



Anschluss finden

Elektromobilität und

Infrastruktur

Tipps und Hinweise



- Arbeiten an elektrischen Installationen dürfen nur Fachpersonen ausführen!
- Bestehende Elektroinstallationen vom Elektroinstallateur oder EVU überprüfen lassen, bevor sie als Stromtankstelle genutzt werden.
- Achtung vor Stolpergefahr und Überbeanspruchung! Fahrzeug und Ladeinfrastruktur sollten sich möglichst nahe beieinander befinden.
- Pro Elektrofahrzeug, resp. Steckdose/Anschluss, eine separate Sicherung (LS) und ein separater, geeigneter Fehlerstromschutzschalter (FI) verwenden.
- Werden Stromanschlüsse regelmässig für E-Fahrzeuge genutzt – auch von Drittpersonen (Kunden, Besuchern, Gästen) – ist eine geeignete Installation aus Sicherheitsgründen angebracht (HCD).
- Einige EVU und Gemeinden unterstützen die Elektromobilität. Nachfragen kann sich lohnen.
- Bei einem Fahrzeug mit mehr als 2 kVA \approx 2'000W Anschlussleistung darauf bestehen, dass die Steckdose und der Stecker des Ladekabels mindestens CEE 16 A/230 V entsprechen.
- Handelsübliche Reiseadapter sind ungeeignet für die Anwendung in der Elektromobilität!
- Adapterkabel (Seite 16) nur in Ausnahmesituationen einsetzen und für den Dauerbetrieb mit einer 8 A-Sicherung absichern.
- Achtung Überhitzungsgefahr! Kann ausnahmsweise nicht auf eine Kabelrolle verzichtet werden, muss das Kabel vollständig abgerollt werden.
- Nicht im Elektrofahrzeug fest verbaute Batterien nur in belüfteten und möglichst trockenen Räumen laden.
- Bei Fahrzeugpannen nie selbst Hand an die Elektrik anlegen. Überlassen Sie die Diagnose und Reparatur dem Profi!

Merkmale der Steckdosen und ihre Eignung zum Laden

IEC/National	Landesübliche Steckdosen							Industriesteckdosen		Mode 3	Mode 4
	Typ 13	Typ 23	CEE 7/5	CEE 7/4	BS136	Afsnit	CEI 23	IEC 60309-2	IEC 60309-2	IEC 62196-2	IEC 62196-3-1
International	Typ J		Typ E	Typ F	Typ G	Typ K	Typ L	CEE 16	CEE 16	Type2	CCS Type 2
Steckdose											
Stecker											
Normiert in	CH / LI	CH / LI	F / B / MC / PL / CZ / SK	D / A / GR / L / MC / NL / NS / SLO / ES / TR / RUS	GB / IR / M / CY	DK	I	Europa, Weltweit	Europa, Weltweit	Europa, Weltweit	Europa, Weltweit
Bemessungsspannung [V]	230 (250)	230 (250)	230 (250)	230 (250)	230 (260)	230 (250)	230 (250)	230 (250)	400 (480)	400 (480)	1 000
Bemessungsstrom [A]	10	16	16	16	13	13	10	16	16	32	500
Mechanische Belastbarkeit	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	😊	😊	😊	😊
Dauerbetrieb bei Nennlast	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	😊	😊
	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	☺	☹	☹	☹
	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	😊	😊
PHEV	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	😊	😊
BEV	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	😊	😊
E-Lkw	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺	😊	😊

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Ladebetriebsarten (Mode)	6
Die Übersicht zu den verschiedenen Ladebetriebsarten von Elektrofahrzeugen.	
Benutzergruppen	7
Die Übersicht zu den verschiedenen Benutzergruppen und deren Anforderungen.	
Allgemeines Elektrofahrzeuglenker	8
Ist ein Elektrofahrzeug alltagstauglich für mich? Wie kann ich die Batterie aufladen? Wie lange dauert ein Ladevorgang? Panne – was nun?	
Immobilienbesitzer und -verwalter	10
Parkplätze für Elektrofahrzeuge erstellen? Welche Investitionen sind nötig? Wie verrechne ich die Kosten für die Parkplätze und Stellflächen?	
Architekten, Elektroinstallateure und -planer	12
Welche Anschlüsse sind nötig? Worauf muss ich besonders achten? Welche Ladevarianten gibt es? Was gibt es bei der Steckdosenmontage zu beachten?	
Energieversorgungsunternehmen	14
Welche Herausforderungen bringt die Elektromobilität mit sich? Worauf muss ich für den Hausanschluss achten? Ist ein Anschlussgesuch notwendig?	
Garagengewerbe	16
Elektrofahrzeuge – womit habe ich es hier zu tun? Worauf muss ich achten? Welche Werkstattausrüstung benötige ich? Wie muss ich mich organisieren?	
Zugang und Abrechnung	18
Parkplätze und Stellflächen zuordnen? Wie rechne ich die Kosten in welchen Bereichen effizient ab? Was gibt es für Zugangs- und Abrechnungssysteme?	
Infrastruktur für E-Motorräder	20
Was haben E-Motorräder für Anschlüsse? Welches sind die Anforderungen an die Infrastruktur?	
Infrastruktur für E-Bikes	22
Was bedeutet «off-board»-Laden der Batterie? Worauf muss ich beim Laden der Batterie achten? Welches sind die Anforderungen an die Infrastruktur?	
Aussichten und Perspektiven	24
Wohin geht der Trend in der Elektromobilität? Gesellschaftliche und technische Herausforderungen. Verschiedene Lademöglichkeiten? Batterietausch?	
Glossar	26

«Eine ‹Steckdose› zum Laden von Elektrofahrzeugen ist grundsätzlich überall vorhanden.»



Einleitung

Elektrofahrzeuge erobern zunehmend den Individualverkehr. Die Bedürfnisse und Anforderungen aller Beteiligten sind vielfältig, vor allem was die Infrastruktur anbelangt – die Lösungsansätze sind es ebenso. Zwar sind in jedem Haus zahlreiche Steckdosen vorhanden, aber längst nicht alle eignen sich für den Energietransfer zwischen Infrastruktur und Elektrofahrzeugen.

Die Fragen rund um die Ladeinfrastruktur sind für die meisten involvierten Kreise noch immer neu. Die notwendigen internationalen Standards und Normen sind in Arbeit und der Harmonisierungsprozess auf technischer, und der Meinungsbildungsprozess auf politischer Ebene sind im Gange. In Europa haben sich der mittlerweile der Type 2 Stecker fürs AC-Laden und der CCS-Type 2 Stecker fürs DC-Laden durchgesetzt. Beim bidirektionalen Laden, das E-Fahrzeug gibt Energie an die Infrastruktur ab, sind die Normierungen noch im Gange.

In der vorliegenden Broschüre sind die wichtigsten Punkte aus aktueller Sicht für die Schweiz zusammengefasst. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den Elektroautos inklusive den Plug-in-Hybridfahrzeugen. Ein Kapitel ist den Elektro-Zweirädern gewidmet.

Diese Informationsschrift haben Fachpersonen, die für die einzelnen Themen zuständigen Schweizer Verbände und Organisationen, verfasst. Sie stehen auch für weitere Informationen und Beratung im Bereich der Elektromobilität und namentlich der Infrastruktur zur Verfügung.

Electrosuisse
Fachgesellschaft e-mobile
Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

Ladebetriebsarten (Mode)

Die unterschiedlichen Ladebetriebsarten werden als «Mode» bezeichnet:

Mode 1

Beim Mode 1 wird mit Wechselstrom (AC) an einer landesüblichen- oder einer CEE-Steckdose, ohne Kommunikation zwischen der Energieabgabestelle (Steckdose) und dem Fahrzeug, geladen. Der «Mode 1» wird nur bei Kleinmotorfahrzeugen und Zweirädern angewendet, nicht aber bei Personenwagen.

Mode 2

Beim Mode 2 befindet sich im Kabel eine Kontrollbox, auch «In-Cable-Control-Box» (ICCB) oder «In-Cable-Control and Protection Device» (IC-CPD) genannt, welche mit dem Fahrzeug kommuniziert, z.B. über die verfügbare Leistung. Über diese ICCB wird ein Elektrofahrzeug, das üblicherweise unter Mode 3 geladen wird, mit einer landesüblichen oder CEE-Steckdose verbunden. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 16.

Mode 3

Der Mode 3 beschreibt das Laden mit 1- bis 3-phasigem Wechselstrom (AC) an einer zweckgebundenen («dedicated») Steckdose. Die dafür vorgesehenen Steckdosen sind Type 2 oder auch ein fest an der Installation (Ladestation) ange-

schlossenes Mode3-Kabel mit einer Type 2 Kupplung. Dabei findet über das Mode-3-Kabel eine Kommunikation zwischen der Energieabgabestelle (Steckdose) und dem Fahrzeug statt. Dies ermöglicht unter anderem das Lade- und Lastmanagement.

Mode 4





Der Mode 4 beschreibt das Laden mit Gleichstrom (DC) für Schnellladungen. Dabei findet immer eine Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeug statt.

