

# Ratgeber für die Installation von Ladesystemen für eFahrzeuge

# 2021

5. Überarbeitete Auflage mit praktischen Hinweisen zur Ausführung der SIA 2060-Ausbaustufen

Autor:

**Protoscar**  
CLEAN MOBILITY SHAPERS

mit dem Beitrag von:



Druck:



Realisiert mit der Unterstützung von:

**energie360°**

Wir bringen Energie



**SIEMENS**

**ewz**

**EM**  
Einfach.Mehr.

e.möbilität

**EVTEC**  
QUALITY

**Helion**

THE MOBILITY HOUSE >>>

swiss  charge.ch



?

RISERVATO

PROPER

# Inhalt

Die Rechte dieses Dokuments sind ausschliessliches Eigentum der Protoscar SA. Das Dokument kann kostenlos verbreitet werden. Im Fall eines Zitates muss immer die Quelle genannt werden. Die Veräusserung der Inhalte dieses Dokumentes an Dritte ist ausdrücklich untersagt.

<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
1.1 Inhalt und Aufbau	7
1.2 Wirtschaftliche Bedeutung des Ratgebers	7
1.3 Nutzung des Ratgebers	8
<b>2. Das Laden von eFahrzeugen</b>	<b>9</b>
2.1 Begriffsbestimmungen	9
2.1.1 Ladebetriebsarten	10
2.1.2 Ladeleistungen	10
2.1.3 Ladestationen	11
2.1.4 Ladestandorte und -häufigkeit	11
2.1.5 Stromversorgung der Fahrzeuge	11
2.1.6 Bidirektionalität	12
2.2 Laden von eFahrzeugen und Lieferwagen	12
2.2.1 Ladestation Positionierung vs. Anschluss- Positionen Fahrzeugseite	13
2.2.2 Mögliche künftige Entwicklungen	15
2.3 Notwendigkeit einer Ladestation	15
2.4 Laden von eBike, eScooter, eRoller und eMotorrad	16
2.4.1 eBike	16
2.4.2 eScooter (eTrotinett)	17
2.4.3 eRoller und eMotorrad	17
2.5 Laden von Schwerfahrzeugen	18
2.5.1 eBusse	18
2.5.2 eLastwagen	19
2.5.3 eLandwirtschaft	19
<b>3. Ausbaustufen und Anwenderklassen</b>	<b>20</b>
3.1 Anwenderklassen	20
3.2 Ausbaustufen	21
3.3 Segmentierung der Ladeinfrastruktur	22
<b>4. Berechnung des Leistungs- u. Energiebedarfs und der Ladezeit</b>	<b>23</b>
4.1 Managementsystem	23
4.1.1 Die Notwendigkeit eines Lademanagementsystem	23
4.1.2 Funktionsprinzip der Lademanagementsysteme	24
4.2 Berechnung des Leistungsbedarfs	25
4.3 Berechnung des Energiebedarfs	26
4.4 Berechnung der Ladezeiten	26
<b>5. Ausbaustufen A und B: Empfehlungen für die Vorbereitung</b>	<b>27</b>
5.1 Definition der Anzahl Parkplätze	27
5.2 Definition der Ladepunkte	29
5.3 Layout der Ladepunkte	30
5.4 Vorbereitungen für das Stromversorgungs- und Kommunikationssystem	33
5.4.1 Vorbereitungen für die Ausbaustufe A	33
5.4.2 Vorbereitungen für die Ausbaustufe B	34
5.4.3 Übersichtstabelle: Rohrdurchmesser	34

