenetz angewiesen sind. Selbst bei optimistischen Annahmen, wie in der Ladewelt «Bequem», sind viele Halterinnen und Halter von batterie-elektrischen Fahrzeugen auf das allgemein zugängliche Ladenetz angewiesen. Es handelt sich vor allem um Fahrzeughalterinnen und -halter ohne private Abstellplätze und Härtefälle, insbesondere in älteren Mietliegenschaften. Diese laden ihren gesamten Ladebedarf an allgemein zugänglichen Ladepunkten. Der Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können, ist regional unterschiedlich. Hauptgrund dafür ist der Anteil an Fahrzeughalterinnen und -haltern ohne private Abstellplätze, sowie die Zusammensetzung des Gebäudebestandes und der Eigentumsverhältnisse.

Im Jahr 2035 sind in der Ladewelt «Geplant» 38 Prozent der Halterinnen und Halter von batterie-elektrischen Fahrzeugen ausschliesslich auf das allgemein zugängliche Ladenetz angewiesen. Der Anteil in der Ladewelt «Flexibel» liegt mit 25 Prozent deutlich tiefer. Der Hauptgrund dafür ist die unterschiedliche Ladeinfrastruktur bei Unternehmen. Während in der Ladewelt «Flexibel» 54 Prozent der Steckerfahrzeuge am Arbeitsplatz laden können, sind es in der Ladewelt «Geplant» mit 31 Prozent deutlich weniger. Dabei ist zu berücksichtigen, dass rund 65 Prozent der Steckerfahrzeuge überhaupt fürs Laden am Arbeitsplatz in Frage kommen. Die restlichen 35 Prozent der Fahrzeuge werden im Jahr 2035 nicht für Pendler- oder Dienstzwecke eingesetzt.

5.2 Wie leistungsstark soll das allgemein zugängliche Ladenetz sein?

Der Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen mit Heimpladepunkten bestimmt, wie leistungsfähig das allgemein zugängliche Ladenetz sein soll. Die Anforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz steigt in den nächsten Jahren bis 2035 stark an. Ein Wert von 1.1 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug kann als Richtwert dienen.

Ein Mix an Ladoptionen befriedigt das Ladebedürfnis – heute und in Zukunft. In allen Ladewelten braucht es ein allgemein zugängliches Ladenetz in der Schweiz. Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen, die zu Hause oder am Arbeitsplatz laden, nutzen das allgemein zugängliche Ladenetz als Ergänzung auf längeren Reisen. Steckerfahrzeuge, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können, sind auf die allgemein zugängliche Ladeinfrastruktur angewiesen.

Mit einer allgemein zugänglichen Ladeleistung von 0.6 bis 1.3 kW pro batterie-elektrischem Fahrzeug können die Ladebedürfnisse gedeckt werden. Bei einem Bestand von 2.1 Millionen batterie-elektrischen Fahrzeugen im Jahr 2035, braucht die Schweiz total 1'300 bis 2'700 MW Ladeleistung an allgemein zugänglichen Ladepunkten. Ob 1'300 MW ausreichen oder es doch 2'700 MW sein sollen, hängt von der Ladewelt ab, also wie viele batterie-elektrische Fahrzeuge zu Hause laden können.

Mindestanforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz

Eine Verdoppelung des Anteils an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die zu Hause laden, halbiert die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz bezüglich angebotener Leistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug.

In der Ladewelt «Bequem» können im Jahr 2035 79 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge zu Hause laden. In diesem Fall liegt die Anforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz bei 0.6 kW pro batterie-elektrischem Fahrzeug – also total 1'300 MW Ladeleistung im Jahr 2035. Die Ladewelt «Bequem» geht insbesondere für den Zeithorizont 2035 von optimistischen Annahmen zur Verfügbarkeit von privaten Ladepunkten zu Hause aus (nur 14 Prozent können weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden). Gleichzeitig setzt die Ladewelt «Bequem» auf ein gut ausgelastetes, effizientes Schnell-Ladenetz als Ergänzung.

Die 0.6 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug im Jahr 2035 gilt entsprechend als Mindestanforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz.

Maximalanforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz

In den Ladewelten «Geplant» und «Flexibel» können im Jahr 2035 hingegen lediglich rund halb so viele batterie-elektrische Fahrzeuge zu Hause laden (44 Prozent können zu Hause laden). Die Anforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz steigt entsprechend auf 1.1 bis 1.3 kW pro batterie-elektrischem Fahrzeug. **Das allgemein zugängliche Ladenetz sollte in diesem Fall insgesamt 2'300 bis 2'700 MW Ladeleistung anbieten. Dabei spielt es keine Rolle, ob die allgemein zugängliche Ladeleistung mit tausenden Langsam-Ladepunkten überall angeboten wird oder mit konzentrierten, leistungsstarken Schnell-Ladehubs.** Die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz bleibt mit 1.1 bis 1.3 kW pro batterie-elektrischem Fahrzeug in etwa gleich, wie der Vergleich der Ladewelten «Geplant» und «Flexibel» zeigt.

Die 1.3 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug ist als maximale Anforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz im Jahr 2035 zu verstehen. Die entsprechende Ladewelt «Flexibel» geht im Jahr 2035 von der konservativen Annahme aus, dass 25 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können. Auch ist das allgemein zugängliche Ladenetz in der Ladewelt «Flexibel» mit vielen Langsam-Ladern im Quartier und bei Kundenparkplätzen weniger effizient ausgelastet als in den anderen Ladewelten.

Richtwert für das allgemein zugängliche Ladenetz

Die beteiligten Akteurinnen und Akteure waren skeptisch, dass bis im Jahr 2035 der Anteil der batterie-elektrischen Fahrzeuge mit privatem Ladepunkt zu Hause so hoch sein wird, wie in der Ladewelt «Bequem» angenommen. Die Anforderung an das allgemein zugängliche Ladenetz liegt im Jahr 2035 entsprechend höher als in der Ladewelt «Bequem». Im Falle einer effizienteren Auslastung des allgemein zugänglichen Ladenetzes gemäss Ladewelt «Geplant» ist sie aber tiefer als in der Ladewelt «Flexibel». **1.1 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug kann daher als Richtgrösse für die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz im Jahr 2035 dienen.** Die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz können regional unterschiedlich sein: Einerseits aufgrund der regional unterschiedlichen Anteile von Halterinnen und Haltern von batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können. Andererseits aufgrund der regional unterschiedlichen Ladebedürfnisse (z. B. fürs Laden am Zielort oder Schnell-Laden).

