

BEV: Ladeinfrastruktur und Batterietechnologie

Im Garagengewerbe für die Elektromobilität aufrüsten

Als Markenhändler mit E-Modellen sind die Vorgaben der Hersteller und Importeure klar: Ladeinfrastruktur und Ausbildungsrichtlinien sind vorgegeben. Markenunabhängige Garagisten sind trotz wirtschaftlich herausfordernden Zeiten im Zugzwang, sich ebenfalls der Elektromobilität zu öffnen. Von der Infrastruktur über Fachwissen bis zur Kundenbetreuung tun sich neue Felder auf. Wir beleuchten die wichtigsten Aspekte. **Andreas Senger**

Markenunabhängige Garagen kennen die Situation: Wird eine neue Technologie in der Fahrzeugbranche auf den Markt gebracht, dauert es einige Jahre, bis der grosse Anteil ihrer Kundschaft über solche Fahrzeuge verfügt. Sei es in der Diagnosetechnik, den Kalibrationstools für Fahrerassistenzsysteme oder modernste Beleuchtungssysteme: Der freie Garagist hat Vorlauf, sich auf die Technologie einzustellen.

Der nächste, grosse Schritt ist die Elektromobilität. Immer mehr batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) werden auf den Markt kommen. Dank politischen Rahmenbedingungen wie den verschärften CO₂-Vorgaben wird die Zahl der surrenden und lokal emissionsfreien Fahrzeuge zunehmen. Unterstützt wird die gezielte Förderung der BEV und Plug-in-Hybridfahrzeuge (auch als Steckerfahrzeug bekannt) durch Kantone und den Bund.

Nicht zu vergessen: Dank Skaleneffekten wie die neu aufgebaute, europäische Produktion für wiederaufladbare Batterien (Akkumulatoren) im grossen Stil bei den OEM und Zulieferern, aber auch dem Baukastensystem werden in ein paar Jahren BEV nicht mehr teurer sein als Verbrennungsfahrzeuge. Dann geraten Plug-in-Hybride unter Druck, da die beiden Antriebs- und Speichersysteme an Bord nicht günstiger gefertigt werden können.

Doch wo setzt der innovative, freie Garagist den Hebel für die BEV-Infrastruktur an? Zuerst einmal gilt es zu klären, wie hoch die Anschlussleistung durch das Elektrizitätswerk im Betrieb ist. In Altbauten kann es durchaus sein, dass der Stromanschluss für damalige Verhältnisse genügend, für heutige Bedürfnisse aber zu wenig Stromfluss zulässt.



Ladeleistung und Art der Spannung bestimmen die Geschwindigkeit des Ladevorgangs, aber auch die Investitionskosten. AC-Lader sind rund fünfmal günstiger, DC Lader erlauben Schnellladungen. Quelle: AEW Energie AG

Anschlussvielfalt: Stecker, Stromart, Bezahlmethode und Ladeleistung

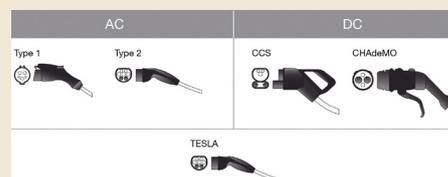
Die Anzahl der verschiedenen Stecker für BEV und Plug-in-Hybridfahrzeuge war enorm. Unterdessen haben sich im Grundsatz drei Stecker durchgesetzt. Beim AC ist dies der Typ-2-Stecker, der ein- (Typ 1) oder dreiphasigen Wechselladestrom erlaubt. Bei den DC-Systemen haben sich europäische Hersteller auf den CCS-Stecker fokussiert (AC- und DC-Ladung möglich). Immer weniger auf dem Markt (insbesondere japanische Hersteller) findet sich die CHAdeMO-Ladesteckerkonfiguration. Obwohl hier der Standard vorhanden ist, dass das BEV

auch als Netzakkumulator zur Stabilisierung und Zwischenspeicherung (Lade- und Entlademanagement) eingesetzt werden kann – zum Beispiel als Zwischenspeicher für Fotovoltaik-Anlagen.

Ein für den Kunden nach wie vor unbefriedigender Zustand ist die Bezahlmöglichkeit an öffentlichen Ladestationen. Grundsätzlich weist jeder Energie- und/oder Ladeinfrastrukturanbieter ein eigenes Abrechnungstool an. Der Kunde bezahlt zum Teil hohe Roaming-Gebühren, wenn er an einer «Fremdstation» lädt.