Kommunikation

Der Begriff «Kommunikation» beinhaltet in der Elektromobilität zwei getrennte Vorgänge: Mode 2, 3 oder 4 beinhalten die energieübertragungsbezogenen, sicherheitsrelevanten Informationen wie z.B. Stromstärke, Überwachung des Erdleiters zwischen Fahrzeug und Steckdose, usw. Die dem Mode-Signal überlagerte «High level communication» kann z.B. Benutzerinformationen, Identifikation, Abrechnungsdaten und vieles mehr enthalten.

Typischer Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen

Die verschiedenen Benutzergruppen haben sehr unterschiedliche Ansprüche an die Ladestellen und die Parkplätze (Stellflächen). Um Konflikte zu vermeiden sollten die Stellflächen den Benutzergruppen zugeordnet sein.

Benutzergruppen		Typische Werte				
		AC Ladeleistung [kW]	Strom [A]	Spannung [V]	Batteriekapazität [kWh]	Volle Ladung (CHF)
	E-Bikes	0.1	0.5	230	0.5	0.13
	E-Scooters	1.8	8	230	5	1.25
	E-Motorräder	3.7	16	230	10	2.50
	PHEV	3.7	16	230	10	2.50
	BEV	11	16	400	80	20.00

Benutzergruppen

Die Benutzergruppen stellen je nach Bereich sehr unterschiedliche Anforderungen an eine Ladeinfrastruktur. Beschreibung der verschiedenen Installationsmöglichkeiten siehe Rubrik «Architekten, Elektroinstallateure und -planer». Die verschiedenen Bereiche werden in folgende Kategorien unterteilt:

Privat

Zugang nur mit Erlaubnis des Eigentümers: Privatgrundstücke

Halbprivat

Zugang durch Erwerb einer Berechtigung: Tiefgarage in Wohnsiedlung, Parkplätze von Liegenschaftsverwaltungen, Parkplätze von Firmen, Institutionelle Anbieter

Halböffentlich

Zugang für Kunden: Parkplätze bei Geschäften, Einkaufszentren, auf bewirtschafteten Flächen, in Parkhäusern

Öffentlich

Allgemein zugänglich: Strassen, Plätze, Bahnhöfe, Autobahnrastplätze/-stätten

Parkplatztypen für Autos und ihre Lade-Anwendungsmöglichkeiten

Bereiche	privat	halbprivat				halb-öffentlich		öffentlich	
	Privatperson	Mitarbeiter	Besucher	Flotten	Mieter	Kunde	Freizeit	P&R Pendler	Reisen
Landesübliche Steckdose (Mode1)	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️	☹️
CEE-Steckdose (Mode 2)	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Home Charge Device (Mode 3)	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Öffentliche Ladestation (Mode 3)	☹️	😊	😊	☹️	😊	😊	😊	😊	😊
Schnellladestation (Mode 4)	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Parkdauer (Std.)	8 – 12	4 – 10	0,5 – 3	0,5 – 3	8 – 12	0,5 – 3	1 – 8	4 – 10	< 2
km-Leistung / Tag (typische Werte)	30 – 50	< 50	< 20	> 50	30 – 50	< 20	< 30	< 30	> 100

Allgemeines | Elektrofahrzeuglenker

Im individuellen Berufspendelverkehr werden täglich durchschnittlich 30 bis 40 km zurückgelegt. Nur ca. 2 % der Pendler fahren täglich Strecken von über 100 km. Dies bedeutet, dass eine Batterie mit einer Reichweite von ca. 100 km Reichweite den meisten täglichen Ansprüchen gerecht werden dürfte.

«Der Umstieg auf Elektrofahrzeuge bedeutet insbesondere ein Umdenken beim «Tanken».»

Ladevorgang

Damit der «Strom» vom Energieversorgungsunternehmen (EVU) für Elektrofahrzeuge verwendet werden kann, muss er vom Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC) umgewandelt werden. Dies erfolgt durch ein Ladegerät. Bei vierrädrigen Elektrofahrzeugen ist dieses Ladegerät meistens im Fahrzeug eingebaut (on-board). Die Ladeelektronik (Battery Management System, BMS) steuert und überwacht den Ladevorgang in Abhängigkeit von Temperatur, Ladezustand und Spannung der Batterien. Je nach Art des Fahrzeugs sind die Anforderungen an die Energieversorgung unterschiedlich. Zweiradfahrzeuge wie E-Bikes, E-Scooter und E-Motorräder stellen andere Anforderungen als drei- oder vierrädrige Fahrzeuge (siehe Tabelle auf der Seite 6).

Meistens werden die Batterien von Elektrofahrzeugen zu Hause und/oder am Arbeitsplatz geladen. Die meisten der heutigen Elektroautos haben eine Reichweite von über 400 km. Somit könnten bereits heute ca. 80 % der Bevölkerung an 80 % aller Tage die anfallenden Distanzen mit einem Elektrofahrzeug zurücklegen. Das Schnellladen bietet die Möglichkeit, grössere Distanzen ohne lange Ladezeiten mit Elektroautos zu bewältigen.

Ladedauer

Je nach Batteriekapazität und Ladeinfrastruktur variieren die Ladezeiten sehr stark. Durchschnittlich beträgt die Ladedauer zu Hause zwischen sechs bis acht Stunden vom «leeren» Zustand bis zur vollständigen Ladung. Die Batterien sind jedoch selten ganz leer. Bei durchschnittlichen Fahrleistungen von ca. 40 km pro Tag dürften deshalb Ladezeiten zwischen 40 Minuten und zwei Stunden täglich ausreichen.

Ein weiterer Vorteil von Elektrofahrzeugen ist das «Pre-conditioning». Dies bedeutet, dass das Fahrzeug vor dem Abfahren an der Steckdose aufgeheizt oder gekühlt wird. Eine Reichweitenreduktion durch Heizen oder Kühlen kann dadurch entgegengewirkt werden.

Grundsätzlich können Elektrofahrzeuge zu jeder Tageszeit geladen werden. Es ist aber vielleicht kostengünstiger, den Hauptenergiebezug mit geeigneten Steuerungsmassnahmen (Lademanagement) in die Nachtstunden oder bei eigenem verfügbarem Solarstrom auf den Tag zu verlegen. Das gleichzeitige unkoordinierte Laden einer grösseren Anzahl Fahrzeuge kann zu Netzlastspitzen führen. Dies kann mit intelligenten Regulierungsmassnahmen, dem sogenannten Lastmanagement, verhindert werden. Eine Übersicht von Anbietern von solchen Lösungen finden Sie auf e-mobile.ch.

Der elektrische Anschluss

Die Elektromobilität setzt sich zunehmend durch. Eine Lademöglichkeit zu Hause ist für den Umstieg auf Elektromobilität unabdingbar. Öffentliche Ladestationen, die alltagstauglich, zahlbar und geeignet für das «Laden zu Hause» sind, gibt es erst wenige. Lösungen wie z.B. das Laden in blauen Zonen sind aber in Arbeit.

Fahrzeugstecker (Vehicle Connectors)

AC Fahrzeugstecker (Mode 3)		DC Fahrzeugstecker (Mode 4)		
Type 1	Type 2	CHAdeMO	CCS Type 1 (Combo)	CCS Type 2 (Combo)
				

AC Ladekabel

Ein AC-Ladekabel für Mode 1, Mode 2 oder Mode 3 gehört in Europa normalerweise zur Fahrzeugausstattung. Das AC-Ladekabel, versehen mit den entsprechenden Steckern, ist entweder fest am Fahrzeug angeschlossen (eher bei Mo-fas) oder wird lose mitgeführt (meistens der Fall). Bei Elektroautos sind in der Regel ein Mode 2 und ein Mode 3 Ladekabel in der Serienausstattung dabei. Das Mode 2 Ladekabel mit Kontrollbox (ICCB) ist aber nicht für den Dauerbetrieb geeignet, siehe S.16. In der Regel ist das Mode 2 Ladekabel mit einem Typ 13 Stecker ausgestattet und sollte darum mit höchstens 8 A Strom betrieben werden. Das Mode 3 Kabel kann auch bei Drittanbietern erworben werden und ist nicht fahrzeugspezifisch. Dieses Mode 3 Ladekabel wird oft an öffentlichen Ladestationen benötigt und sollte daher ebenfalls mitgeführt werden.

DC Ladekabel

Das DC-Ladekabel für Laden im Mode 4 (Schnellladung) ist immer fest an der Ladestation angeschlossen (siehe Bild unten). Das sind spezielle Kabel, welche teilweise auch gekühlt sind.

Hinweis:

Verwenden Sie beim Laden in Mode 1 und Mode 2 Originalkabel. Kabel von Drittanbietern können die Sicherheit und Funktionalität beeinträchtigen. Verlängerungen von Ladekabeln sind generell nicht erlaubt.



Anschlüsse am Fahrzeug

Grundsätzlich unterscheidet man bei Anschlüssen am Fahrzeug («Vehicle inlets») zwischen Mode 1 bis 3 für AC (Wechselstrom) und Mode 4 für DC (Gleichstrom) für Schnellladungen. In Europa hat sich für das AC-Laden der Anschluss «Type 2» und im DC-Laden der Anschluss «CCS Type 2» (Combined Charging System Type 2) durchgesetzt. Je nach Alter des Fahrzeugs, der Fahrzeugmarke und des -modells können aber auch andere Anschlüsse, welche in anderen Ländern üblich sind, vorkommen.

Öffentliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Die öffentliche Ladeinfrastruktur befindet sich in kontinuierlichem Aufbau. Die Interoperabilität zwischen den einzelnen Anbietern ist jedoch sehr unterschiedlich. Ein einheitliches Abrechnungssystem ist noch nicht etabliert, meist werden anbieterspezifische RFID-Zugangskarten oder eine App benötigt. Roaming ermöglicht den Zugang mit Ladekarten anderer Anbieter, wobei jedoch Roaming-Gebühren anfallen. Zunehmend kommen auch Abrechnungssysteme, welche Kreditkarten akzeptieren.

Elektrofahrzeuglenker, die längere Distanzen ausserhalb des bekannten Umfeldes zurücklegen möchten, finden im Internet diverse Plattformen, die Routenplanung mit Ladestopps sowie Informationen über Ladestationen und deren Verfügbarkeit anbieten.

«Bei Fahrzeugpannen nie selbst Hand an die Elektrik legen!»

Panne – was nun?

In der Schweiz sind mittlerweile viele Pannenhilfe-Anbieter auch für elektrofahrzeugspezifische Probleme ausgebildet. Sie sind auf diese Technik vorbereitet und können kompetent helfen.

Fahrzeugschlüsse (Vehicle Inlets)

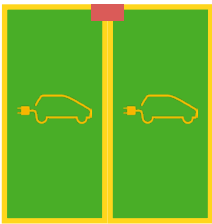
AC Fahrzeugschlüsse (Mode 3)		DC Fahrzeugschlüsse (Mode 4)		
Type 1	Type 2	CHAdeMO	CCS Type 1 (Combo)	CCS Type 2 (Combo)
				

Immobilienbesitzer und -verwalter

Besitzern, Betreibern oder Vermietern von Liegenschaften stellen sich grundlegende Fragen: Welche Infrastruktur kann oder soll angeboten werden? Welche Investitionen sind nötig? Wie kann man die Kosten an die Nutzer verrechnen? Wie hoch sind die Unterhalts- und Betriebskosten?

«E-Parkplätze mit Ladeinfrastruktur werden dann genutzt, wenn sie gut zugänglich, verfügbar und klar als solche gekennzeichnet sind.»

Richtige Platzierung der Steckdose:



Parkplätze für Elektrofahrzeuge

Wenn Parkplätze (Stellflächen) mit Infrastruktur für Elektrofahrzeuge ausgerüstet werden, sollten diese auch klar als solche signalisiert und reserviert werden. So ist das Angebot attraktiv, wird genutzt und verbessert die Wertschöpfung des entsprechenden Parkplatzes. Elektrofahrzeuge haben grundsätzlich keine höhere Brandlast als konventionelle Fahrzeuge, vorausgesetzt die Ladeinfrastruktur ist korrekt installiert und die feuerpolizeilichen Bestimmungen sind eingehalten.

Parkhäuser

Elektrofahrzeug-Parkplätze in Parkhäusern sind nur dann sinnvoll, wenn diese ausschliesslich für Elektrofahrzeuge reserviert sind. Eigene Zugänge verhindern, dass Elektrofahrzeuge in

einer Warteschlange stecken bleiben. Das Zutrittssystem muss in der Lage sein, Elektrofahrzeuge gesondert zu erfassen, um die Anzeige freier Parkplätze nicht zu verfälschen.

Vermietete Parkplätze

Eine pauschale Verrechnung der Energie- und Infrastrukturkosten ist die einfachste und kostengünstigste Variante, den Aufwand für vermietete Parkplätze abzurechnen. Für eine individuelle Abrechnung gibt es heute verschiedenste Anbieter und Lösungen. So kann die Ladestation beispielsweise auf den Wohnungszähler angeschlossen werden oder es kann die anbieterspezifische «Cloud-Lösung» für die Abrechnung der Ladekosten zum Einsatz kommen. Die Doppelnutzung von Parkflächen (Tag/Nacht) im halböffentlichen Bereich kann für Elektrofahrzeugbesitzer ohne eigenen Parkplatz eine Alternative sein.









Mietverträge

Das Merkblatt und die Mustervereinbarung «Einrichten einer Elektroladestation im Mehrfamilienhaus» des Hauseigentümer Verbandes Schweiz (HEV) beschreibt Vorgehensweisen hinsichtlich mietrechtlicher Belange zum Einrichten von Elektroladestationen.

Kunden und Besucher

Für Kunden und Besucher mit Elektrofahrzeugen von Verkaufsgeschäften, Gastrobetrieben, Unternehmen etc. sollten hierfür reservierte Elektrofahrzeugparkplätze errichtet werden. Je nach Aufenthaltszeit und Einzugsgebiet des jeweiligen Geschäfts eignen sich Ladestationen mit Mode 3 oder Mode 4.

Typische Energiekosten von Elektrofahrzeugen

(Tarif CHF 0.20/kWh)	CHF/Monat		CHF/Jahr		km/Jahr
	min.	max.	min.	max.	
Energiekosten					ca.
E-Bikes und E-Scooter  	< 1	< 4	3	36	3000
E-Motorräder 	< 1	7	6	84	6000
3- und 4-rädrige Elektrofahrzeuge 	5	40	60	480	12000
Zum Vergleich: Miete eines Parkplatzes					
E-Bikes und E-Scooter  	–	–	–	–	
E-Motorräder 	0	50	0	600	
3- und 4-rädrige Elektrofahrzeuge 	50	300	600	3600	

Abrechnung

Die individuelle Zuteilung und Abrechnung der Energiekosten mit einem Abrechnungsmodell ist mit Zusatzaufwand verbunden. Es hat sich noch kein einheitlicher Standard dafür durchgesetzt (s. «Abrechnung», S. 18). Die Tabelle «Investitionen und Unterhalt» gibt einen allgemeinen Überblick über zu erwartende Kosten. Die Übergänge zwischen den Fahrzeuggruppen und den verschiedenen Nutzungen sind fließend. Es gibt für alle Nutzungen Anwendungen, die ausserhalb der angegebenen Spannweite liegen.

Investition und Unterhalt

Nutzung	Steckdose	Home Charge Device	Öffentliche Ladestation	Schnellladestation
Typische Dauer einer Ladung	> 12 h	4 h – 8 h	1 h – 4 h	< 1h
Art der Ladung	im Notfall	Normale Ladung	Normale Ladung	Schnellladung
Investitionskosten (ohne Installation) ca. CHF ¹	100 – 600	500 – 3000	1 500 – 15 000	30 000 – 80 000
Energiekosten pro Teilladung ca. CHF ²	5.00 – 10.00	10.00 – 15.00	10.00 – 30.00	15.00 – 50.00
Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr ca. CHF	0	0 – 600	200 – 2 000	500 – 5 000
Abrechnung	pauschal oder über Zähler	pauschal, über Zähler oder Abrechnungssystem	Abrechnung pro Vorgang	Abrechnung pro Vorgang
Mögliche Anwendung	nicht für Dauerbetrieb geeignet	Ein- und Mehrfamilienhäuser, Parkhäuser, Firmen, Gastro-, Hotelbetriebe	öffentliche Gebäude und öffentliche Parkflächen, Gastrobetriebe	Tankstellen, Autobahnrastplätze/-stätten, Hauptverkehrsachsen, Gastrobetriebe

¹ Die Länge und die Verlegungsart des Zuleitungskabels können einen grossen Einfluss auf die Investitionskosten haben.

² Für kleinere Fahrzeuge sind diese Kosten wesentlich geringer (siehe Tabelle «Typische Energiekosten»).

Die Preisangaben sind Schätzungen und können situationsbedingt stark abweichen.



Architekten, Elektroinstallateure und -planer

Arbeiten an elektrischen Installationen dürfen nur von einem Elektroinstallateur mit Installationsbewilligung ausgeführt werden. Bestehende Einrichtungen, die Elektrofahrzeuge versorgen, müssen regelmässig überprüft werden.

Der Elektroinstallateur muss dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) vor der Ausführung der Installationen die entsprechenden Anschlussgesuche und Installationsanzeigen einreichen.

«Der richtige Anschluss am passenden Ort bringt Vorteile für alle Beteiligten.»

Viele Normen und Standards für die Elektromobilität sind noch immer in Bearbeitung. Es ist deshalb sinnvoll, für zu erwartende Änderungen genügend Kapazitäts- und Platzreserven einzuplanen.

Landesübliche und CEE-Steckdosen

Landesübliche Steckdosen (s. Umschlagseite) sind mechanisch und thermisch nicht sehr belastbar. Demgegenüber bieten Industriesteckdosen, die sogenannten CEE-Steckdosen, eine erhöhte Belastbarkeit, aber auch sie sind nicht für den Dauerbetrieb geeignet und sollten daher nur im Notfall zum Laden von Elektroautos und Elektromotorrädern eingesetzt werden.

Home Charge Device (HCD)

Eine HCD bietet erhöhten Komfort und kann an die Leistungsgrenzen der vorhandenen Infrastruktur angepasst werden. Ein zusätzlich eingebauter Energiezähler kann Informationen zum Energieverbrauch liefern. Weitere Steuergeräte wie Schaltuhr, Tarifsteuerung, kombiniert mit einem Schalter für die Tagesfreischaltung («Override push-button»), erlauben das zeitlich gesteuerte Aufladen der Batterie mit Schwerpunkt in den Niedertarifzeiten (off-peak). Es können mehrere HCD an eine gemeinsame Zuleitung angeschlossen werden. Ein optionales Lastmanagement kann mehrere angeschlossene HCD steuern und den abgegebene Strom der verfügbaren Leistung anpassen.