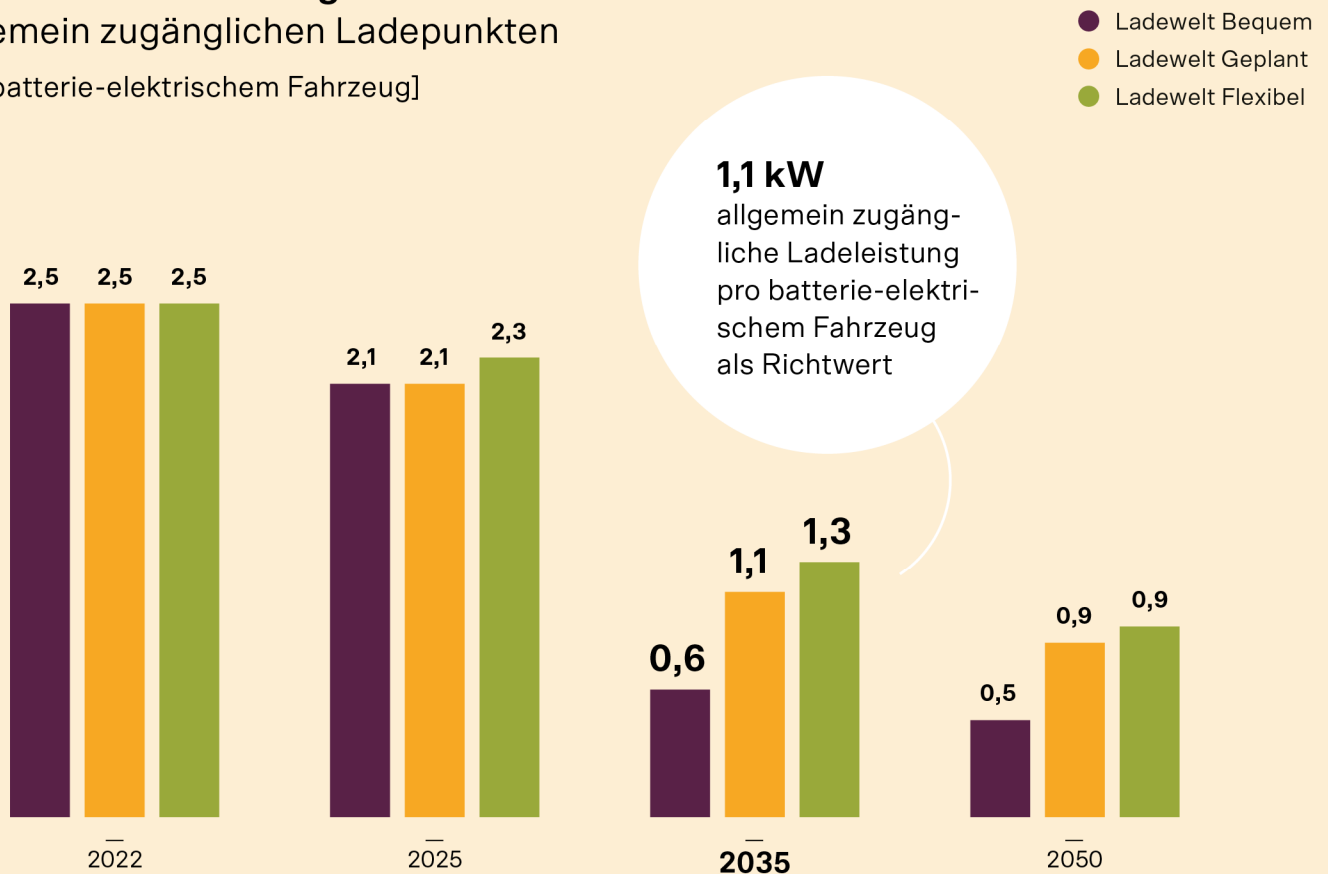
Anforderungen an das allgemein zugängliche LadeNetz steigen an

Im Jahr 2022 lag der berechnete Wert bei 2.5 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug. Das allgemein zugängliche LadeNetz der Schweiz übertraf im Jahr 2022 die Anforderungen von 0.6 bis 1.3 kW deutlich. Die meisten allgemein zugänglichen Ladepunkte konnten im Jahr 2022 aber auch nicht wirtschaftlich betrieben werden. Das allgemein zugängliche LadeNetz im Jahr 2022 war noch wenig ausgelastet und hätte deutlich mehr Steckerfahrzeuge versorgen können.

Die Anforderungen an das allgemein zugängliche LadeNetz steigen in den nächsten Jahren bis 2035 stark an. Die gesamthaft angebotene Ladeleistung soll massiv erhöht werden. Da die Anzahl der Steckerfahrzeuge und somit der Ladebedarf noch schneller steigt als die Anzahl der Ladepunkte, steigt die Auslastung der allgemein zugänglichen Ladepunkte an. **Das LadeNetz wird somit effizienter ausgenutzt. Entsprechend sinkt die allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug.**

Angebote Ladeleistung an allgemein zugänglichen Ladepunkten

[kW pro batterie-elektrischem Fahrzeug]



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

5.3 Wie viele allgemein zugängliche Ladepunkte braucht es?

Im Jahr 2035 braucht die Schweiz bis zu 84'000 allgemein zugängliche Ladepunkte. Mit einem stärkeren Fokus auf Schnell-Lader kann die benötigte Anzahl deutlich reduziert werden. Das allgemein zugängliche Ladenetz entsteht zum Grossteil in den nächsten 10 bis 15 Jahren. Zwischen 2035 und 2050 erhöht sich die Gesamtzahl der allgemein zugänglichen Ladepunkte weniger stark.