<b>6. Ausbaustufen C1 und C2: Empfehlungen für die Erstellung der Stromversorgungsanlage</b>	<b>35</b>
6.1 Empfehlungen für die Wahl der Versorgungsart der Ladestationen	35
6.2 Empfehlungen für die Erstellung der Stromversorgungsanlage	37
6.3 Empfehlungen für die Einrichtung der Ladestationen	38
6.3.1 Wall Box-Ladestation	38
6.3.2 Säule-Ladestation	38
6.3.3 Kandelaber-Ladestation	38
<b>7. Ausbaustufe D: Empfehlungen für die Einrichtung der Ladestationen</b>	<b>39</b>
7.1 Definition der Anzahl Ladestationen	39
7.2 Wahl der Ladestation und Einbauposition	40
7.3 Empfehlungen für das Energiemanagement	40
7.4 Empfehlungen für die Zugangs- und Zahlungsabwicklung	42
7.4.1 Empfehlungen für die Zahlungsabwicklung bei Mehrfamilienhäusern/Miteigentümern	43
7.4.2 Empfehlungen für die Zahlungsabwicklung im öffentlichen Bereich	44
7.5 Markierung und Signalisation der Ladeflächen	44
7.5.1 Signalisation einer Ladestation auf Autobahnen und -Strassen	45
7.6 Genehmigungen für die Installation einer Ladestation	45
<b>8. Empfehlungen für die Erstellung von Ladepunkten in bestehenden Gebäuden</b>	<b>46</b>
8.1 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen	46
<b>9. Anwendungsbeispiele</b>	<b>48</b>
9.1 Parkplätze für Bewohner eines Einfamilienhauses mit Photovoltaikanlage und Speicher	48
9.2 Parkplätze für Bewohner einer Eigentumswohnanlage/Mehrfamilienhaus mit Photovoltaikanlage und Speicher	48
9.3 Parkplätze für Besucher oder Kunden	49
9.4 Parkplätze für eBikes	49
<b>10. Fallbeispiele</b>	<b>50</b>
10.1 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnungen	50
10.1.1 Überbauung Karl August – Zürich 2020	50
10.1.2 Wohnüberbauung “Quattro Sorelle” – Bülach 2020	51
10.2 Tiefgaragen und Flotten	52
10.2.1 Tiefgarage – Zürich 2019	52
10.3 Parkplätze für Mitarbeiter	53
10.3.1 Mitarbeiterparkplätze – Zürich 2020	53
10.4 Öffentliche Parkplätze	54
10.4.1 Öffentliche Ladestationen Schloss Laufen – Rheinfall 2019	54
10.5 Bidirektionales Laden	54
10.5.1 Vehicle-to-Grid (V2G) – Hagen D 2018	54
10.5.2 V2X – Walperswil BE 2020	56
10.6 Laden von eBussen	57
10.6.1 Connexion – Amsterdam NL seit 2019	57
10.6.2 Ladeinfrastruktur für elektrische Busse – Leipzig D 2020	58
<b>11. Vertiefungen</b>	<b>60</b>
11.1 Lademanagement und Energiemanagement	60
11.1.1 Verfügbare Leistung	61
11.1.2 Lademanagementmethode	61
11.1.3 Lademanagement-Typ	63
11.1.4 Systemaufbau	63
11.2 Zugangs- und Zahlungssysteme	65
<b>12. Rechtliche Grundlagen</b>	<b>67</b>
<b>13. Anhang</b>	<b>69</b>

## Information, Interaktion und Promotion der Elektromobilität

- Informative Plattform: Ratgeber zur Installation von Ladeinfrastruktur, wichtige Dokumente und Links in drei Sprachen D, I und F zum downloaden.
- Interaktive Plattform: monatlicher Bericht mit Umfrage und Kommentarmöglichkeit. Zusätzlich können dem "Büro für die Beseitigung von Stolpersteinen in der Elektromobilität" Hindernisse gemeldet werden.
- Werbepattform: Werbemöglichkeit für Partner des Ratgebers und eMobilitätsbegeisterte.

Mit einer Werbung unterstützten Sie auch die jährliche Überarbeitung, den Druck und die Verteilung des kostenlosen Ratgebers zur Installation von Ladeinfrastruktur in 3 Sprachen.



Entdecken sie uns auf [www.emobility-schweiz.ch](http://www.emobility-schweiz.ch) und abonnieren Sie den Newsletter

# 1. Einleitung

In den letzten Jahren war eine bedeutende Steigerung der Anzahl an Zulassungen von elektrischen Fahrzeugen in der Schweiz festzustellen (Abb. 1). Viele Automobilhersteller haben bereits bedeutende Investitionen in die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich getätigt und investieren auch weiterhin. Dadurch können sie auf dem Markt Modelle anbieten, die immer effizienter sind und sich durch immer kürzere Ladezeiten auszeichnen.