Öffentliche Ladestationen

Der Einsatz von öffentlichen Ladestationen kann dann angebracht sein, wenn mit Publi-

kumsverkehr zu rechnen ist. Der Zugang zu diesen Systemen wird z. B. über RFID, App, QR-Code, SMS, Schlüssel, Karten oder Münzsysteme gewährt. Für öffentliche Ladestationen auf grösseren Gebäudearealen, Einkaufszentren, öffentlichen Plätzen etc. sind mindestens Kabelschutzrohre Ø80mm zu verwenden. Ein zusätzliches M25 für die Verbindung zu Telekommunikationsnetzwerken (Internet) sollte ebenfalls verlegt werden.

Schnellladestationen

Das entsprechende EVU sollte frühzeitig in die Planung und Umsetzung einer Schnellladestation mit einbezogen werden. Der Einsatz einer Batteriepufferanlage zur Minderung von Lastspitzen sollte in Betracht gezogen werden.

Neu- und Umbauten

Das Merkblatt SIA 2060 «Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden» des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins enthält detaillierte Empfehlungen, wie Neu- und Umbauten mit Ladestationen und erweiterbarer Infrastruktur ausgerüstet werden sollten.

Es empfiehlt sich, zumindest eine ausreichende Anzahl Leerrohre (M25 bis KRS Ø80 mm), die zu geeigneten Standorten führen, vorzusehen. Im öffentlichen Raum sind Kabelschutzrohre von mindestens Ø80mm sinnvoll. Wird bei der Planung und Ausführung bereits eine angemessene Anzahl Leerrohre, Kabelschächte und Fundamente vorgesehen, so erspart dies wesentliche Folgekosten.

Die Zuleitung zu den Anschlüssen der Ladeinfrastruktur soll möglichst kurz und so dimensioniert werden, dass bei maximaler Belastung kein wesentlicher Spannungsabfall auf der Leitung entsteht. Bei Leitungen von über 50m Länge empfiehlt es sich, den Leitungsquerschnitt zu erhöhen. Es ist davon auszugehen, dass der Gleichzeitigkeitsfaktor eines Anschlusses («connecting point») für ein einzelnes Elektrofahrzeug bei eins festgelegt werden kann.

Ein bestehender Hausanschluss kann schon durch wenige Anschlüsse für Elektrofahrzeuge überlastet sein. Das kann mit dem Einsatz eines geeigneten Lastmanagements verhindert werden. Das EVU wird aufgrund des Anschlussgesuchs und der Installationsanzeige allfällig notwendige Massnahmen einleiten (siehe auch EVU «Hausanschlüsse»).

Montage von Anschlüssen für Elektrofahrzeuge

Die Anschlüsse müssen so nahe wie möglich bei den zu ladenden Fahrzeugen montiert werden. Durchgänge oder passierbare Bereiche zwischen dem Anschluss und Elektrofahrzeug müssen vermieden werden (Fluchtwege freihalten, resp. Stolpergefahr). Die ideale Montagehöhe liegt zwischen 1 m und 1,5 m über dem Fussboden. Die Länge der mitgelieferten Anschlusskabel beträgt meist 5 bis 7 m.

Jeder Anschlusspunkt/Steckdose (connecting point) muss einzeln abgesichert (LS) und mit einem eigenen geeigneten Fehlerstromschutzschalter (FI) oder einer Kombination der beiden geschützt werden. Damit ein ausgelöster Schutzschalter (LS/FI) ohne fremde Hilfe wieder eingeschaltet werden kann, ist es sinnvoll, ihn möglichst nahe bei der Steckdose anzubringen.

Auf Stecker dürfen nur geringe Zug- und Torsionskräfte wirken (Materialermüdung und Kontaktprobleme). Es sollte mindestens der Schutzgrad IP44 zur Anwendung kommen.

Hinweis:

FI (RCD) für «Elektroautos» Mode 3 unterliegen speziellen Auflagen; RCD Typ B oder RCD Typ A EV mit Zusatzfunktion RDCDD (residual direct current-detecting device), siehe: NIN:20xx722.

Ladestrom und Netzsymmetrie

In grösseren Gebäuden/Liegenschaften mit mehreren Anschlüssen für Elektrofahrzeuge ist zwingend auf eine symmetrische Netzbelastung zu achten (Phasendrehung konsequent umsetzen). Auf dem Markt sind Lastmanagementsysteme mit dynamischem Phasenausgleich erhältlich. Die Erstellung und allfällige zusätzliche Massnahmen sind mit dem zuständigen EVU zu koordinieren.

Autoeinstellhallen

In Autoeinstellhallen sollte die Erschliessung der Elektrofahrzeuganschlüsse mittels Stromschiene, Flachbandkabel, Trasse oder Kabelkanal erfolgen. Dadurch ist die Änderung von bestehenden und die Erweiterung mit zusätzlichen Anschlüssen jederzeit problemlos möglich. Situationsbedingt kann die Installation einer Stromschiene oder Flachbandkabel flexibler und kostengünstiger sein. Die Grundinstallation muss so nur einmal erstellt werden. Erweiterbarkeit, Anpassungen und Demontage sind einfach möglich. Dies kann aber stark in Abhängigkeit des verwendeten Lastmanagementsystems und Abrechnungssystems variieren und muss nicht die günstigste Lösung darstellen. Werden Stromschienen, Flachbandkabel, Kabeltragsysteme und die entsprechenden Anschlüsse und Schutzeinrichtungen in allgemein zugänglichen Bereichen platziert, erleichtert dies die Wartung und Fehlerbehebung in Störfällen erheblich.

Elektrofahrzeuge bergen kein erhöhtes Brandrisiko und können gleich behandelt werden wie konventionelle Fahrzeuge. Für das Abstellen, resp. Laden von Elektrofahrzeugen in geschlossenen Räumen müssen die feuerpolizeilichen Bestimmungen eingehalten werden; auch Feuerschutzbestimmungen sind einzuhalten.

Beispiele von Home Charge Devices (HCD)



Energieversorgungsunternehmen

«Laden von Elektrofahrzeugen kann helfen, Lastspitzen zu vermeiden.»



Mit der steigenden Anzahl von Elektrofahrzeugen stellen sich für die EVU einige Herausforderungen: Wie kann beispielsweise ausreichend Energie an die verschiedenen Ladestationen herangeführt werden? Welche (neuen) Lastspitzen entstehen? Wie geht man mit diesen Spitzenlasten am besten um? Wie können die Strombezüge sinnvoll abgerechnet werden? Dies sind nur einige der vielen Fragen.

Zugang zum Stromnetz

In der Schweiz ist das elektrische Netz gut ausgebaut. Da auch die Elektrofahrzeuge täglich lange Standzeiten haben, besteht die ideale Voraussetzung, die Batterien mit kleinen Strömen während einer längeren Dauer aufzuladen. Im Alltag werden durchschnittlich ca. 40km Arbeitsweg zurückgelegt (s. Seite 6), was im Mittel etwa 8 kWh Strom braucht. Für solches Laden reicht die bestehende Netzinfrastruktur aus heutiger Sicht aus. Schwieriger wird es, wenn viele Elektrofahrzeuglenker ihre Batterien schnell, d.h. mit hohen Ladeströmen, womöglich zu Spitzenlastzeiten, aufladen möchten. Dann können auch gut ausgebaute Netze ihre Belastungsgrenzen erreichen. Es können entsprechende Massnahmen vorgesehen werden, dass ein Lastabwurf möglich ist. Ausserdem können mittels Lastmanagementsystemen die bezogenen Leistungen gesteuert werden, teilweise sogar durch das EVU.

Lastspitzen vermeiden

In der Nacht steht ausreichend Zeit und Energie zur Verfügung, um das Elektrofahrzeug für den nächsten Tag betriebsbereit zu halten. Langsames Laden während der Nacht belastet das Stromnetz weniger, hilft Lastspitzen zu vermeiden, schont die Batterie und dank der Niedertarif-Energie auch das Budget. Mit intelligenten Lastmanagement können Lastspitzen vermieden werden, z.B. durch Lastabwurf. Bei Immobilien mit Solaranlagen macht es Sinn, den Solarstrom direkt in die Elektrofahrzeuge zu laden, anstatt diesen zurück ins Netz zu speisen.

An Hauptverkehrsachsen sind Schnellladestationen mit entsprechend höheren Ladeströmen gewünscht. Mit einer steigenden Anzahl dezentralisierter Energieproduktionen wird eine dezentrale Energiespeicherung wichtiger. Es gibt bereits batteriegepufferte Schnellladestationen, damit die Lastspitzen vermieden und die Netze nicht beeinträchtigt werden.

Wichtig für Anschlüsse und Infrastruktur

Energieverbraucher sind so anzuschliessen, dass die Belastung möglichst symmetrisch auf alle Polleiter verteilt wird, siehe Werkvorschriften (WV 1.6/12.2). Es sollen thermisch und mechanisch belastbare Kabel und Steckdosen, z.B. CEE-Steckdosen oder Home-Charge-Devices, an Stelle von landesüblichen Haushaltssteckdosen verwendet werden.

