

# Elektromobilität

Basiswissen-Dokument, Stand März 2020

## 1. Zusammenfassung

Die Elektromobilität erlebt seit einigen Jahren einen Aufschwung. Gründe hierfür sind die angestrebte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und technologische Fortschritte, insbesondere bei den Batterien. Auch in der Schweiz bietet die Elektromobilität der Strombranche Chancen für neue Geschäftsmodelle und gleichzeitig Herausforderungen – vor allem in den Bereichen Verteilnetz und Ladeinfrastruktur. Verschiedene Projekte und Aktivitäten rund um die Elektromobilität sind in der Schweiz bereits im Gang. Allerdings fehlt heute eine entsprechende Strategie auf politischer Ebene.

Der vermehrte Einsatz von Elektrofahrzeugen wird den Stromverbrauch zwar erhöhen. Die Zunahme wird jedoch auf absehbare Zeit gering sein. Wegen der hohen Energieeffizienz von Elektroantrieben sinkt der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz, wenn Elektrofahrzeuge konventionelle Benzin- und Dieselaautos ersetzen. Da die Elektrofahrzeuge zum grössten Teil zu den abendlichen Spitzenlaststunden aufgeladen werden, müssen Verteilnetzbetreiber allenfalls Lösungen zur Flexibilisierung der Nachfrage einsetzen.

## 2. Heutige Situation

Seit einigen Jahren bieten mehrere etablierte und neue Automobilhersteller alltagstaugliche Elektroautos<sup>1</sup> an, die in Serienproduktion hergestellt werden. Eine grosse Modelloffensive, vor allem auch von den deutschen Autoherstellern, wird in den Jahren von 2020 bis 2025 erwartet. Daher dürften in der Schweiz die Zuwachsraten bei den Elektroautos in den nächsten Jahren hoch bleiben oder sogar noch steigen. Der Anteil bei den Neuimmatrikulationen beträgt bei den reinen batteriebetriebenen Fahrzeugen bereits 3,9 % (Stand September 2019). Ihr absoluter Anteil am Fahrzeugbestand ist heute allerdings noch überschaubar mit 19'181 Stück, was rund 0,4 % aller Personenwagen entspricht (Stand Dezember 2018). Ähnlich präsentiert sich die Situation bei den Elektromotorrädern und -rollern. Einzig die Elektrovelos haben inzwischen einen signifikanten zweistelligen Marktanteil erreicht.

Dass die Elektrifizierung der Autos inzwischen von allen Fahrzeugherstellern vorangetrieben wird und auch politisch viel Unterstützung findet, hat vor allem mit den Bestrebungen zur Bekämpfung des Klimawandels zu tun. Die strengen CO<sub>2</sub>-Grenzwerte in der EU, welche auch in der Schweiz übernommen wurden, zwingen die Hersteller dazu, Fahrzeuge mit tieferem CO<sub>2</sub>-Ausstoss auf den Markt zu bringen. Werden diese Grenzwerte im Flottendurchschnitt nicht erreicht, drohen hohe Strafzahlungen. Deshalb lancieren die Automobilbauer vermehrt Elektroautos. Denn bereits der für 2020 definierte Grenzwert von 95 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer ist mit Benzin- und Dieselfahrzeugen alleine nicht zu erreichen.

<sup>1</sup> Mit Elektroautos sind sowohl rein batteriebetriebene Fahrzeuge als auch Plug-in-Hybride und Elektroautos mit einem Verbrennungsmotor als Reichweitenverlängerer gemeint.