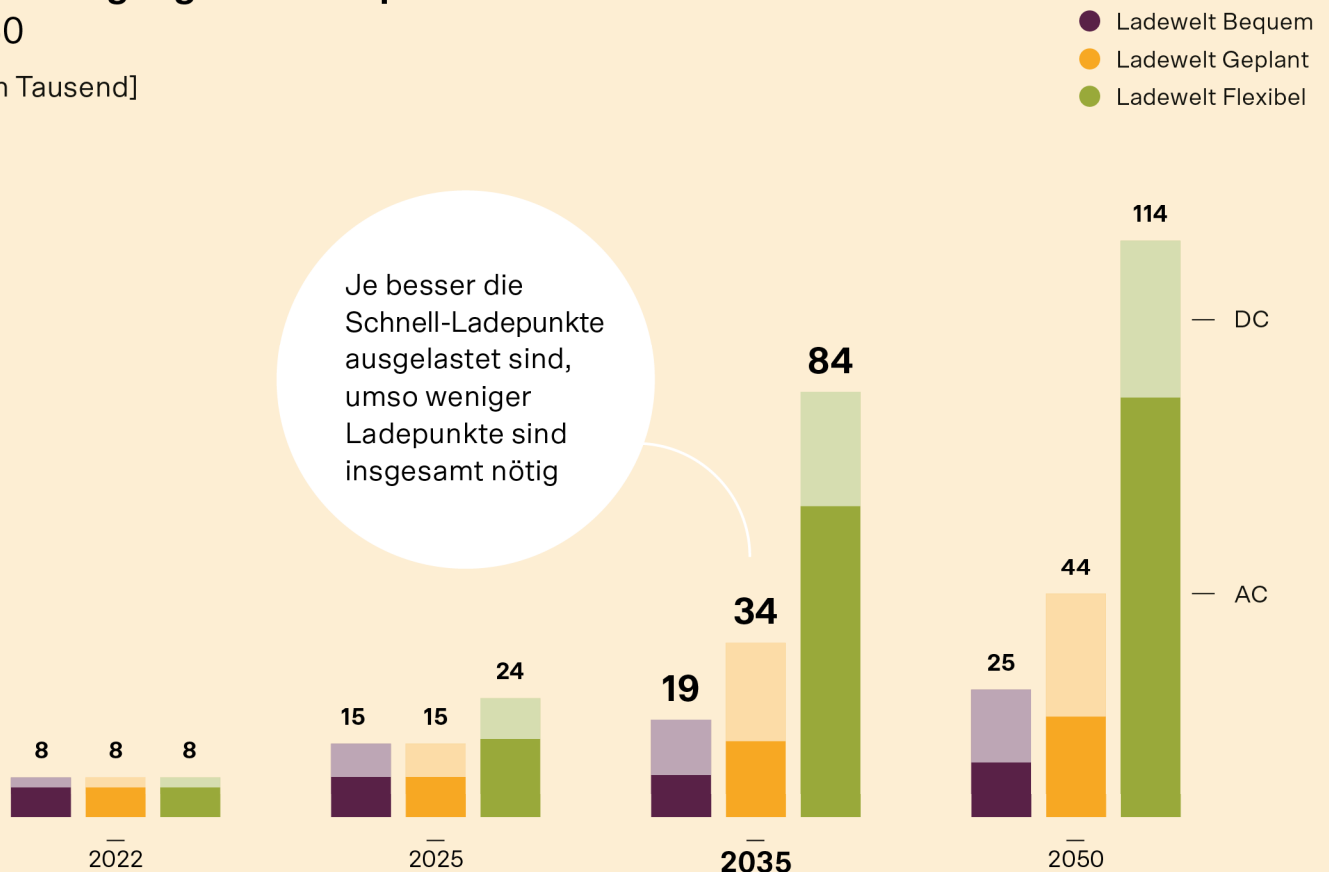
Die Anzahl der allgemein zugänglichen Ladepunkte erhöht sich bis 2035 deutlich – in allen Ladewelten. Die genaue Anzahl benötigter Ladepunkte im Jahr 2035 hängt von zwei wesentlichen Faktoren ab:

- a) Vom Anteil an Halterinnen und Haltern von batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können. Wie hoch ist der Anteil im Jahr 2035?
- b) Von der Ausbaustrategie des allgemein zugänglichen Ladenetzes. Werden primär gut ausgelastete Schnell-Lader oder weniger frequentierte Langsam-Lader im Quartier und am Zielort realisiert?

Die drei Ladewelten haben diese beiden Faktoren unterschiedlich kombiniert. In der Ladewelt «Bequem», mit einem kleinen Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können und gut ausgelastetem Schnell-Ladenetz als Ergänzung, sind im Jahr 2035 rund 19'000 allgemein zugängliche Ladepunkte notwendig. Mehr als die Hälfte (58 Prozent) davon sind Schnell-Lader. 19'000 allgemein zugängliche Ladepunkte gelten aufgrund der optimistischen Annahmen bezüglich Verfügbarkeit von privaten Ladepunkten zu Hause und der hohen Auslastung an allgemein zugänglichen Ladepunkten als Mindestanforderung.

Allgemein zugängliche Ladepunkte bis 2050

[Anzahl in Tausend]



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Fokus auf Schnell-Lader reduziert die benötigte Anzahl Ladepunkte

Die benötigte Gesamtzahl an allgemein zugänglichen Ladepunkten ist stark abhängig vom Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die zu Hause laden. **Eine Halbierung des Anteils an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die zu Hause laden, führt mindestens zu knapp einer Verdoppelung und maximal zu einer Vervielfachung der benötigten Ladepunkte im allgemein zugänglichen Ladenetz.**

In der Ladewelt «Flexibel» können 25 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden. Zur Befriedigung der Ladebedürfnisse werden primär weniger gut ausgelastete Langsam-Lader im Quartier und auf Kundenparkplätzen angeboten. Im Jahr 2035 sind entsprechend rund 84'000 allgemein zugängliche Ladepunkte notwendig. Dieser Wert gilt aufgrund der Annahmen als Maximalwert. Die Ladewelt «Flexibel» bietet im Jahr 2035 je rund 40'000 Ladepunkte fürs Laden im Quartier und am Zielort an (primär Langsam-Lader). Hinzu kommen deutlich mehr Ladepunkte für das Laden am Arbeitsplatz als in den anderen Ladewelten.

Auch in der Ladewelt «Geplant» besteht ein Bedürfnis nach einem allgemein zugänglichen Lade-netz (38 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge können weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden). Die Ladewelt «Geplant» befriedigt dieses Ladebedürfnis primär mit Schnell-Ladern. Mehr als die Hälfte (56 Prozent) der allgemein zugänglichen Ladepunkte sind Schnell-Lader. Die hohe Auslastung der Schnell-Ladepunkte reduziert die benötigte Gesamtzahl der allgemein zugänglichen Ladepunkte in der Ladewelt «Geplant» auf 34'000 im Jahr 2035.