Einfluss auf Netzqualität und -stabilität

Ladegeräte von Elektrofahrzeugen sind in den Werkvorschriften im Kapitel 12 «Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge» behandelt. Die Ladestationen können meistens mehr Leistung beziehen als ein durchschnittliches Haushaltsgerät und können Oberschwingungen verursachen, deshalb ist ein Anschlussgesuch zwingend. Für grössere Leistungen als 3.7 kVA (1-phasig) und 7.4 kVA (2-phasig) sind nur 3-phasige Anschlüsse zugelassen (WV 8.1). Es gibt einzelne Fahrzeuge, welche mittels Type 2 Anschluss 1- oder 2-phasig 32 A Strom aus dem Netz beziehen können. Dies ist gemäss Werkvorschriften (WV 12.2) in der Schweiz nicht zulässig (max. 16A 1- und 2-phasig) und muss verhindert werden. Mit einer steigenden Anzahl von Elektrofahrzeugen nimmt ihr Einfluss auf die Netzqualität und Netzstabilität zu. Elektrofahrzeuge könnten zur Verbesserung von Netzqualität und Netzstabilität beitragen (Mehrquadranten-Elektronik für das Ladegerät wie bei der erneuerbaren Energie). Dadurch kann das Elektrofahrzeug als Netzfilter verwendet werden, welches dem immer kapazitiver werdenden Netz den Sinus und die Induktivität zurückgibt. Die Hausanschlüsse und die Zuleitungen aus dem Versorgungsnetz des EVU werden mehrheitlich mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,2 bis 0,3, d.h. 20 % bis 30 % der angeschlossenen Leistung, berechnet und ausgelegt. Die gesamte angeschlossene Leistung eines Hauses ist somit wesentlich höher als die vom Netz zur Verfügung gestellte. Gleichzeitig kann die scheinbar zur Verfügung stehende Leistung des Hausanschlusses schon bei einer kleinen Anzahl Elektrofahrzeugen (ohne Lademanagement) erschöpft sein. Es kann durchaus notwendig werden, den Hausanschluss für die Versorgung der Elektrofahrzeuge zu vergrössern oder eine separate Zuleitung/Hausanschluss für die Elektrofahrzeuge zu installieren. Dies kann jedoch meist durch den Einsatz einer Lastmanagementlösung vermieden werden.

Garagengewerbe

Elektro- und Hybridfahrzeuge stellen spezifische Anforderungen an die Ausbildung des Garagenpersonals. Auch die Infrastruktur von Werkstätten muss für den Umgang mit «Hochvolt-Systemen» (Spannungsklasse B gemäss ISO) angepasst werden.

Traktionsbatterien

Antriebsbatterien von Elektro- und Hybridfahrzeugen sind Industriebatterien. Sie können bei Personwagen eine Spannung im Bereich der Spannungsklasse B (DC) aufweisen. Arbeiten an Geräten oder Installationen dieses Spannungsbereichs dürfen nur von instruierten Personen ausgeführt werden!

Lagern von Batterien

Bei der Lagerung von Batterien, speziell Li-Ion, sind die Angaben des Herstellers und / oder Lieferanten sowie die gesetzlichen Bestimmungen strengstens zu beachten. Beschädigte Batterien / Elektrofahrzeuge nicht im Bereich von Fluchtwegen und Notausgängen lagern oder abstellen.

Ladekabel

Zu jedem Elektrofahrzeug gehört ein individuelles Mode 2 und ein Mode 3 Ladekabel. Die Verwendung von Mode 2 Ladekabeln von Drittanbietern kann zur Beeinträchtigung der Sicherheit und Funktionalität führen. Alle Ladekabel sollten bei jedem Werkstattaufenthalt überprüft werden. Insbesondere ist zu prüfen, ob der Schutzleiter zwischen Stecker und Fahrzeug funktioniert, das Kabel keine mechanischen Verletzungen des Schutzmantels und auch keine sichtbaren oder tastbaren Bruch- oder Deformationsstellen aufweist.

Adapter

Handelsübliche Reiseadapter sind für die Anwendung in der Elektromobilität nicht erlaubt! Es gibt spezielle fahrzeugspezifische Adapter, welche gemäss den Herstellerangaben verwendet werden dürfen. Die Verwendung von Adaptern von Drittanbietern kann zur Beeinträchtigung der Sicherheit und Funktionalität führen.

Adapterkabel

Sie sind nur für Ausnahmesituationen geeignet und müssen mit einer Sicherung 8A versehen sein. Falls Adapterkabel öfters am selben

Ort zum Einsatz kommen, empfiehlt sich aus Sicherheitsgründen eine Umrüstung des entsprechenden Anschlusses auf die gewünschte Nutzung, z.B. auf eine CEE-Steckdose mit entsprechender Absicherung. Das Adapterkabel sollte mit dem Warnhinweis «Nur bis 8 Ampere verwenden, Leistung des Ladegeräts über die Fahrzeugsteuerung reduzieren!» versehen sein.

Steckdosen

Die Verkäufer sollten den Käufern von Elektrofahrzeugen unmissverständlich vermitteln, alle Steckdosen, an welche sie ihre Fahrzeuge regelmässig anschliessen, durch eine Fachperson überprüfen zu lassen. Die Benutzer dürfen nicht dazu verleitet werden, elektrische Installationen zu verwenden, über die keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen. Die landesübliche, im Haushalt verwendete Steckdose, sollte nur in absoluten Ausnahmefällen verwendet werden.

Werkstattausrüstung von Autogaragen

Für den Einsatz in Werkstatt, Show-Room und auf Kundenparkplätzen werden die erforderliche Ladeinfrastruktur und Spezialwerkzeuge teilweise durch den Fahrzeughersteller vorgeschrieben.

Werkstätten müssen mit elektrisch isolierenden Handschuhen, Schutzbrille, isolierendem Abdeckmaterial, Augendusche, Brandlöschmittel und Warnhinweisschildern ausgerüstet sein. Die vom Hersteller vorgeschriebenen speziellen Arbeitsgeräte und Hilfsmittel für Diagnose, Reparatur und Service sind zwingend einzusetzen.

Betriebsorganisation und

Verantwortung

Da die Arbeit an Elektro- und Hybridfahrzeugen ein erhöhtes Gefahrenpotenzial für Personen und Sachen mit sich bringt (Spannungsklasse B), ist eine klare Organisation und Regelung der Verantwortlichkeiten im Garagenbetrieb unerlässlich (s. Pyramide S.17). Als Basisqualifizierung für allgemeine Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen wird mindestens eine betriebsinterne Instruktion vorausgesetzt. Wer Arbeiten an Geräten oder Installationen mit Hochvoltssystemen ausführt, benötigt entsprechende Fachkenntnisse und eine Instruktion durch eine qualifizierte Ausbildungsstätte.