Die Diskussionen über die künftige Elektromobilität in der Schweiz werden vorwiegend von der Autobranche, den Energieversorgungsunternehmen (EVU), verschiedenen Verbänden und einzelnen Unternehmen aus anderen Branchen geführt. Dabei lassen sich seit einigen Jahren ein verstärkter Dialog und eine bessere Koordination beobachten. Einige Beispiele dafür sind:

- breit abgestützter Bericht «VILLE» mit konkreten Tipps zur Umsetzung von Massnahmen im Bereich Elektromobilität,
- Netzwerk «Strom/Auto» mit Vertretern von EVU und von Autoimporteuren, moderiert durch den Verband e'mobile,
- Projekt «EVite» zur Errichtung eines flächendeckenden Netzes von Schnellladestationen in der Schweiz,
- Verband Swiss eMobility, der die Interessen der Elektromobilität in der Bundespolitik vertritt,
- Roadmap Elektromobilität: Ziel der Roadmap ist, den Anteil Elektrofahrzeuge an den Neuzulassungen von Personenwagen bis 2022 auf 15 Prozent zu erhöhen.

Anbieter von umfassenden Elektromobilitätslösungen – beispielsweise einem Paket aus Fahrzeug, Heimladestation, Ökostrom und weiteren Dienstleistungen – sind in der Schweiz hingegen noch rar. Eine Vorbildfunktion nehmen zunehmend einzelne EVU wahr. Auch ist zu erkennen, dass die Solarbranche vermehrt Pakete mit Photovoltaik-Anlagen und E-Mobilitätslösung anbietet.

Diverse Staaten weltweit unterstützen die Elektromobilität mit Kaufprämien, Steuererleichterungen, der Subvention von Ladeinfrastruktur und anderen Anreizen. Die Schweiz zeigt sich hier im Vergleich deutlich zurückhaltender – wohl auch, weil sie wirtschaftlich von der Autoindustrie viel weniger abhängig ist als andere Staaten. Während die Politik in den Nachbarländern bereits ambitionierte Ziele bezüglich Elektromobilität formuliert hat, ist in der Schweiz eine tiefergehende politische Diskussion eher selten. Dies erstaunt deshalb, weil die Elektromobilität wesentlich zu einer CO<sub>2</sub>-ärmeren Mobilität beitragen kann. In der Schweiz stellt die Mobilität neben dem Gebäudebereich den grössten Hebel dar, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Denn 39 %<sup>2</sup> des gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstosses werden durch den Verkehr verursacht. Deshalb kommt diesem Bereich auch in der Energiestrategie 2050 und bei der Umsetzung des Klimaabkommens eine hohe Bedeutung zu.

### 3. Technologien

Experten unterscheiden zwischen folgenden Arten von elektrifizierten Fahrzeugen:

- Battery Electric Vehicle (BEV): rein batteriebetriebenes Elektrofahrzeug, das zum Laden der Batterie an die Steckdose muss
- Hybrid Electric Vehicle (HEV): Fahrzeug mit hybridem Antrieb aus Verbrennungs- und Elektromotor, das nicht an der Steckdose geladen werden kann. Die Batterie wird über den Verbrennungsmotor und Rekuperation geladen
- Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV): Fahrzeug mit hybridem Antrieb aus Verbrennungs- und Elektromotor, das typische Pendlerstrecken rein elektrisch fahren und seine Batterie an der Steckdose laden kann. Während längerer Fahrten erfolgt der Antrieb über den Verbrennungsmotor

---

<sup>2</sup> Quelle: BFS 2017

- Extended Range Electric Vehicle (EREV oder REX): Fahrzeug mit rein elektrischem Antrieb, bei dem die Batterie zur Verlängerung der Reichweite während der Fahrt über einen Verbrennungsmotor (Range Extender) aufgeladen werden kann
- E-Bike («Elektrovelo»): Fahrrad, das zur Tretunterstützung mit einem Elektromotor ausgerüstet ist
- E-Scooter («Elektroller»): Motorroller mit elektrischem Antrieb

Neben diesen inzwischen mehrheitlich bekannten Technologien befinden sich weitere Antriebskonzepte in Entwicklung oder Erprobung. In den letzten Jahren ist insbesondere die Brennstoffzelle wieder in den Fokus gerückt, nachdem es längere Zeit ruhig um sie gewesen war. Bei diesem Antrieb wird der Strom für den Elektromotor in einer Brennstoffzelle aus Wasserstoff, welcher in einem Tank mitgeführt wird, erzeugt. Inzwischen produzieren mehrere Hersteller Brennstoffzellenmodelle in Serie, so zum Beispiel Hyundai, Toyota und Honda.