Die Entwicklung des Marktes der eFahrzeuge im Jahr 2019 und in den ersten Monaten des Jahres 2020 bestätigt die Prognosen eines starken Wachstums der Elektromobilität. Im September 2020 waren 20,2% der in der Schweiz verkauften Autos Steckdosenfahrzeuge. Eine zusätzliche Bestätigung dieser Tendenz liefern die Daten zu den Zulassungen von aufladbaren Fahrzeugen in der Schweiz Stand Ende 2019 (eFahrzeuge und Plug-in-Hybridfahrzeuge): Von 2'268 im Jahr 2014 erfolgte eine Steigerung auf 17'211 neuzugelassene Fahrzeuge im Jahr 2019<sup>1</sup>.

Daher wird es in den kommenden Jahren notwendig, sich an die Anforderungen dieser neuen Mobilität anzupassen. Dies gilt vor allem für die Infrastruktur, die zur Aufladung der Fahrzeuge dient. Insbesondere müssen bei Neu- oder Umbauten (Gebäude, Parkplätze usw.), die typischerweise mindestens einige Jahrzehnte lang verwendet werden sollen, die prognostizierten Entwicklungen der Elektromobilität berücksichtigt werden.

Der SIA (Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verein) hat am 1. Juni 2020 das Merkblatt SIA 2060<sup>2</sup> veröffentlicht, mit dem Ziel, den Entwurf und die Installation von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in neuen oder bestehenden Gebäuden mit umfassenden Sanierungen zu unterstützen.

Die SIA 2060 definiert die Punkte, die in den verschiedenen Phasen des Projekts von der Planung bis zur Inbetriebnahme der Ladestationen zu berücksichtigen sind. So wird z.B. eine minimale und wünschenswerte Anzahl von Parkplätzen definiert, die mit einer Ladeinfrastruktur für die verschiedenen Benutzerklassen ausgestattet werden soll, es werden Ratschläge für die Wahl eines Ausstattungsniveaus und eines Ladesystems gegeben, Berechnungstabellen zur Abschätzung des Energie- und Leistungsbedarfs für diese Infrastruktur gezeigt und Empfehlungen für die Inbetriebnahme und den Betrieb der Ladestationen gegeben.

Vorliegender Ratgeber wird als ein ergänzendes Instrument zum SIA 2060-Merkblatt vorgeschlagen, das alle erforderlichen Informationen für eine wirksame Umsetzung liefert. Er vermittelt das Basiswissen, die praktischen Informationen, die für die Implementierung der Ladepunkte notwendig sind, Fallbeispiele und "Best Practices". Dank jährlicher Überarbeitung fließen im Ratgeber stets die neuen Trends der Elektromobilität ein.

<sup>1</sup> BFE Bundesamt für Energie, Neuzulassungen: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/kennzahlen-fahrzeuge/kennzahlen-alternative-antriebe-neuwagen.html>

<sup>2</sup> SIA 2060-Merkblatt Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden.

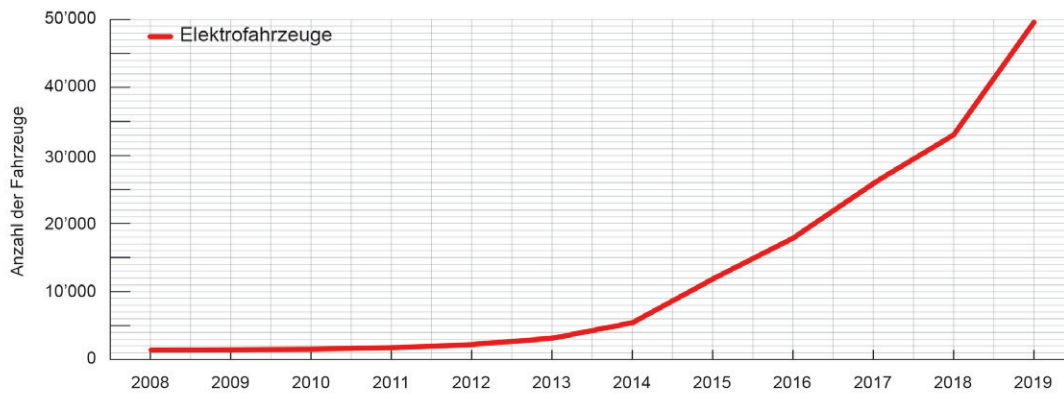


Abb. 1: Entwicklung Bestand Elektrofahrzeuge (inkl. PHEV und Range Extender) in der Schweiz pro Jahr von 2008 bis 2019 (Quelle: Protoscar).