5.5 Wie viele batterie-elektrische Fahrzeuge teilen sich einen Ladepunkt?

Ein attraktives allgemein zugängliches Ladenetz ist gut frequentiert. Damit steigt auch die Anzahl der Steckerfahrzeuge, die sich einen allgemein zugänglichen Ladepunkt teilen. **Je höher die angebotene Ladeleistung am Ladepunkt, desto mehr Steckerfahrzeuge teilen sich einen Ladepunkt.**

Im Jahr 2022 teilten sich 17 batterie-elektrische Fahrzeuge einen allgemein zugänglichen Ladepunkt. Die meisten allgemein zugänglichen Ladepunkte konnten im Jahr 2022 allerdings nicht wirtschaftlich betrieben werden und hätten deutlich mehr Steckerfahrzeuge versorgen können. Bei einer höheren Auslastung des allgemein zugänglichen Ladenetzes steigt somit die Anzahl der Steckerfahrzeuge, die sich einen allgemein zugänglichen Ladepunkt teilen.

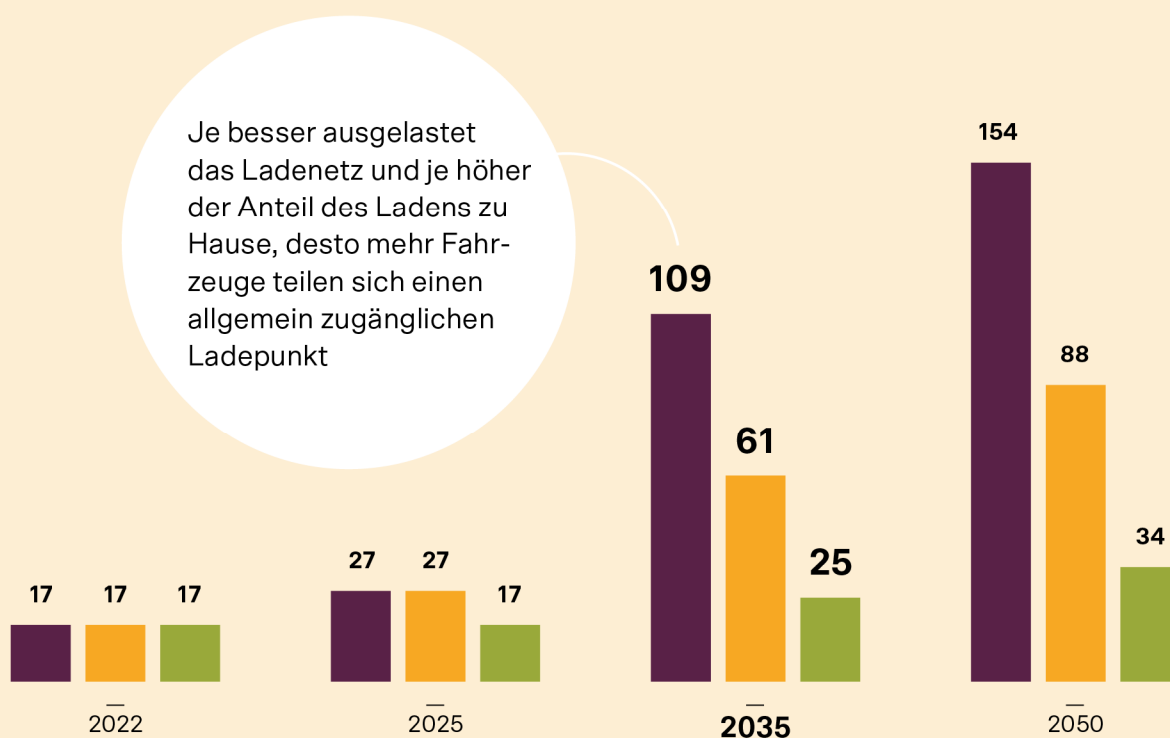
Mehr als 100 batterie-elektrische Fahrzeuge teilen sich einen Ladepunkt

Wie viele Steckerfahrzeuge sich einen allgemein zugänglichen Ladepunkt teilen, hängt zudem stark davon ab, ob das allgemein zugängliche Ladenetz primär aus Schnell-Ladern oder Langsam-Ladern besteht. An gut ausgelasteten Schnellladepunkten können pro Tag über 30 Ladevorgänge erfolgen. Vor dem Hintergrund, dass nicht jeden Tag an Schnell-Ladern geladen wird, zeigt sich, dass sich mehr als 100 batterie-elektrische Fahrzeuge einen Ladepunkt teilen können.

Batterie-elektrische Fahrzeuge pro allgemein zugänglichem Ladepunkt

[Anzahl batterie-elektrische Fahrzeuge]

- Ladewelt Bequem
- Ladewelt Geplant
- Ladewelt Flexibel



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

Je mehr zu Hause laden, desto mehr Fahrzeuge pro allgemein zugänglichem Ladepunkt

Je mehr batterie-elektrische Fahrzeuge zu Hause oder an der Arbeit laden können, desto mehr Fahrzeuge können sich auch einen allgemein zugänglichen Ladepunkt teilen. Viele batterie-elektrische Fahrzeuge nutzen allgemein zugängliche Ladepunkte nur gelegentlich als Ergänzung.

In der **Ladewelt «Flexibel»** können 25 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden. Das allgemein zugängliche Ladenetz besteht zu 73 Prozent aus Langsam-Ladern mit tiefer Auslastung. Im Jahr 2035 teilen sich entsprechend nur 25 batterie-elektrische Fahrzeuge einen allgemein zugänglichen Ladepunkt. Die beteiligten Akteurinnen und Akteure erachten die Umsetzbarkeit der Ladewelt «Flexibel» aufgrund der unsicheren Geschäftsmodelle beim Laden am Arbeitsplatz und am Zielort als herausfordernd. Die Ladewelt «Flexibel» bietet aber die grössten Potenziale zur Einbindung der Steckerfahrzeuge ins Stromsystem.

In der **Ladewelt «Geplant»** können sogar 38 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden. Das allgemein zugängliche Ladenetz besteht aber zu mehr als der Hälfte (56 Prozent) aus gut ausgelasteten Schnell-Ladern. Im Jahr 2035 teilen sich entsprechend 61 batterie-elektrische Fahrzeuge einen allgemein zugänglichen Ladepunkt. Die beteiligten Akteurinnen und Akteure erachten die Ladewelt «Geplant» mehrheitlich als umsetzbar und betonen die Vorteile eines privat finanzierten allgemein zugänglichen Ladenetzes. Fehlende geeignete Standorte stellen die grösste Herausforderung für die Ladewelt «Geplant» dar.