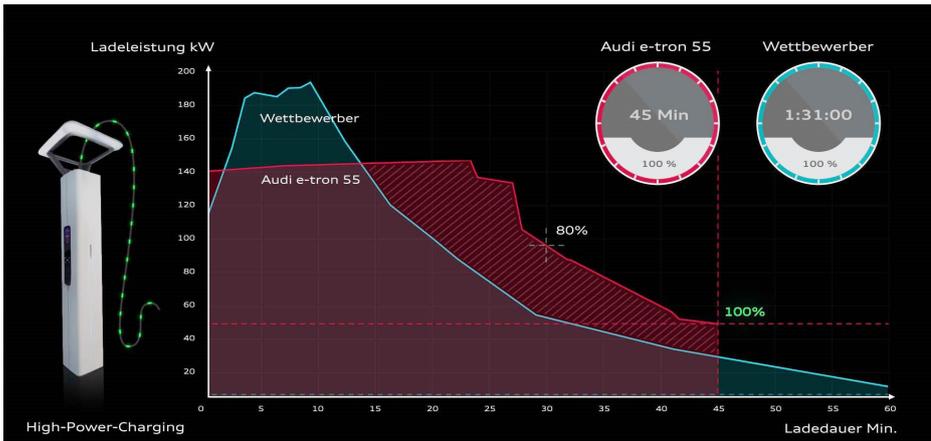
Die Bezahlmöglichkeiten mittels Chip- oder Kreditkarte sind modern: Leider gibt es sehr viele unterschiedliche Abrechnungssysteme und hohe Roamingkosten steigern die Energiekosten unnötig. Quelle: Porsche



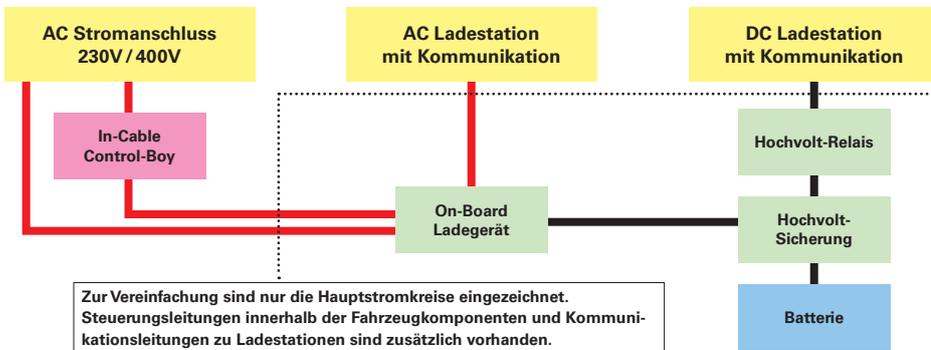
Die gängigsten Steckverbindungen fürs Laden. Nur Tesla hatte einen eigenen Standard. Quelle: Protoscar



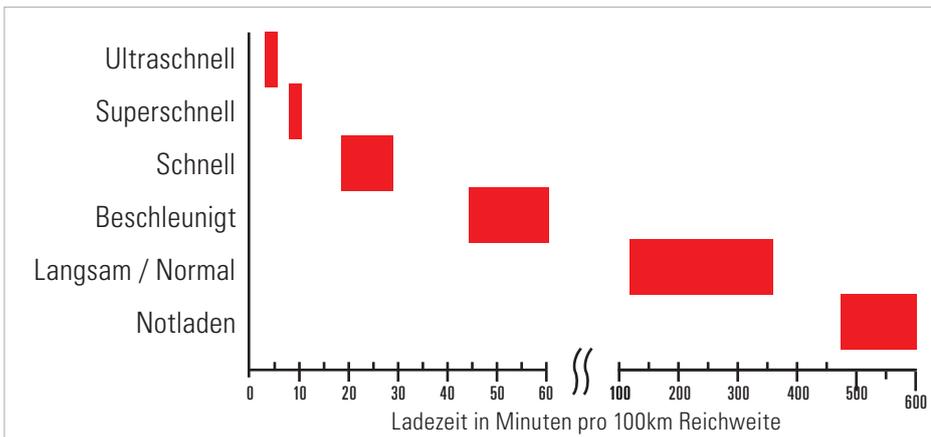
Die Ausbildung auf Hochvoltssystemen beginnt beim Hersteller (im Bild bei Porsche) und muss auch flächendeckend bei den Händlern und freien Garagisten angeboten und besucht werden. Quelle: Porsche