## 1.1 Inhalt und Aufbau

Der erste Teil des Dokuments, insbesondere Kapitel 2, befasst sich mit der verwendeten Terminologie, der Beschreibung des aktuellen Zustands und einer Vorschau der möglichen Weiterentwicklung des Ladevorganges von eFahrzeugen. Kapitel 3 befasst sich mit den Themen der Segmentierung der Ladeinfrastruktur, der Benutzerklassifizierung und der im SIA 2060-Merkblatt definierten Ausbaustufen. Kapitel 4 befasst sich mit der Berechnung des Leistungs- und Energiebedarfs für den Ladeprozess der eFahrzeuge. Die Kapiteln 5, 6, 7 u. 8 enthalten Empfehlungen für die praktische Umsetzung der Ladeinfrastruktur nach den verschiedenen Ausbaustufen der SIA 2060 inklusive des Themas der Markierung der eParkplätze. Theoretische und praktische Beispiele bilden Kapitel 9 u. 10. Der Anhang erteilt Vertiefungen zu Lastmanagement- ("smart charging"), Zugang- und Zahlungssysteme für Ladeinfrastruktur.

## 1.2 Wirtschaftliche Bedeutung des Ratgebers

Die Vorbereitungen von Neubauten für die Installation der Ladeinfrastruktur für eFahrzeuge haben bedeutende wirtschaftliche Auswirkungen und ermöglichen beträchtliche Einsparungen für diejenige, die in Ladeinfrastruktur investieren. Werden die in diesem Ratgeber vorgeschlagenen Vorbereitungen während der Bau- oder Umbauarbeiten umgesetzt, so können begrenzte Investitionen, die Ausgabe beträchtlicher Summen im Falle späterer Anpassungen vermeiden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn für wenige Franken pro Meter vorsorglich Leerrohre verlegt werden. Dadurch werden teure Investitionen bei der Erstellung von zukünftigen Versorgungsleitungen eingespart, sei es in einem Gebäude, auf einem Parkplatz oder entlang einer Strasse. Die wirtschaftliche Relevanz dieser Massnahmen, hat bewirkt, dass in Kalifornien, dem Pionierstaat der Elektromobilität, entsprechende Regelungen in das Baurecht aufgenommen wurden. In diesem Zusammenhang wird geschätzt, dass die Kosten einer Versorgungsleitung für eine Ladestation in einem Einfamilienhaus im Durchschnitt nur US\$ 350 betragen, wenn das Haus bereits entsprechend vorbereitet wurde; die Kosten steigen hingegen durchschnittlich auf US\$ 3'500<sup>3</sup>, wenn die Vorbereitungen nicht unternommen wurden.

Schon seit einigen Jahren hat auch die Europäische Union die Wichtigkeit der Vorbereitungen anerkannt: Die Richtlinie 2018/844 legt fest, dass bei Nichtwohngebäuden mit mindestens 10 Parkplätzen 1 Ladepunkt installiert und dass 1/5 der Parkplätze für künftige Ladepunkte vorbereitet werden muss; Wohngebäude mit mindestens 10 Parkplätzen müssen hingegen alle Parkplätze vorbereiten. Auch die schweizerische SIA 2060 geht in diese Richtung.

<sup>3</sup> Electric Vehicle Readiness Study, California Department of Housing and Community Development.

## 1.3 Nutzung des Ratgebers

Die Empfehlungen sind als Hilfe für Planer, Architekten und Ingenieure gedacht, die im Baugewerbe mit der Integration der Vorbereitungen für das Laden von eFahrzeugen in Neubauten und bedeutende Umbauten/Renovierungen und der Ausführung von Ladepunkten betraut werden.

Im Allgemeinen fokussiert sich der Ratgeber auf die Planungsphase. Die behandelten Themen können jedoch in allen Projektphasen angewandt werden, von der Planung bis zur Ausführung und Bewirtschaftung der Ladeinfrastruktur. Es ist sinnvoll aufzuzeigen, während welcher Umsetzungsphase die Inhalte der einzelnen Kapitel, Paragrafe und Sektionen angewandt werden können. Die Phasen entsprechen denjenigen, die in der Empfehlung SIA 112 beschrieben sind.