In der **Ladewelt «Bequem»** liegt der Anteil an batterie-elektrischen Fahrzeugen, die weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden können, bei lediglich 14 Prozent. Das allgemein zugängliche Ladenetz bietet primär gut ausgelastete Schnell-Lader an. Entsprechend teilen sich im Jahr 2035 durchschnittlich sogar 109 batterie-elektrische Fahrzeuge einen allgemein zugänglichen Ladepunkt. Die beteiligten Akteurinnen und Akteure sind der Meinung, dass die Ladewelt «Bequem» die heutigen und zukünftigen Bedürfnisse der Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen am besten deckt. Sie haben sich grossmehrheitlich für die Ladewelt «Bequem» als anzustrebendes Ziel ausgesprochen. Allerdings erachten sie die Umsetzbarkeit von 2 Millionen Heimpladepunkten bis im Jahr 2035 als zu ambitioniert. Entsprechend sind die beteiligten Akteurinnen und Akteure der Meinung, dass das allgemein zugängliche Ladenetz, insbesondere im Hinblick auf die rasche Entwicklung der Elektromobilität bis im Jahr 2035, rasch auszubauen ist.

6. Was ist zu tun?

Das allgemein zugängliche Ladenetz ist in den kommenden 10 bis 15 Jahren stark auszubauen. Es werden mindestens 3'400 Schnell-Ladepunkte mit einer Ladeleistung von mindestens 100 kW bis 2035 benötigt. Der Anteil der Steckerfahrzeuge, die zu Hause laden können, soll maximiert werden.

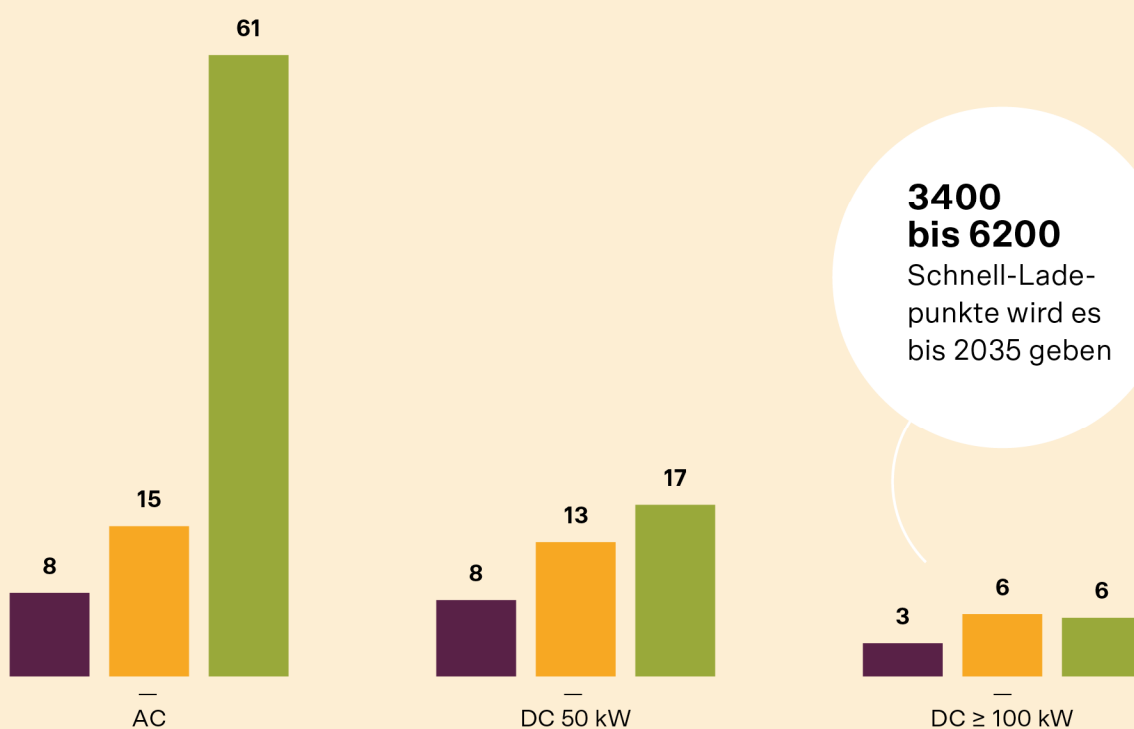
Unabhängig, ob im allgemein zugänglichen Ladenetz primär Schnell-Lader oder Langsam-Lader angeboten werden, gilt die Richtgrösse von 1.1 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug. **Bei 2.1 Millionen batterie-elektrischen Fahrzeugen im Jahr 2035 sind entsprechend 2'300 MW allgemein zugängliche Ladeleistung¹⁹ erforderlich. 3'400 bis 6'200 Schnell-Ladepunkte mit einer Ladeleistung von mindestens 100 kW braucht die Schweiz bis im Jahr 2035.** Alle drei Ladewelten zeigen diesen Bedarf für Schnell-Lader bis 2035. Mindestens 8'000 weitere Ladepunkte mit mindestens 50 kW Ladeleistung zeigen alle drei Ladewelten. Der zukünftige Bedarf an AC-Ladepunkten variiert stark zwischen den Ladewelten, von 8'000 bis 61'000.

19 Installierte Ladeleistung. Die maximale, gleichzeitige Ladeleistung ist deutlich tiefer.

Allgemein zugängliche Ladepunkte im Jahr 2035

[Anzahl in Tausend]

- Ladewelt Bequem
- Ladewelt Geplant
- Ladewelt Flexibel



Daten beziehen sich auf die gesamte Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Energie (2023), Verständnis Ladeinfrastruktur 2050 – Wie lädt die Schweiz in Zukunft?

6.1 Darauf haben sich die beteiligten Akteurinnen und Akteure geeinigt

Die Ladewelten bilden nun eine solide Basis für ein umsetzungsorientiertes Fazit.

Bei der Erarbeitung und Interpretation der Ladewelten war klar ersichtlich: Es gibt bei vielen Aspekten ein breit abgestütztes Verständnis. Betreffend wichtige Entwicklungen sind sich die beteiligten Akteurinnen und Akteure im Grunde einig.

Der batterie-elektrische Antrieb wird der klar dominierende Antrieb bei Personenwagen sein und im Jahr 2050 zu einer weitgehend elektrifizierten Flotte führen.