Die Reichweithematik und die lange Wartedauer beim Laden schrecken Käufer noch ab, auf ein BEV zu setzen. Die Entwickler im Volkswagenkonzern sind sich dessen bewusst und optimieren die Ladezeiten. Quelle: Audi



Mit AC-Ladungen wird die Ladeleistung vom Onboard-Ladegerät des Fahrzeuges geregelt. Nur DC-Lader liefern den Strom direkt in die Batterie. Quelle: Protoscar



Die Ladegeschwindigkeit hängt von der Ladeleistung ab. Je schneller eine Ladung erfolgen soll, desto teurer wird die Infrastruktur. Quelle: Protoscar

Hier helfen die Elektrizitätswerke weiter. Mit marginalen Gebühren können entweder die Hauptsicherungen getauscht (wenn die Zuleitung mehr Strom erlaubt) oder eine Querschnittserweiterung realisiert werden.

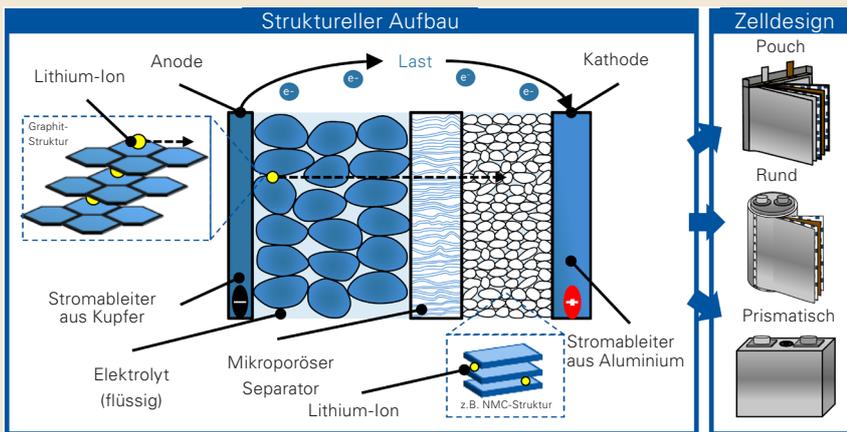
Danach erfolgt die Planungsphase. Hier zeigt sich, dass sich die meisten Elekrounternehmen im Bereich E-Mobilität das nötige Know-how angeeignet haben. Allerdings nicht in jedem Fall. Gerade wenn grössere Infrastrukturinvestitionen nötig sind, lohnt sich der planerische Rat eines Spezialisten. Für Daniel Rieben, Elektroingenieur und Geschäftsleitungsmitglied bei Elektroplan Buchs&Grossen AG in Frutigen, ist klar: «Die Verteilung der elektrischen Leitungen im Garagenbetrieb ist je nach Ausführung kostenintensiv und muss daher gut und zukunftsorientiert geplant werden. Wir raten zum Verbau von Stromschienen. Dadurch müssen keine einzelnen Rohre und Kabel verlegt werden. Ein weiterer grosser Vorteil ist, dass man jederzeit flexibel bei einer Nachrüstung eines Ladeplatzes ist.»

Rieben sieht oft die Herausforderung, dass bei Nutzung von zu vielen Ladestationen das Stromnetz an die Leistungsgrenze gerät. Hier empfiehlt er, wie auch Arian Rohs von der AEW Energie AG (siehe Interview), ein Lademanagementsystem einzubauen. Das Energiemanagement regelt die Ladestationen auf die maximal zulässige Leistung, die bis zum Erreichen der Anschlussleistung aktuell verfügbar ist. Auch die Anbindung an eine Fotovoltaikanlage wird vereinfacht.

Die nächste Umsetzungsfrage stellt sich beim Ladepunkt: Welche Art von Ladesystem ist sinnvoll? Auf der einen Seite werden die Ladesysteme nach Art der Spannung (AC/Wechselspannung und DC/Gleichspannung) unterschieden. Eine weitere Grundsatzfrage stellt sich bei der nötigen Ladeleistung. Auch hier sind sich beide Experten einig: Eine 11-kW-AC-Ladesäule/Wallbox genügt für die Anwendung im Garagenbetrieb vollständig. Es geht ja nicht darum, dem Kunden das Fahrzeug nach getaner Arbeit vollständig geladen wieder zu übergeben, sondern genug Strom zu tanken, um eine Probefahrt durchzuführen oder einen MFK-Termin wahrzunehmen.