Verschiedene Mode 2 Ladekabel mit ICCB



Mode 3 Ladekabel



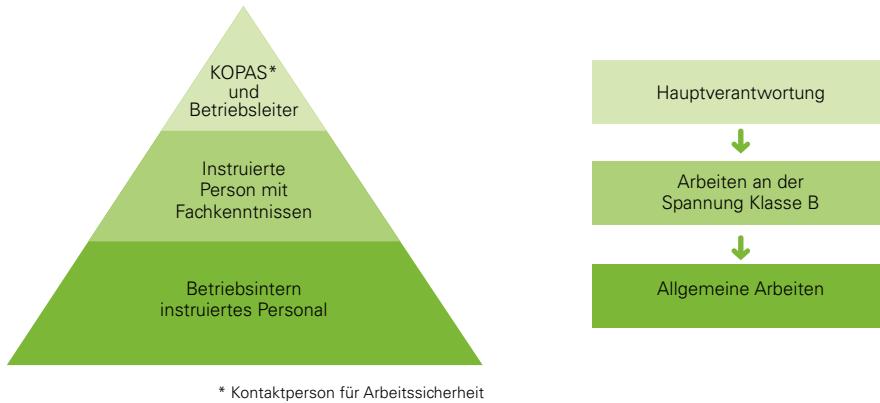
Adapterkabel



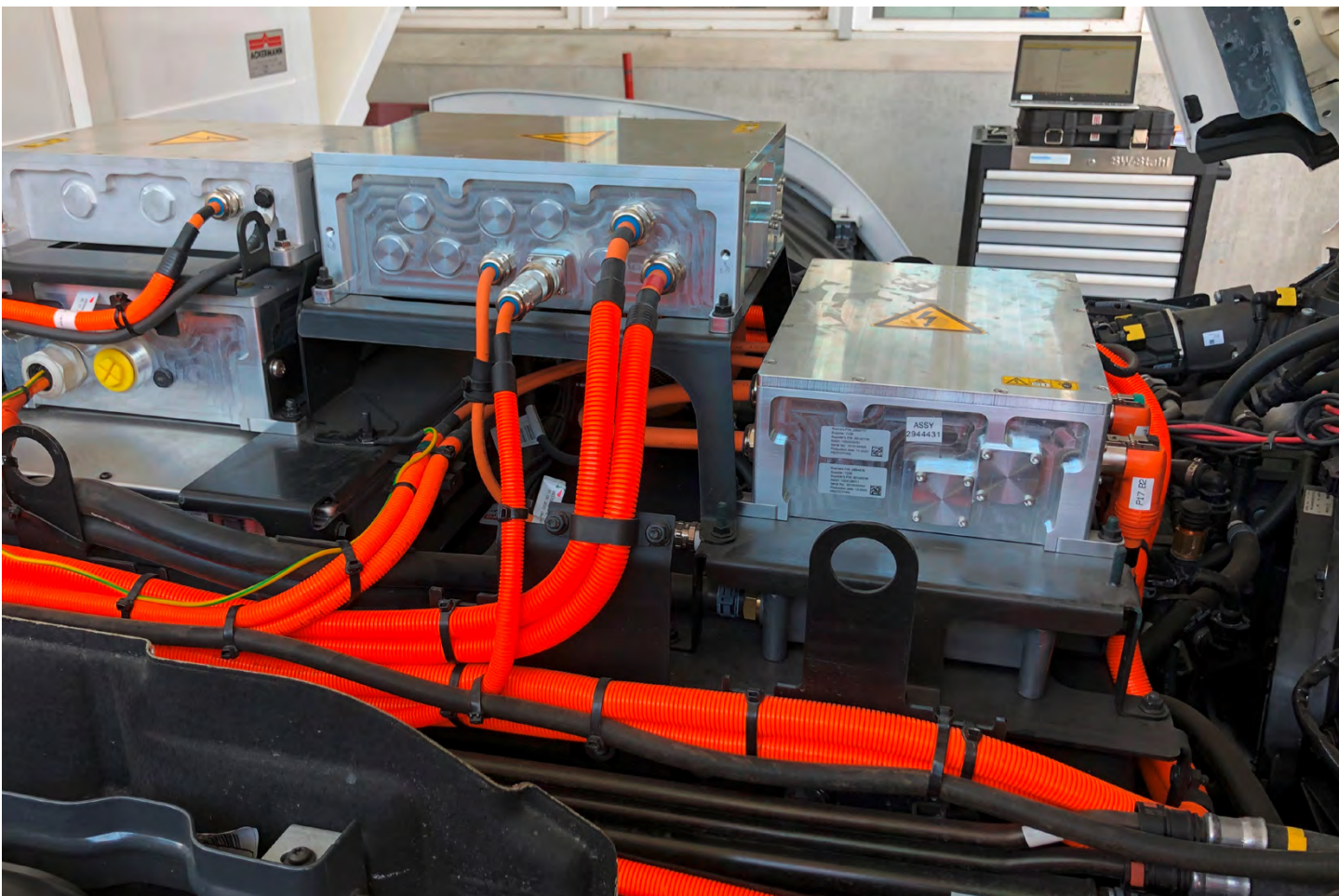
Spannungsklassen gemäss ISO

A	< 30 Volt AC oder < 60 Volt DC
B	≥ 30 Volt AC bis 1000 Volt AC oder ≥ 60 Volt DC bis 1500 Volt DC

Mindestanforderungen an Werkstätten für die Ausführung von Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen



«Elektrofahrzeuge erfordern neues Fachwissen in der Branche.»



Zugang und Abrechnung

Die Energiekosten für Elektrofahrzeuge fallen im Verhältnis zu den Investitionskosten für Ladeinfrastruktur mit Abrechnungssystem bescheiden aus. Es lohnt sich zu überlegen, ob Ladestationen allgemein zugänglich bereitgestellt werden können, um die Kosten durch eine Doppelnutzung besser zu amortisieren.

Privat und halbprivat

Ist der Parkplatz einem bestimmten Fahrzeug oder Mieter zugewiesen, sind keine komplexen Abrechnungssysteme notwendig. Die einfachste Lösung ist eine Pauschale, welche die Energiekosten, die Amortisation der Installation sowie die Unterhaltskosten enthält und z. B. zuzüglich zu der Miete des Parkplatzes oder der Stellfläche gemeinsam verrechnet wird (Tabelle S. 10).

Für die Erfassung des Energieverbrauchs genügt ein ungeeichter Klasse 2-Kontrollzähler. Wird ein Elektrofahrzeug an den Allgemeinzähler einer Liegenschaft mit mehreren Mietern angeschlossen, kann der Energieverbrauch des Fahrzeugs mit einem Kontrollzähler erfasst werden. Dies erlaubt die klare Zuordnung des Energiebezugs und räumt Bedenken der anderen Mieter aus. Zweckmässig für die Abrechnung sind Ladestationen mit integriertem Zähler oder eine Anbindung an eine App- oder Cloud-Lösung. In den meisten Fällen wird ein Lastmanagementsystem notwendig, welche solche Lösungen integriert haben. Für die Abrechnungslösung können monatliche Betriebskosten anfallen. Eine sinnvolle Lösung ist abzuwägen.

Durch Heimladestationen (HCD) mit Zeitsteuerung kann der Energiebezug des Elektrofahrzeugs in die Zeitspannen mit dem niedrigsten Strompreis gelegt werden.

Die kostenlose Abgabe von Energie seitens des Arbeitgebers könnte als «Geldwerter Vorteil» für den Arbeitnehmer gelten und müsste in diesem Fall möglicherweise in der Lohnabrechnung aufgeführt werden.

Halböffentlich

Ist der Parkplatz im Regelfall keinem bestimmten Fahrzeug oder Mieter zugewiesen, können wie bei öffentlichen Ladepunkten komplexe Abrechnungssysteme notwendig werden. Die einfachste Lösung stellt auch hier die Pauschale dar, welche die Energiekosten und die Amortisation der Installation enthält und beispielsweise mit einer Parkgebühr verrechnet wird.

Öffentlich

Im öffentlichen Raum gibt es zahlreiche Angebote mit unterschiedlichen Zugangs- und Abrechnungssystemen. Über Roamingabkommen, ähnlich wie bei der Mobiltelefonie, arbeiten Lade-netzbetreiber zusammen.

Zugangs- und Abrechnungssysteme

Zugangs- und Abrechnungssysteme werden künftig vielfältige Funktionalitäten aufweisen müssen, wie Identifizierung, Autorisierung, einheitliche Abrechnungssysteme etc.

- **Zugang offen:** Die Anschlüsse sind jederzeit und für jede Person zugänglich. Ohne Abrechnung.
- **Zugang mit Schlüssel:** Die Anschlüsse sind in einem abschliessbaren Gehäuse untergebracht. Die Abrechnung des Strombezugs erfolgt meist über eine Pauschale.
- **Zugang durch Vorauszahlung:** Die Anschlüsse sind meist frei zugänglich, der Energiebezug wird jedoch erst durch Freigabe mittels Bargeld, Jetons, elektronischen Schlüsseln, usw. möglich. Solche Systeme erfordern einen vergleichsweise hohen Betreuungsaufwand.
- **Zugang durch Kreditkarten:** Die Anschlüsse sind meist frei zugänglich. Der Energiebezug ist erst möglich durch die Bezahlung am Kreditkarten-Terminal, so wie bei einer konventionellen Tankstelle. Immer mehr Ladestationsanbieter haben Produkte mit integrierten Zahlungsterminal im Angebot.
- **Zugang durch RFID-Karten /Tags:** Die Anschlüsse sind meist frei zugänglich. Der Energiebezug wird mittels Identifizierung durch RFID-Karten/Tags freigeschaltet. Die RFID-Karten /Tags sind anbieterspezifisch und können aufgeladen und teilweise mit Monatsrechnung beim jeweiligen Anbieter bestellt werden.
- **Zugang durch Mobiltelefon:** Die Anschlüsse sind frei zugänglich. Der Energiebezug wird durch eine Clearing-Stelle über SMS oder mündliche Vereinbarung freigeschaltet. Die Abrechnung erfolgt über die Telefonrechnung.
- **Zugang durch Identifikation des Fahrzeugs (plug-and-charge):** Die Anschlüsse sind frei zugänglich. Der Energiebezug wird durch Identifikation des Fahrzeugs (Mode 3 & Mode 4) und die im Fahrzeug hinterlegten Zahlungsdaten freigeschaltet.

Unter www.e-mobile.ch gibt es eine aktuelle Übersicht über öffentlich zugängliche Ladepunkte in der Schweiz mit Angaben zum Zugangs- und Abrechnungssystem.

«Zwischen den Parkplätzen clever platzierte Ladestationen ermöglichen eine effizientere Nutzung.»



E-Motorräder

E-Motorräder dringen immer stärker in den Markt ein. Viele jüngere Marken haben das Segment der E-Motorräder gross gemacht. Neben diesen nun gestandenen Marken, haben zunehmend bekannte Marken auch ein rein elektrisches Motorrad im Angebot. Gegenüber konventionellen Motorrädern hat das E-Motorrad aus dem Stand bereits das maximale Drehmoment zur Verfügung. Dadurch entfällt die Notwendigkeit eines Schaltgetriebes. Die starke Beschleunigungskraft überzeugt und macht das E-Motorradfahren noch attraktiver, ganz nach der Redewendung «in der Ruhe liegt die Kraft».

Laden

Bei E-Motorrädern ist das Ladegerät meistens im Fahrzeug eingebaut (on-board). Die E-Motorräder haben aufgrund des geringeren Gewichts auch einen geringeren Verbrauch. Die Batterien haben gegenüber den Elektroautos auch eine geringere Kapazität. Daher werden die E-Motorräder meistens auch mit geringeren Ladeleistungen (< 3.7 kVA) und 1-phasig geladen.