Massgebende Schlussfolgerungen

- 1 Steckerfahrzeuge sollen, wenn immer möglich, an privaten Ladestationen auf bestehenden Abstellplätzen zu Hause laden können.** Das Laden zu Hause entspricht auch in Zukunft dem Bedürfnis der Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen. Dazu sollen möglichst alle privaten Abstellplätze in Wohngebäuden mit einer privaten Ladeinfrastruktur ausgerüstet werden. Bis 2035 sollen bis zu 2 Millionen private Ladepunkte in der Schweiz entstehen. Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen sollen, wenn immer möglich eine private Lademöglichkeit nutzen können.
- 2 Der Aufbau der privaten Ladeinfrastruktur in Gebäuden ist kein Selbstläufer.** Neben Anreizen braucht es Planungs- und Investitionssicherheit.
- 3 Im Jahr 2035 werden 400'000 bis 1'000'000 Steckerfahrzeuge in der Schweiz über keine private Lademöglichkeit verfügen (zu Hause oder am Arbeitsplatz).** Für Halterinnen und Halter von Fahrzeugen ohne private Abstellplätze und ohne private Lademöglichkeit braucht es ein allgemein zugängliches Ladenetz, möglichst in der Nähe zum Wohnort.
- 4 Eine weitgehende Elektrifizierung erfordert eine flächendeckende Grundabdeckung an allgemein zugänglicher Ladeinfrastruktur (zum Laden am Zielort oder Schnell-Laden unterwegs).** Bis im Jahr 2035 steigt der Bedarf an allgemein zugänglichen Ladepunkten in der Schweiz auf 19'000 bis 84'000, davon 11'000 bis 23'000 Ladepunkte mit mindestens 50 kW.
- 5 Es wird in jedem Fall ein Mix verschiedener Ladeoptionen in der Schweiz brauchen (Laden zu Hause, am Arbeitsplatz, im Quartier, am Zielort und Schnell-Laden).** Die Ausprägung und Bedeutung des allgemein zugänglichen Ladenetzes werden regional unterschiedlich sein.
- 6 Damit die Elektromobilität Teil der Lösung des zukünftigen Stromsystems der Schweiz wird, sollen Steckerfahrzeuge primär während langen Standzeiten flexibel laden (bezüglich Leistung und Zeitpunkt).** Die Ladevorgänge sollen über tarifliche Anreize und die Vermarktung der Flexibilität gesteuert werden können.

6.2 Das gibt es in jedem Fall zu tun

Der Mix der Ladeoptionen unterscheidet sich in den verschiedenen Ladewelten. Je nach Entwicklung sind auch unterschiedliche Beiträge der Akteurinnen und Akteure gefordert. Die involvierten Akteurinnen und Akteure waren sich aber einig: Loslegen ist wichtig, um den wichtigen Hochlauf bis 2035 nicht zu behindern.

Gemeinsam identifizierten die involvierten Akteurinnen und Akteure und das BFE folgende Erfolgsfaktoren für den Aufbau der Ladeinfrastruktur:

Vertrauen schaffen

In erster Linie ist die Investitionssicherheit für den Aufbau der Ladeinfrastruktur generell zu erhöhen. Gemeinsam können die öffentliche Hand, Stromversorgungs- und Netzbetriebsunternehmen, die Immobilienbranche sowie die Installationsbranche Vertrauen schaffen gegenüber Privatpersonen und Unternehmen.

Bereits viel dazu beitragen kann eine klare Positionierung und aktive Kommunikation aller Akteurinnen und Akteure, insbesondere der öffentlichen Hand: «Es ist mit einer weitgehenden Elektrifizierung des Personenwagenbestandes zu rechnen – die dafür notwendige Ladeinfrastruktur muss nun rasch aufgebaut werden».

Von der Strombranche ist das unmissverständliche Signal erwünscht, dass eine zuverlässige und erneuerbare Stromversorgung gesichert ist. Zudem ist die Installationsbranche aufgefordert, sich für den raschen Infrastrukturaufbau personell und fachlich fit zu machen. Dies alles verbessert die Planungssicherheit.

Basisvoraussetzungen sichern

Weitere Planungsgrundlagen werden erwartet: Die involvierten Akteurinnen und Akteure brauchen Planungsgrundlagen für den Ausbau der Ladeinfrastruktur.

- Die Ausgangslage unterscheidet sich je nach Kanton, Stadt und Gemeinde. Es braucht differenzierte Planungsgrundlagen.
- Die Verteilnetzbetreiberinnen und -betreiber brauchen einen aktualisierten Szenariorahmen, um die langfristige Verteilnetzplanung anzugehen.
- Die Strombranche braucht einen weit vorausschauenden Planungshorizont zum Bau der Netze hinsichtlich der Realisierung von Schnellladestationen.
- Die Strombranche wird die Flexibilität bei der Tarifgestaltung nutzen und neue Anreize für netzdienliches Laden und Vehicle-to-Grid schaffen.
- Die Immobilienbranche setzt sich für eine klare und faire Regelung für die Kostenwälzung der Ladeinfrastruktur ein.
- Die Ladenetzbetreiberinnen und -betreiber und die Elektrobranche wollen zusammen mit der Strombranche und den Behörden wo möglich die Bewilligungsverfahren zum Aufbau der Ladeinfrastruktur vereinfachen und die Werkvorschriften anpassen.

Ausbau privater Ladeinfrastruktur maximieren und Benutzungsfreundlichkeit beim Laden erhöhen

Unter den involvierten Akteurinnen und Akteuren bestand zudem weitgehend Konsens: Öffentliche Hand, Immobilien- und Installationsbranche sollten sich engagieren, um den Ausbau von privater Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden durch verstärkte Anreize und Rahmenbedingungen zu maximieren. Zudem sind Ladeoptionen für Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen ohne private Abstellplätze zu entwickeln und einzuplanen. Die Ladenetzbetreiberinnen und -betreiber ihrerseits können insbesondere dazu beitragen, das Vertrauen in die allgemein zugänglichen Ladenetze zu steigern. Es gilt speziell den diskriminierungsfreien Zugang, die Preistransparenz und Benutzungsfreundlichkeit an den Ladepunkten weiter zu verbessern.