Wie auch beim Laden der Starterbatterie ist ein DC-Ladegerät punkto Leistungsfähigkeit im Vorteil. Das Gerät wandelt AC in DC um und sorgt mit der entsprechenden Ladekurve für konventionelle Bleibatterien, EFB- oder

Die aktuelle Akkutechnik und das Thema Wiederverwendung



Der Aufbau eines Lithium-Ionen-Akkus ist trotz verschiedener Materialmöglichkeiten ähnlich. Energieintensiv sind das Aufbringen und die Trocknung der Beschichtungen. Dank Forschung sinkt der Energieaufwand in der Produktion. Die Zellen werden danach in drei Aufbauarten eingesetzt. (Quelle: RWTH Aachen)

Die Automobil- und Zulieferindustrie gibt Vollgas. Viele europäische Anbieter investieren Milliarden in neue Batteriefabriken, um der steigenden Nachfrage kostengünstig zu folgen. Das SSM (Studienforum Schweiz für mobile Antriebstechnik) hat in einem Webinar den aktuellen Stand der Akkutechnik aufgezeigt. Professor Dr. Andrea Vezzini, Leiter BFH-Zentrum Energiespeicherung, zeigte auf, wie Lithium-Ionen-Akkus produziert werden. Die energieintensiven Produktionsschritte wie Aufbringen und Trocknen der aktiven Massen der Kathode mit einer Lithium-Ionenpaste wie auch die Aufbringung der Graphitstruktur auf der Anode sind die grössten CO₂-Treiber in der Herstellung. Hier wurden, auch dank Know-how der Schweizer Firma Bühler, schon grosse Fortschritte zur Energieeinsparung in der Produktion realisiert. In den vergangenen zehn Jahren konnte die Speicherfähigkeit verdreifacht werden. Wichtig sind die im Fahrzeug vorherrschenden Temperaturen (ideal 18 bis 35°C), um die Zellen nicht zu zerstören, wie auch die Ladekurve, die je nach Akkutyp sehr unterschiedlich ist. Wenn der Akku noch 80 Prozent der Nennkapazität aufweist, wird vom «End of life» gesprochen.

Aus der Forschung weiss Vezzini, dass aktuelle Akkus eine so hohe Zyklenfestigkeit haben, dass eine theoretische Reichweite von bis zu 450 000 Kilometer möglich ist. Nebst der zyklischen

Alterung darf die kalendarische Alterung nicht unterschätzt werden. Diese ist unabhängig der Nutzung und ist vor allem durch chemische Zerfallsprozesse zu erklären. Drei Entwicklungsschwerpunkte stellt Vezzini fest: das Weglassen von Kobalt, die Verringerung des Innenwiderstandes und die Erhöhung der Leistungsdichte. Im Referat von Andreas Hutter, Senior Project Manager bei CESM SA, ging es um die konkreten Verbesserungsmöglichkeiten. Ein Thema sprang in seinem Referat ins Auge: Durch Schnellladung mit hoher Ladeleistung steigt die Tendenz der Dendritbildung. Bei raschen Ladevorgängen bilden sich kristallförmige Lithium-Ionen-Ansammlungen. Dadurch steigt die Gefahr von punktuellen thermischen Überlastungen und die Kapazität sinkt. Der optimale Ladezustand sollte deshalb innerhalb von 20 bis 80 Prozent der Nennkapazität betragen und die Ladeleistung nur in Ausnahmefällen maximal genutzt werden. Auch das Recycling und die weitere Nutzung wurde durch Christian Ochsenbein, wissenschaftlicher Mitarbeiter im BFH-Zentrum für Energiespeicherung, besprochen. In diesem Bereich sind viele Möglichkeiten angedacht, wie die Akkus sinnvoll als Stationärbatterie weiterverwendet und am Schluss recycelt werden können.