Ladedauer

Ein normaler Ladevorgang von leer auf voll dauert je nach Batteriegrösse und Ladeleistung zwischen vier und sechs Stunden. Mit Schnellladungen (Mode 4) können Ladezeiten zwischen 30 bis 60 min erreicht werden. Allerdings ist das immer abhängig von Marke und Modell.



Anschlüsse am E-Motorrad

Bei den E-Motorrädern setzt sich in Europa, wie bei den vierradrigen E-Fahrzeugen, der Type 2 Anschluss durch (siehe S. 8/9). Auch das Schnellladen (Mode 4) ist bei einzelnen Modellen bereits mittels Combo Type 2 (CCS Type 2) möglich.

AC Ladekabel

Das Ladekabel ist nicht bei allen öffentlichen Ladestationen an der Infrastruktur verbaut und muss daher mitgeführt werden. Bei E-Motorrädern gestaltet sich das, aufgrund der Platzverhältnisse, etwas schwieriger als bei Elektroautos. Die Reichweite der E-Motorräder reichen je nach Marke, Modell und Fahrweise von 100 km bis 300 km. Mittels Ladekarten können Stopps vorgängig an geeigneten Ladestationen eingeplant werden. Auf e-mobile.ch ist eine Übersicht der Ladestationen, inkl. der Information über fest verbaute Ladekabel, zu finden.

DC Ladekabel

Das DC-Ladekabel für Laden im Mode 4 (Schnellladung) ist immer fest an der Ladestation angeschlossen (siehe Bild S. 9). Das sind spezielle Kabel, welche teilweise auch gekühlt sind.

Zugang zur öffentlichen Ladeinfrastruktur

Da E-Motorräder über den selben, bei E-Fahrzeugen in Europa am weitesten verbreiteten Typ 2 Anschluss verfügen, können E-Motorräder auch die selbe Ladeinfrastruktur wie Elektroautos benutzen.

Panne – was nun?

In der Schweiz sind mittlerweile viele Pannenhilfe-Anbieter auch für elektrofahrzeugspezifische Probleme ausgebildet. Sie sind auf diese Technik vorbereitet und können kompetent helfen.

Wartung von E-Motorrädern

Die E-Motorräder dürfen nur in zertifizierten Werkstätten und von zertifiziertem Personal gewartet werden. Niemals selbst Hand an die Elektrik legen!

Abrechnung

Da E-Motorräder wie Elektroautos auch am genormten Type 2 Stecker laden, benötigen sie ebenfalls diese Infrastruktur. In den meisten Fäl-

len beziehen E-Motorräder geringere Leistungen als Elektroautos, aber auch diese Leistung kann bereits bei einigen E-Motorrädern oder in Kombination mit E-Fahrzeugen zu einer Überlastung des Hausanschlusses führen (siehe S. 12/15). In Mehrfamilienhäusern sollte eine HCD errichtet werden. Die Abrechnung kann mittels separaten Zählern oder der vom Hersteller der HCD angebotenen Cloud-Lösung erfolgen.


Da bei den meisten E-Motorrädern die Batterie fest verbaut ist, muss sich die HCD möglichst nahe beim Stellplatz der E-Motorräder befinden. Die HCD muss mit einem Fehlerstrom-(FI) oder Kombischutzschalter (FI-LS) versehen sein. Idealerweise sind diese öffentlich zugänglich, was die Wartung und Fehlerbehebung in Störfällen erheblich erleichtert (siehe S.8/9).



«Es gibt nichts Schöneres, als dem Zwitschern der Vögel zu lauschen, wenn man auf seinem E-Motorrad durch die Wälder fährt.»



Infrastruktur für E-Bikes

Bei E-Bikes und E-Scootern ist das Ladegerät meistens nicht im Fahrzeug eingebaut (off-board). Die mitgelieferten Ladegeräte sind hauptsächlich für eine Innenanwendung geeignet, da sie keinen speziellen Wasser- und/oder Staubschutz aufweisen. Sie sind gekennzeichnet mit «IP21, Indoor use only» oder dem Symbol . Auf diese Weise gekennzeichnete Geräte sollen ausserhalb von geschlossenen

z.B. Ladegerät, Batterie, Motor, Display etc., ist eine herstellerübergreifende Vereinheitlichung erstrebenswert (im Sinn von «plug-and-play» bei Computern). Dies bedingt eine hohe Eigen-sicherheit der einzelnen Komponenten, welche zur Sicherheit des gesamten Systems beiträgt.

«Eine herstellerübergreifende Vereinheitlichung der Ladesysteme für E-Bikes ist erstrebenswert.»

Behältnissen wie z.B. Helmfach und Packtaschen eingesetzt werden, da sie während des Ladevorgangs durch fehlende Kühlung überhitzen könnten (Gebrauchsanweisung beachten). Ladegeräte für Elektro-zweiräder sind meistens mit einem landesüblichen Stecker (s. Umschlagseite) ausgerüstet. Für Geräte mit Ladeströmen $\geq 8A$ ($\geq 2kVA$, $\approx 2kW$) sollten nur CEE-Stecker verwendet werden.

Bei den Zweirädern gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Ladekabel und Steckersysteme. Je nach Marke und Modell ist die Batterie im E-Bike aufladbar oder muss zum Aufladen entfernt werden. Im Sinne der Nutzerfreundlichkeit und Austauschbarkeit einzelner Komponenten,

EnergyBus™

Eine wachsende Zahl von Herstellern verwendet ein gemeinsames Ladeverfahren mit genormten Komponenten und Steckern, dem sogenannten EnergyBus™ connector. (www.energybus.org)

Hinweis:

Bei Zweirädern, die dem EnergyBus-Standard nicht entsprechen, muss unbedingt das zum Fahrzeug gelieferte Ladegerät verwendet werden, da es sonst zur Beschädigung oder Zerstörung der Batterie kommen kann. Die Herstellerhinweise müssen unbedingt beachtet werden.

Anforderungen an die Ladeinfrastruktur

Die Ladeinfrastruktur sollte an trockenen und gut belüfteten Standorten eingerichtet werden. Sie sollten sich nicht im Bereich von Fluchtwegen oder Notausgängen befinden (Brandgefahr). Die gesetzlichen Bestimmungen müssen beachtet werden.

Batterien von verschiedenen Herstellern können bis jetzt nur off-board geladen werden. Dies bedingt für den öffentlichen Bereich die Berücksichtigung von zwei Szenarien:

- abschliessbare Ladefächer (belüftet und mit landesüblichem Stecker) für Batterie inkl. Ladegerät
- standardisierte Ladepunkte wie z.B. Energy-Bus™

In Mehrfamilienhäusern oder im öffentlichen Bereich sollten die Batterien möglicherweise in einem geschützten, feuersicheren Umfeld geladen werden können. Dafür eignen sich beispielsweise kombinierte Unterstände mit abschliessbaren Ladefächern oder separate Schliessfächer, die je mit einer landesüblichen Steckdose bestückt und mit einem Fehlerstrom-(FI) oder Kombischutzschalter (FI-LS) versehen sind.

Idealerweise befindet sich die Steckdose nahe bei einer Ablagefläche für das Ladegerät. So kön-



nen mechanische Überlastungen durch Zug am Kabel und Stecker vermieden werden. Für E-Bikes und E-Scooter ist eine Absicherung mit 6A ausreichend. Die vom Hersteller mitgelieferten Ladekabel sind meistens eher kurz (ca. 1,5 m).

Abrechnung

Der Energiebedarf von E-Bikes und E-Scootern und die daraus entstehenden Kosten sind gering. Investitionen zur Verbrauchserfassung und -abrechnung dürften sich kaum auszahlen (s. Tabellen S. 10). Eine Pauschale für ein Schliessfach inkl. Strom stellt eine mögliche Variante dar.

EnergyBus™

DC-Stecker	DC-Anschluss (Fahrzeug)
	

«Unterstände mit abschliessbaren Ladefächern ermöglichen sorgenfreies Laden von «off-board» Batterien.»



Aussichten und Perspektiven

Die Nachfrage nach energieeffizienten Fahrzeugen ist so gross wie nie zuvor: Die Zulassungszahlen von Elektroautos in der Schweiz entwickeln sich exponentiell und ihr Marktanteil wächst rasant. Rein elektrisch angetriebene Autos verdrängen zunehmend konventionell angetriebene Modelle aus der Fahrzeugpalette aller Hersteller. Die Anschaffungskosten sind bereits jetzt zum Teil tiefer für Elektrofahrzeuge als für jene mit konventionellem Antrieb. In absehbarer Zeit dürfte dies für alle Segmenten der Fall sein. Zudem sprechen niedrigere Betriebskosten, höherer Komfort und neue Möglichkeiten zum Beispiel als stationärer Energiespeicher für den E-Antrieb. E-Bikes und E-Motorräder verzeichnen seit längerem hohe Zuwachsraten und sind aus dem Verkehrsbild nicht mehr wegzudenken. Von der raschen Entwicklung leistungsfähiger Batterien und Ladesysteme profitieren Elektrobusse ebenso wie Elektrolastwagen.