Die weitere Verbreitung von BEV hängt hauptsächlich von Fortschritten in der Batterie-Technologie ab. Dabei sind weitere Kostensenkungen notwendig, da die Batterie einen wesentlichen Teil der heute noch hohen BEV-Fahrzeugkosten ausmacht. Gleichzeitig müssen die Energiedichte und damit die Kapazität verbessert werden, um die Reichweitenangst zu reduzieren. Schliesslich sollten die Ladezeiten verringert werden, um den Zeitverlust durch Ladevorgänge auf Langstreckenfahrten zu verringern. Am Beispiel von Volkswagen ist ersichtlich, welche Entwicklung bei Energiedichte und Reichweite in den nächsten Jahren erwartet wird:

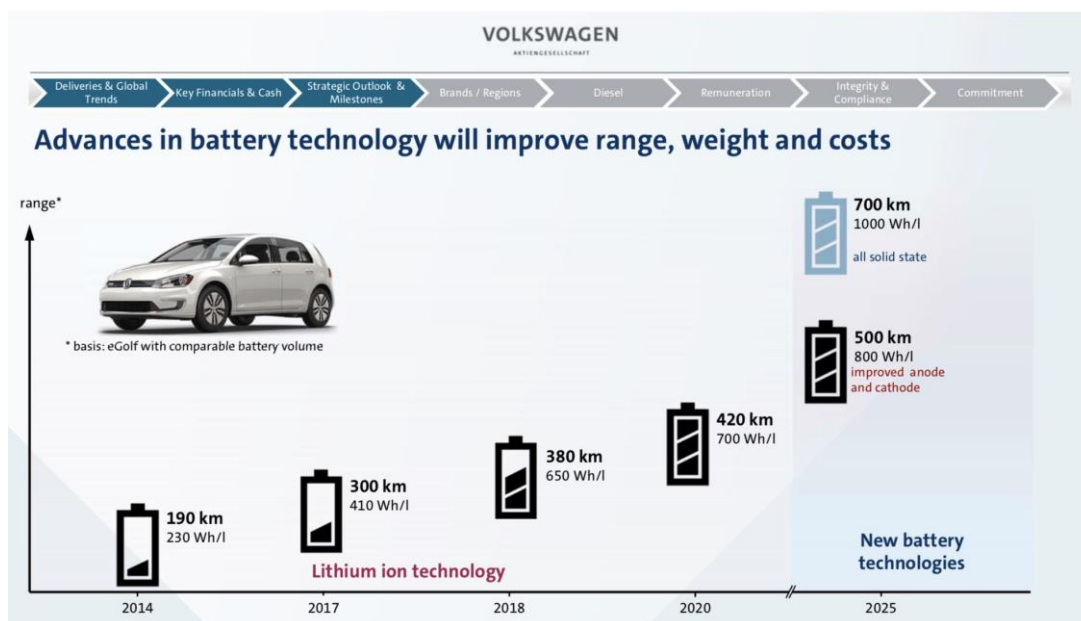


Abbildung 1: Fortschritte der Batterietechnologie verbessern Reichweite, Gewicht und Kosten. Quelle: Volkswagen 2017

Dabei wird in den kommenden Jahren die heute meist verwendete Li-Ionen-Technologie dominieren. Entsprechend können nur inkrementelle Verbesserungen erwartet werden. Für entscheidende Fortschritte bei den Batterieeigenschaften sind neue Technologien notwendig, Die Einführung einer neuen Technologie dauert erfahrungsgemäss etwa zehn Jahre bis zur Marktreife.