Weitere Infos unter: ssm-studies.ch/ssm-studies/referate



Die Einzelzellen des Lithium-Ionen-Akkus werden zu Modulen und schliesslich zur Hochvolt-Batterie zusammengebaut. Wichtig dabei ist das dazugehörige Lademanagement mit Sensoren für Temperatur und Spannung. Die Kühlung und Heizung der Module wie auch die crashsichere Unterbringung sind weitere Herausforderungen. Quelle: Porsche

AGM-Akkus bis zum Lithium-Akku für eine optimale Ladeleistung, ohne dass die Batterie thermisch überbelastet wird. DC-Lader für Hochvoltsysteme arbeiten nach dem gleichen Prinzip. Dank der Kommunikation mit dem Bordnetzsteuergerät wird die Ladung nach Wunsch des Fahrzeugs individuell angepasst. Höchste Priorität geniessen dabei der thermisch optimale Bereich sowie die Lebensdauer (siehe Technikbox). Beim AC-Laden ist ein sogenanntes Onboard-Ladegerät mitverbaut. Es nimmt vom Netz via 230-V- oder besser mittels 400-V-Anschluss die elektrische Leistung, wandelt sie in DC zur Speicherung um und managt die Ladeleistung.

Beim Preis tun sich enorme Unterschiede auf: DC-Lader sind mindestens rund fünfmal teurer als AC-Lader. Und da sowieso jedes Steckerfahrzeug ein Onboard-Ladegerät besitzt, lohnt sich der Kauf einer teuren DC-Ladesäule kaum. Für den aktuellen Porsche Taycan, der als einziges BEV eine Ladeleistung von 270 kW ermöglicht, kostet die DC-Ladestation ohne Installation über 100 000 Franken. Eine Investition, die sich für freie Garagisten nicht lohnt. Sinnvollerweise werden mehrere AC-Stationen (auch mobile Einheiten) installiert und das Stromleitungsnetz so geplant, dass nachträgliche Ladestationen zugebaut werden können.

Für Rieben ist als Planer und Förderer der E-Mobilität aber ein grosser Knackpunkt für Garagisten und Kunden zu lösen: Jeder Energieanbieter stellt sich im Wettbewerb mit eigenen Lösungen, die vom Reservations- bis zum Bezahlssystem unterschiedlich sind. Rieben wünscht sich zur Vereinfachung der Fahrtenplanung, dass sich ein Reservationssystem für Ladestationen etablieren kann. «Dann müssten die Batterien auch nicht mehr so gross sein wie heute. Das treibt die Fahrzeugkosten, aber auch die Masse massiv in die Höhe und widerspricht den Vorteilen der E-Mobilität.»

Auch Rohs stellt fest: «Für den Endkonsumenten ist es aktuell oft mühsam, da die Energieanbieter untereinander mit Roaming-Gebühren abrechnen, welche die Energie merklich verteuern.» Die Idee, eine Flat-Rate für elektrische Energie mit monatlichen Fixkosten zu etablieren, hat das Schweizer Ladenetz Evpass etabliert. Beide Experten sind sich auch in diesem Punkt einig: Die E-Mobilität ist erst zielführend, wenn mit regenerativer elektrischer Energie gefahren wird. Die Schweiz ver-

fügt noch über einen hohen Anteil an CO₂-freiem/-armem Strom. Umwelteffizient wird E-Mobilität, wenn die Stromerzeugung nachhaltig wird.

Ein wichtiger Punkt beim Investieren ist die Weiterbildung der Mitarbeitenden. Hochvoltssysteme sind lebensgefährlich, wenn die Batterie vom Fahrzeug nicht korrekt freigeschaltet, das Wiedereinschalten verhindert und die Spannungsfreigabe überprüft wird. Bei den Importeuren sind entsprechende Weiterbildungen für die Werkstattmitarbeitenden vorgegeben. Für freie Garagisten etablieren sich aber auch interessante und kosteneffiziente Angebote. Nebst diversen Angeboten vom AGVS mit Partnern oder einigen Berufsfachschulen sind auch freie Anbieter auf dem Markt.