6.3 Das Fazit des Bundesamts für Energie

Das BFE möchte sich klar positionieren und kommunizieren, dass mit einer weitgehenden Elektrifizierung des Personenwagenbestandes zu rechnen ist und die dafür notwendige Ladeinfrastruktur rasch aufgebaut werden muss. Damit wird das Ziel verfolgt, Vertrauen zu schaffen und Investitionssicherheit für den Aufbau der Ladeinfrastruktur generell zu erhöhen.

Der erfolgsrelevante Meilenstein für den Aufbau der Ladeinfrastruktur für Steckerfahrzeuge ist das Jahr 2035 als kritisches Zwischenziel. Batterie-elektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybride machen dann 60 Prozent des Personenwagenbestandes aus. Circa 80 Prozent der Steckerfahrzeuge sind batterie-elektrische Fahrzeuge. 7.3 TWh Ladestrom verbrauchen die Personenwagen im Jahr 2035, im Vergleich zu 4.1 TWh in den Energieperspektiven 2050+. Gleichzeitig wird dadurch der Verbrauch fossiler Energieträger im Verkehr deutlich rascher reduziert werden können.

Der Ausbau der privaten Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden soll maximiert werden. Das Förderprogramm Ladeinfrastruktur im Rahmen des revidierten CO₂-Gesetzes setzt an dieser Stelle an und unterstützt die Entwicklung.

Das allgemein zugängliche Ladenetz ist rasch auszubauen. Planungsgrundlagen und -sicherheit für den Ausbau der Ladeinfrastruktur sollen geschaffen werden. Der Fokus liegt auf Immobilieneigentümerinnen- und -eigenthümern sowie auf allgemein zugänglichen Ladepunkten, sei es für das Schnell-Laden oder für Lösungen für Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen ohne private Abstellplätze.

Aus Sicht des BFE ist zudem eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem künftigen Bedarf an Ladeinfrastruktur für leichte Nutzfahrzeuge sowie insbesondere für schwere Nutzfahrzeuge und Busse notwendig.

7. Vertiefungsbedarf ist erkannt

Zum Umgang mit öffentlichem Grund sowie der Bedeutung des Ladens am Arbeitsplatz bestehen unter den involvierten Akteurinnen und Akteuren unterschiedliche Ansichten.

Der Dialogprozess brachte viele Gemeinsamkeiten zu Tage. Trotzdem vertreten die beteiligten Akteurinnen und Akteure teilweise noch unterschiedliche Ansichten. Folgende Aspekte gilt es noch vertieft zu klären.

7.1 Wie mit öffentlichem Grund umgehen?

Die drei Ladewelten zeigen einen unterschiedlichen Bedarf fürs Laden im Quartier. Trotz optimistischsten Annahmen zur Verfügbarkeit von privaten Ladepunkten zu Hause, können auch in der Ladewelt «Bequem» im Jahr 2035 14 Prozent der batterie-elektrischen Fahrzeuge weder zu Hause noch am Arbeitsplatz laden. Eine Ladeoption in der Nähe zum Wohnort gilt aber als zentraler Erfolgsfaktor für die Elektromobilität^{20,21}. Die Möglichkeiten für das Laden im Quartier sind vielfältig. Die möglichen Ladeoptionen reichen von Langsam-Ladepunkten am Strassenrand bis zu Quartier-Schnell-Ladehubs. Es bestehen jedoch unterschiedliche Ansichten, ob allgemein zugängliche Ladepunkte in der Nähe zum Wohnort nur auf privatem Grund oder auch auf öffentlichem Grund geschaffen werden sollen (z. B. Parkplätze auf öffentlichen Plätzen oder in blauen Zonen). Hier kann jede Gemeinde oder Stadt eigenständig die eigene Strategie für ihren öffentlich Raum entwickeln, auch in Abstimmung mit den Eigentümerinnen und Eigentümern von privaten Flächen (z. B. Einzelhandel, Gewerbe, Parkhäusern).

7.2 Bedeutung von Laden am Arbeitsplatz und am Zielort umstritten

In welchem Umfang Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz und an Zielorten (z. B. Kundenparkplätzen) in Zukunft entstehen, darüber sind sich die involvierten Akteurinnen und Akteure uneinig. Werden auch verbreitet *nicht* kostendeckende Ladepunkte entstehen, um die Standortattraktivität für Pendlerinnen und Besucher zu erhöhen? Oder wird sich das Ladeangebot an Arbeitsplätzen auf die eigenen Dienstfahrzeugflotten fokussieren?

Zudem besteht bei zahlreichen Akteurinnen und Akteuren die Befürchtung, dass ein ausgebautes Ladeangebot am Arbeitsplatz oder an Zielorten verkehrliche Ziele untergraben könnte. Attraktive Lademöglichkeiten können Fehlanreize setzen, das Auto vermehrt zum Pendeln oder Einkaufen zu nutzen. Es besteht somit die Gefahr von Mehrverkehr. Auch in diesem Bereich liegt es in der Verantwortung der Gemeinden und Städte, den richtigen Weg zwischen diesen Zielkonflikten zu finden. Die Ladewelten helfen, die Auswirkungen der Entscheide zu erkennen.

7.3 Stromnetz – ungewisse Entwicklungen und lange Planungszeiten

Kontrovers diskutierten die beteiligten Akteurinnen und Akteure zudem die zukünftige Rolle von Vehicle-to-Grid: Sie sind sich des grossen Potenzials von Vehicle-to-Grid bewusst. Allerdings gehen die Meinungen auseinander, unter welchen Bedingungen das bidirektionale Laden eine Nischenanwendung bleibt oder auch bei privaten Heimpladepunkten zum Standard werden könnte – mit entsprechend grossem Einfluss auf das individuelle Ladeverhalten und die Stromnetze. Es gilt den aktuellen Spielraum und Handlungsbedarf bei der Tarifgestaltung vertieft zu klären.

20 TCS, 2022: TCS-Barometer E-Mobilität

21 EBP, 2021: E-Mobility Market Perspectives Switzerland 2021

Was in jedem Fall klar ist: Das Stromnetz stellt per se kein Hindernis dar, ist aber der weitgehenden Elektrifizierung des Strassenverkehrs anzupassen. Die Herausforderung liegt vor allem in den langen Vorlaufzeiten bei der Netzentwicklung, insbesondere für den raschen Ausbau des Schnell-Ladenetzes. Nicht zuletzt muss dabei auch der Ladebedarf der leichten Nutzfahrzeuge sowie insbesondere der schweren Nutzfahrzeuge und Busse berücksichtigt werden. Dieser macht bereits in wenigen Jahren einen relevanten Anteil aus.