#### 4. Treiber der Elektromobilität

Wie sich die Elektromobilität weltweit und insbesondere in der Schweiz entwickelt, lässt sich kaum vorhersagen. Entscheidende Treiber sind

- Klima- und Energiepolitik sowie CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung in der Schweiz und in Europa,
- Fördermassnahmen für Elektromobilität,
- technologischer Fortschritt bei den Antriebs-, Speicher- und Ladetechnologien, insbesondere bei den Batterien,
- Preisentwicklung bei den Fahrzeugen (TCO<sup>3</sup>-Betrachtung), den Treibstoffen und beim Strom,
- konjunkturelle Entwicklung und Kaufkraft der Konsumenten,
- neue Geschäftsmodelle im Bereich Elektromobilität (zum Beispiel Batterieleasing/-miete, Installation und Betrieb Ladeinfrastruktur, All-in-Mietmodelle, Fahrzeug-Sharing, Kombiangebote Elektroauto/ÖV).

#### 5. Folgen der Elektromobilität für die Stromversorgung

Ein einfaches Zahlenbeispiel zeigt die Konsequenzen für die Stromproduktion auf: Unter der Annahme einer mittleren Jahreskilometerleistung von zirka 12'000 km/a und einen Bedarf von zirka 15 kWh/100 km ergibt sich ein jährlicher Strombedarf von rund 2000 kWh/a und Fahrzeug.

Bei den aktuell zirka 20'000 Fahrzeugen im Bestand ergibt dies einen Strommehrbedarf von rund 40 GWh/a. Die jährliche Zuwachsrate beträgt aktuell etwa 10'000 Fahrzeuge, was einen jährlichen Zuwachs um 20 GWh bedeutet.

Untersuchungen zum Ladeverhalten in Norwegen, welches weltweit die höchste EV-Penetrationsrate aufweist, zeigen, dass BEV-Fahrer mehrheitlich zu Hause laden, gefolgt vom Laden am Arbeitsplatz. Zusammen werden an diesen Orten mehr als 80 % der Ladevorgänge durchgeführt. Danach folgen mit grossem Abstand öffentliche Normalladestationen (Destination Charging, zum Beispiel bei Einkaufszentren). Fast Charging wird selten genutzt, und zwar nur in Form von geplanten Zwischenstopps bei Langstreckenfahrten.

Für die Stromversorgung können aus diesen Feststellungen die folgende Schlüsse gezogen werden:

- Die durch die Elektromobilität benötigte Energiemenge fällt im Vergleich zum Gesamtverbrauch der Schweiz in den nächsten Jahren gering aus.
- Punktuell wird es wegen des Baus von Schnellladestationen notwendig sein, das Verteilnetz zu verstärken oder Puffer-Batterien einzusetzen.
- Die zum Laden benötigte Leistung ist zu einem wesentlichen Teil in den abendlichen Spitzenlaststunden gefragt, was das Stromnetz zusätzlich belastet. Die Verteilnetzbetreiber müssen sich auf diese Entwicklung einerseits mit einer Überprüfung und allenfalls Verstärkung ihres Verteilnetzes vorbereiten. Andererseits müssen sie Anreize, Vorschriften oder technische Lösungen prüfen, um das Laden in die belastungsschwächeren Stunden zu verlagern.

##### 5.1 Bedeutung für die Strombranche

Für die Branche sind folgende Punkte besonders relevant:

<sup>3</sup> Total cost of ownership: Summe der fixen und variablen Kosten inklusive Abschreibungen über die gesamte Nutzungsdauer eines Produkts

- steuerbare, sichere Ladeinfrastruktur,
- Verbraucheridentifikation, Zugang zu Ladepunkten und Energieabrechnung,
- Auswirkungen auf das elektrische Energiesystem.