Für Markus Roth von der Autef kommt ein freier Garagist ohne Markenvertretung nicht darum herum, seine Mitarbeitenden weiterzubilden. «Hochvoltssysteme müssen auch effizient und zielführend diagnostiziert werden können. Dazu gehört nebst dem Umgang mit dem Diagnosetester auch viel Know-how bis zur Pass-thru-Updatemöglichkeit für Fahrzeugsoftware.» Obwohl beim BEV viel weniger Servicearbeiten gefordert sind, bleiben beim Plug-in-Hybrid nach wie vor umfangreiche Inspektionsarbeiten zu tätigen. Dem Garagisten wird auch künftig die Arbeit nicht ausgehen, wenn er sich der neuen Technologie stellt und finanziell wie auch ausbildungstechnisch am Ball bleibt. Eine Investition, die sich auszahlen wird. <

Interview mit Arian Rohs, Teamleiter Planung bei AEW Energie AG

Wo setzt der Garagist den Hebel punkto Ladeinfrastruktur an?

Die Anzahl der BEV wird stetig steigen. Für den Garagisten bedeutet dies, dass er sich auf die neue Technologie einstellen und einrichten soll. Schon im Jahr 2035 rechnen Experten mit einem Marktanteil der Steckerfahrzeuge von bis zu 50 Prozent. Arian Rohs, Teamleiter Planung bei AEW Energie AG Aarau, gibt Auskunft.

Herr Rohs, wie macht sich ein Garagist fit für die Elektromobilität?

Arian Rohs: Die Elektromobilität wird stark zunehmen und auch markenunabhängige Garagisten tun gut daran, sich mit dem Zukunftstrend auseinanderzusetzen. Wir stellen im direkten Kontakt mit den Unternehmern fest, dass technische Unterstützung gewünscht wird, da es für viele Entscheidungsträger eine neue Technologie und auch eine grosse Herausforderung darstellt.

Welche Infrastruktur sehen Sie als Minimalausrüstung, um BEV effizient zu laden?

Unsere Erfahrung zeigt, dass je nach Betriebsgrösse ein oder mehrere Wechselspannungslader AC mit 11 kW Leistung und eine Schnellladeanlage mit Gleichspannung DC ausreichen. Auf Letztere kann sogar verzichtet werden. Der Stromanschluss des Betriebes ist meist ausreichend dimensioniert. Wenn die Zuleitung für 50 Ampère ausgelegt ist und neu 80 A nötig sind, lässt sich dies durch Wechsel der Hauptsicherungen oder auch durch eine Netzverstärkung realisieren. Die Kosten für den Kunden sind dabei überschaubar, da die Netzbereitstellung unsere Aufgabe als Energiedienstleister ist.

Auf dem Markt sind verschiedene Anschlussstecker und unterschiedliche Ladeleistungen vorzufinden. Welche Technologie wird sich durchsetzen?

Bis vor Jahren war dies in der Tat ein wildes Durcheinander. Unterdessen haben sich in Europa zwei Steckervarianten durchgesetzt: der dreiphasige Typ 2-Stecker für die AC und bei DC der CSS-Anschluss. Nur Tesla hatte einen eigenen Ladestecker. Die Ladeleistungen sind abhängig von der Batteriegrösse. Das Fahrzeugsteuergerät gibt der Ladestation vor, wie viel geladen werden darf. Entspre-

chend ist die Ladeinfrastruktur flexibel und dank intelligentem Lademanagement kann auch die Netzlast reguliert werden.

Wie hoch sind die Investitionskosten für eine KMU-Garage und soll die Energie dem Kunden kostenfrei zur Verfügung gestellt werden?

Eine AC-Ladestation ist für rund 2000 Franken erhältlich. Wenn eine Schnellladestation DC vorgesehen ist, muss mit Kosten von 10000 Franken und je nach Leistung deutlich mehr gerechnet werden. Die Installation vom Haupttableau bis zur Ladestation darf auch nicht vernachlässigt werden, ist aber meist kostengünstig in Werkstätten realisierbar. Zum zweiten Punkt: Der Kunde erwartet auch bei seinem Verbrennerfahrzeug nicht, dass er ein gratis vollgetanktes Fahrzeug aus dem Service zurückerhält. Auch elektrische Energie ist wertvoll und soll dem Kunden nicht gratis zur Verfügung gestellt werden. Unsere günstigen Flatrate-Abos durch die Firma Evpass sind zudem attraktiv, um die Energiekosten beim Laden gering zu halten. <



Seit 2016 bearbeitet Arian Rohs mit einem Team von vier Mitarbeitern das Geschäftsfeld E-Mobilität. Der Energiedienstleister ist seit 2018 an der Firma Evpass aus Lausanne beteiligt, die öffentliche Ladestationen betreibt (derzeit rund 1600 in der ganzen Schweiz). Quelle: AEW