Gesellschaftliche und technische Herausforderungen

Ein Elektrofahrzeug muss direkt an der Energieabgabestelle geparkt werden können. Eine Kernfrage ist deshalb, ob die Elektromobilität im öffentlichen Bereich – insbesondere in Städten, wo bereits Bestrebungen im Gange sind, wie die grüne Zone – genügend Raum erhält und es genug Möglichkeiten für das Laden am Zielort (destination charging) geben wird. Zahlreiche Last- und Lademanagementlösungen sind auf dem Markt, doch ist die Investition für eine geeignete Lösung noch hoch. Der Aufwand, Miteigentümer oder Vermieter zu überzeugen, ist teilweise beträchtlich. Ob sich in der Schweiz ein Gesetz zum «Recht auf Laden» durchsetzen wird, ist ungewiss. Der steigende Energiebedarf, die Leistungsübertragung sowie das Lastmanagement stellen Energielieferanten vor entsprechende Herausforderungen.



Normung/Standardisierung

Bedingt durch die hohe Dynamik in der Entwicklung von Elektrofahrzeugen befinden sich die massgeblichen Standards und Normen in kontinuierlicher Revision. Bezüglich Stecker und Steckvorrichtungen, Schnellladestationen, bidirektionalem Energiefluss, kabelloser Energieübertragung und Leicht-Elektrofahrzeuge sowie Zugangs- und Abrechnungssysteme sind die beteiligten Kreise mit grosser Anstrengung dabei, interoperable Lösungen auszuarbeiten.

Konduktives Laden (Laden mit Kabeln)

Obwohl es nach wie vor keine einheitlichen Anschlüsse gibt, setzen sich in Europa der Anschluss Type 2 beim AC-Laden (Mode 2 und Mode 3) und der Anschluss CCS Type 2 beim DC-Laden (Mode 4) durch. Die Anschlüsse Type 1 und CHAdeMO verlieren in Europa zunehmend an Bedeutung, den Anschluss Type 3 trifft man bereits heute kaum mehr an.

Induktives Laden (kabelloses Laden)

Die induktive Energieübertragung könnte eine komfortable Alternative sein. Verschiedene Systeme sowohl für stationäres Laden als auch während der Fahrt werden getestet. Bis dato konnte sich noch kein System durchsetzen. Auch diesbezüglich dürften die Anforderungen des Marktes eine Entscheidung herbeiführen.

Batterien

Die Leistungsfähigkeit von Batterien hat sich in den letzten Jahren stark verbessert. So konnten Batterien bei annähernd gleichbleibendem Volumen und Gewicht mehr als die doppelte Kapazität erreichen. Je nach Fahrzeuggrösse sind Kapazitäten von 50 kWh bis 100 kWh üblich. Dies ermöglicht heute schon Reichweiten zwischen 400 km und 600 km. Dank intensiver Forschung in der Batterietechnik werden laufend neue Herstellungsprozesse, Rohstoffe und Recyclingkonzepte eingesetzt. Geht die Entwicklung wie in den letzten Jahren weiter, sind noch grössere Batteriekapazitäten durchaus denkbar.

Schnellladung oder Batterietausch

Bei den E-Motorrädern, E-LKW und E-Autos setzt sich das Schnellladen durch. Heute sind bereits Schnellladungen mit Leistungen von bis zu 384 kW möglich. Dies entspricht einer Nachladung von 320 km Reichweite in 10 Minuten. Das ist jedoch immer abhängig von Fahrzeug-

marke und -modell. Insbesondere kleinere Batterien können eine so hohe Leistung nicht aufnehmen. Deshalb zieht man bei kleineren Batterien nach wie vor den Batterietausch in Betracht. Dieser erfordert jedoch einen hohen Grad an Standardisierung und Interoperabilität. Bedingt durch mögliche Qualitätsunterschiede und Sicherheitsbedenken einzutauschender Batterien, könnte ein solches System für individuelle Nutzer jedoch fragwürdig sein. Bei Zweirädern besteht bei bestimmten Marken und Modellen heute schon die Möglichkeit die Batterie zu tauschen. Das Mitführen einer Ersatzbatterie ermöglicht so längere Touren.

«Die Elektromobilität entwickelt sich rasant. Die Zulassungszahlen entwickeln sich exponentiell.»

Bidirektionales Laden

Das Elektrofahrzeug kann nicht als Einzelnes betrachtet werden und bietet viele Synergien mit dem eigenen zu Hause. So kann das Fahrzeug, je nach Marke und Modell auch als stationärer Energiespeicher eingesetzt werden. Dies kann u.a. den Eigenverbrauchsanteil einer Solaranlage erhöhen. Ausserdem kann es helfen Lastspitzen zu brechen und das Netz zu stabilisieren. Die Normierung und der Aufbau dieses Segments sind im Gang und noch nicht alle Fahrzeuge können Strom ins Stromnetz zurückspeisen.

Schiff- und Luftfahrt

Elektromobilität beschränkt sich nicht mehr nur auf die Strasse: Immer häufiger kommt der Elektroantrieb in Schiffen zum Einsatz. Im Jahre 2020 erhielt in Europa das erste Elektroflugzeug die Typengenehmigung und ist somit als «Serien»-Flugzeug erhältlich. Wie es in der Luftfahrt mit der Elektromobilität weitergeht, bleibt abzuwarten. Die rasante Weiterentwicklung der Batterien wird auch der Elektroluftfahrt neue Möglichkeiten eröffnen.

Glossar

A	Ampere; Masseinheit der elektrischen Stromstärke
AC	Alternating Current; Wechselstrom
BEV	Battery Electric Vehicle; Batteriebetriebenes Elektrofahrzeug
CCS	Combined Charging System; Kombiniertes Ladesystem
CEE	Commission on the Rules for the Approval of the Electrical Equipment; Internationale Kommission für die Regelung der Zulassung elektrischer Ausrüstungen
CHAdEMO™	Ein Mode 4 Lade-Anschluss (siehe S. 8/9)
connecting point	Steckdose
DC	Direct Current; Gleichstrom
EnergyBus™	Ein Anschluss für Zweiräder mit Spannungen < 60 V DC (siehe S.23)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FI	Fehlerstromschutzschalter; elektrische Schutzeinrichtung für den Personen- und Sachenschutz
HCD	Home Charge Device; Heimpladestation
ICCB	In-Cable-Control Box; im Ladekabel eingebautes Gerät mit Sicherheits- und Kommunikationsfunktion
IC-CPD	In-Cable-Control and Protective device; im Ladekabel eingebautes Gerät mit Sicherheits- und Kommunikationsfunktion
ISO	International Organization for Standardization, internationale Normenorganisation im nicht elektrotechnischen Bereich
kVA	Kilovoltampere; Masseinheit für Scheinleistung
kW	Kilowatt; Masseinheit für Leistung
kWh	Kilowattstunden; Masseinheit für Energie/Kapazität
LS	Leitungsschutzschalter; Überstromschutzeinrichtung, Sicherung
LS/FI	Kombischutzschalter; Kombination von Leitungsschutzschalter und Fehlerstromschutzschalter
M25 / Ø 80	Durchmesser eines Installationsrohres in mm
off-board	Bezeichnung für ein Ladegerät, welches nicht im Fahrzeug eingebaut ist
on-board	Bezeichnung für ein Ladegerät, welches im Fahrzeug eingebaut ist

RFID	Radio-Frequency Identification, Chip für kontaktlosen Datenaustausch
V	Volt; Masseinheit der elektrischen Spannung
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
WV	WV-CH 2021 Werkvorschriften, Technische Anschlussbedingungen (TAB) kostenlos verfügbar auf www.vse.ch

Mit der Unterstützung von:



www.abb.ch



www.siemens.ch



www.drive-electric.ch



www.demelectric.ch

Impressum

Herausgeber und Verantwortlich für den Inhalt

Fachgesellschaft e-mobile, Electrosuisse

Bild-Quellenangaben

S.2: Otto Fischer AG, Zürich; Elektrizitätswerke des Kantons Zürich | S.4: Hyundai Suisse, Dietlikon | S. 8/9: Hyundai Suisse, Dietlikon; Phoenix Contact AG, Tagelswangen | S. 13: Menekes Elektrotechnik GmbH & Co. KG, Kirchhundem; simplee AG, Dübendorf; Disa Elektro AG, Sarnen; ABB E-mobility AG, Baden | S.17: AUTEF GmbH, Reiden | S.20: SCRIPT Consult GmbH, München | S.21: E-Performance AG, Stansstad | S.22: myStromer AG, Oberwangen

Copyright

Vervielfältigung und Veröffentlichung als Ganzes mit Quellenangabe erwünscht.

Weitere Informationsbroschüren aus dieser Serie:

Energieeffiziente Fahrzeuge - Marktübersicht | «Energie – Sonnenklar» |

Hinweis

Die vorliegende Broschüre dient ausschliesslich zu Informationszwecken. Sie wurde mit grösstmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität ihrer Inhalte wird keine Gewähr geleistet. Insbesondere entbindet sie nicht, die einschlägigen und aktuellen Empfehlungen, Normen und Vorschriften zu konsultieren und zu befolgen. Eine Haftung für Schäden, die aus dem Konsultieren bzw. Befolgen dieser Informationsschrift resultieren könnten, wird ausdrücklich abgelehnt (Stand 08.12.2022).