8. Breit abgestütztes Verständnis

Eine grosse Anzahl von Beteiligten trug zu den erarbeiteten Ergebnissen bei. Ein strategischer Beirat mit Vertreterinnen und Vertretern nationaler Verbände begleitete das Projekt und gab Rückmeldungen zu sämtlichen Ergebnissen und deren Bewertung. Somit sind die Kernaussagen, Empfehlungen und die gemeinsamen Schlussfolgerungen der Studie breit abgestützt. 81 Fachpersonen teilten ihre Einschätzungen und Erfahrungen, die in die Annahmen des Modells und der Entwicklung der Ladewelten einfließen. Das vom BFE gezogene Fazit stützt sich auf den Austausch mit den Beteiligten ab.

Strategischer Beirat

- Pablo Blöchlinger, Präsident Mieterinnen- und Mieterverband Ostschweiz
- Ruedi Blumer, Zentralpräsident VCS
- Andreas Burgener, Direktor autoschweiz
- Ivo Cathomen, StV. Geschäftsführer SVIT Schweiz
- Michael Frank, Direktor VSE
- Peter Goetschi, Zentralpräsident TCS
- Simon Hämmerli, Direktor EIT.swiss
- Monika Litscher, Vize-Direktorin Schweizerischer Städteverband
- Philipp Mäder, Leiter Public Affairs & Kommunikation Swisspower
- Thomas Marti, Bereichsleiter Netze und Berufsbildung VSE
- Markus Meier, Direktor HEV Schweiz
- Christoph Niederberger, Direktor Schweizerischer Gemeindeverband
- Claudio Pfister, Leiter e-mobile Electrosuisse
- Thomas Reinthaler, Leiter Market Strategy Swissgrid
- Krispin Romang, Geschäftsführer Swiss eMobility
- Manon Röthlisberger, Projektleiterin Politikbereiche Energie, Raumplanung, Umwelt und Verkehr Schweizerischer Gemeindeverband
- Markus Sieber, Bereichsleiter Verkehr BPUK / StV. Generalsekretär KöV
- Ueli Stückelberger, Direktor VÖV
- Luc Tschumper, StV. Geschäftsführer Swiss eMobility
- Damien Zuber, Präsident Parkingswiss

Weitere Beteiligte

- ABB
- Agrola
- AGVS
- Amag
- Arval
- Astara
- Autoschweiz
- BKW
- BPUK
- Bundesamt für Energie
- Bundesamt für Raumentwicklung
- Bundesamt für Strassen
- Bundesamt für Verkehr
- Bundesamt für Wohnungswesen
- Eaton Green Motion
- EIT.swiss
- Electrosuisse
- ewb
- ewz
- Fastned
- Helion
- Hertz
- HEV
- Kanton Basel-Stadt
- Migrol
- Mobility
- Mobimo
- Move
- Mieterinnen- und Mieterverband
- Novavolt
- Planair
- Primeo
- Protoscar
- Renault
- Repower
- Schweizer. Gemeindeverband
- Schweizer. Städteverband
- Socar Energy
- Stadt Rheinfelden
- Stadt Zürich
- SVIT
- Swisscharge
- Swiss eMobility
- Swissgrid
- Swisspower
- Swiss Tesla Owners Club
- Sympacharge
- TCS
- Tesla
- VCS
- VSE
- Wincasa
- Yourmile

9. Wie geht es weiter?

Das erarbeitete Verständnis der künftigen Ladeinfrastruktur räumt viele Unsicherheiten aus. Die Entwicklung bleibt jedoch sehr dynamisch. Daher braucht es weitere Vertiefungen und einen kontinuierlichen Austausch der involvierten Akteurinnen und Akteure.

Die Bilanz des Dialogprozesses stimmt zuversichtlich: Es gibt eine grosse und breit verankerte Basis, wie sich die Ladeinfrastruktur in der Schweiz entwickeln könnte. Die gemeinsam erarbeiteten Ladewelten illustrieren dabei konsistent und anschaulich die Gemeinsamkeiten, nötigen Abwägungen und Voraussetzungen.

Kein übergeordneter Masterplan, aber Handlungsrahmen und Planungsgrundlage

Die Ladewelten schaffen einen Optionsrahmen für die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur. Sie zeigen, dass in jedem Fall ein rascher Aufbau des allgemein zugänglichen Ladenetzes in den nächsten 10 bis 15 Jahren notwendig ist. Der Ausbau der privaten Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden soll maximiert werden. Die beteiligten Akteurinnen und Akteure waren aber skeptisch, dass bis im Jahr 2035 der Anteil der Steckerfahrzeuge mit privatem Ladepunkt zu Hause so hoch sein wird, wie in der Ladewelt «Bequem» angenommen. 1.1 kW allgemein zugängliche Ladeleistung pro batterie-elektrischem Fahrzeug kann daher als Richtgrösse für die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz der Schweiz im Jahr 2035 dienen. Die Anforderungen an das allgemein zugängliche Ladenetz können regional unterschiedlich sein. Verbesserte Grundlagen zum erwarteten Ladebedarf und der künftigen Bedeutung des allgemein zugänglichen Ladenetzes auf Gemeindeebene können dabei Hilfe bieten.

Die vielfältigen Ansprüche und Zielkonflikte führen regional zu unterschiedlichen Strategien. Deshalb erarbeitet das BFE bewusst keinen übergeordneten Masterplan, der die Entwicklung der Ladeinfrastruktur in der Schweiz vorgibt. Genau hier lädt das BFE die betroffenen Akteurinnen und Akteure zum Handeln ein und bietet mit dieser Studie breit abgestützte Grundlagen dazu.

Studie als gemeinsamer Startpunkt

Die Entwicklung der Ladeinfrastruktur wird in den kommenden Jahren sehr dynamisch sein. Das gemeinsame Verständnis zu bewahren und zu erweitern, ist somit ein kontinuierlicher Prozess. Insofern ist die Studie bloss der Anfang: Es braucht weiterhin den engen Dialog zwischen den zahlreich involvierten Akteurinnen und Akteuren – nicht zuletzt, um den eruierten Vertiefungsbedarf gemeinsam anzugehen. Auf dem bisher erarbeiteten Verständnis lässt sich aufbauen – EnergieSchweiz unterstützt dabei mit dem kürzlich lancierten Programm LadenPunkt.