Die Koordination unter den EVU ist von hoher Bedeutung, insbesondere zu den drei oben aufgeführten Schwerpunkten. Die EVU können einen Beitrag zur Beratung und folglich Akzeptanz von Elektromobilität leisten. Durch ihren Zugang zu den Kunden eröffnen sich zudem neue Geschäftsfelder im Zusammenhang mit der Elektromobilität. Verteilnetzbetreiber haben ein hohes Interesse, die Prozesse zur Steuerung und Verrechnung von Lasten zu beherrschen.

## 5.2 Vehicle to Grid

Häufig diskutiert wird der Ansatz, wonach geparkte Autos einen Teil ihrer Energie bei Bedarf wieder ins Netz einspeisen (Vehicle to Grid, V2G). Obwohl bei V2G ein grosses technisches Potenzial für die Erbringung von Flexibilitäts-Dienstleistungen besteht, sind in den nächsten Jahren keine wesentlichen kommerziellen Umsetzungen zu erwarten. Einerseits ist, auch regulatorisch bedingt, in vielen Situationen die ökonomische Machbarkeit nicht gegeben. Andererseits bestehen Vorbehalte der Elektromobil-Hersteller bezüglich einer zusätzlichen Batterie-Nutzung durch eine Drittpartei. Diese könnte zu einer vorzeitigen Alterung der Batterie führen. Trotz dieser Herausforderungen wird der Ansatz weiterverfolgt und die Entwicklung international in diversen Pilotprojekten vorangetrieben.

## 6. Fazit

Da der Schweizer Strom zu 60 %<sup>4</sup> aus erneuerbaren Energiequellen stammt und bei der Produktion wenig CO<sub>2</sub> verursacht, tragen elektrifizierte Fahrzeuge hierzulande zu einer klimaschonenderen Mobilität bei. Zudem helfen sie mit, den durch den Verkehr verursachten Lärm zu vermindern, und im Fall der Elektro-Zweiräder werden zusätzlich Staus und Parkplatzbedarf reduziert.

Die weitere Entwicklung der Elektromobilität ist mit verschiedenen Faktoren verknüpft. Dazu gehören insbesondere die politischen Rahmenbedingungen samt CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung und Fördermassnahmen, der technologische Fortschritt bei den Antriebs-, Speicher- und Ladetechnologien sowie die Entwicklung bei den Gesamtkosten und der Kaufkraft der Konsumenten. Zusätzlich können neue Geschäftsmodelle wie Sharing die Elektromobilität fördern.

Die Energiebranche kann die Verbreitung von Elektrofahrzeugen aktiv unterstützen. Gefragt sind unter anderem passende Grundlagen und Standards in den Bereichen Ladeinfrastruktur, Zugang zu Ladepunkten und Energieabrechnung.

Obwohl bis zum Jahr 2022 der Anteil elektrisch betriebener Fahrzeuge am ganzen Fahrzeugbestand wesentlich steigen dürfte, ist mit einer vernachlässigbaren Zunahme des jährlichen Stromverbrauchs zu rechnen. Das Aufladen wird zum grössten Teil abends während Spitzenlaststunden und in der Nacht geschehen. Dazu müssen Verteilnetzbetreiber allenfalls Netzverstärkungen vornehmen und Lösungen zur Flexibilisierung der Nachfrage einsetzen.

---

<sup>4</sup> Quelle: BFE 2018

## 7. Quellenverzeichnis

BFE 2018	Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2018, Bundesamt für Energie BFE, Bern, 2019
BFS 2017	Mobilität und Verkehr, Taschenstatistik 2017, Bundesamt für Statistik, Bern, 2017
Volkswagen 2017	We are redefining mobility. Volkswagen Group, Frank Witter, Chief Financial Officer, Investor Roadshow with Exane BNP Paribas, London, 22 <sup>nd</sup> September 2017
auto-schweiz	<a href="https://www.auto.swiss/statistiken/alternative-antriebe">https://www.auto.swiss/statistiken/alternative-antriebe</a>
BFS	<a href="https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.html#-875701140">https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.html#-875701140</a>