### 1. Strategische Planung

Bei einer Neuplanung oder einer bedeutenden Renovation eines Standortes, die das Parken von Fahrzeugen vorsieht, kann man die Tatsache nicht ignorieren, dass ein Anteil der künftigen Fahrzeuge elektrisch sein wird: Heute sind es erst Einzelne, es werden jedoch immer mehr sein. Wenn die Forderung, die Ladebedürfnisse der Fahrzeuge zu berücksichtigen, nicht direkt vom Auftraggeber kommt, wird man diesen dazu überzeugen müssen:

- Anregungen zu den Argumenten für die Überzeugung des Auftraggebers s. Vorwort zu diesem Kapitel, § 1.2, Abb. 1 und § 8.1

### 2. Vorstudien

In der vorbereitenden Analyse ist es notwendig, die Anzahl und Nutzung der Ladeplätze zu definieren und eine genaue Vorstellung des Energie- und Leistungseinsatzes zu haben. Um die Leistungen zu definieren, ist es wiederum notwendig, die Ladebetriebsart zu ermitteln (s. Kapitel 4 u. 5).

### 3. Projektierung

Das Vorhandensein von Ladepunkten hat einen Einfluss auf die Entwicklung der Baudetailpläne, aufgrund des Platzbedarfs der Ladestationen, deren Positionierung und Speisung: diese Themen sind in § 5.3 u. 5.4. u. in den Kapiteln 6 u. 7. behandelt.

### 4. Ausschreibung

Wenn das Projekt auch die Übergabe und Inbetriebsetzung von Ladestationen einschliesst, ist es notwendig die Produktvorgaben zu bestimmen. Die detaillierte Festlegung von Produktvorgaben ist nicht Gegenstand dieses Handbuchs, die darin enthaltenen Informationen können jedoch demjenigen helfen, der beauftragt sein wird die Spezifikationen zu definieren, und um die verschiedenen Alternativen zu analysieren.

### 5. Realisierung

Vorliegendes Handbuch behandelt verschiedene Themen der Umsetzungsphase, insbesondere in den Kapiteln 6, 7 und 8.

### 6. Bewirtschaftung

Der Ratgeber behandelt Argumente zum Energiemanagements des Gebäudes, d.h. Bemessung/Abrechnung der genutzten Ladeenergie und Lademanagement in den § 4.1, 7.3, 7.4 und im Kapitel 11.



## 2. Das Laden von eFahrzeugen

Nachstehend eine Einführung in die Ladeterminologie, den aktuellen Stand und den möglichen Entwicklungen der Ladeinfrastruktur.

### 2.1 Begriffsbestimmungen

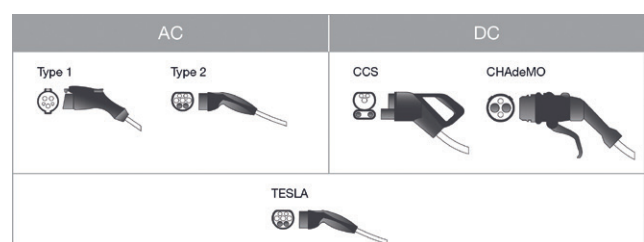
Die derzeit im Handel angebotenen eFahrzeuge zeichnen sich durch konduktive Ladesysteme aus, bei denen die Übertragung von Energie aus dem Netz in das Fahrzeug mittels eines Kabels erfolgt. Einige Automobilhersteller forschen an der Entwicklung von induktiven Ladesystemen, bei denen die Energie über ein Magnetfeld übertragen wird. Angesichts der Tatsache, dass es sich um eine noch wenig verbreitete Lösung handelt, wird die induktive Ladebetriebsart im vorliegenden Ratgeber nicht berücksichtigt.

Beim konduktiven Laden werden im Wesentlichen zwei Anschlussarten unterschieden:

- Standard Steckdose/Steckverbinder: die in elektrischen Anlagen im Heimbereich oder in der Industrie verwendet werden.
- Standardisierte Steckdose/Steckverbinder: für die ausschliessliche Nutzung mit aufladbaren Fahrzeugen sowohl seitens der Infrastruktur als auch des Fahrzeugs. Davon existieren verschiedene Arten je nach Stromtyp (AC oder DC, s. Abb. 2):
  - AC: Typ 1 und Typ 2.
  - DC: CCS und CHAdeMO. Da DC-Ladestationen Stecker verwenden, um mit allen Autos kompatibel zu sein, muss eine Ladestation beide Stecker aufweisen: CCS und CHAdeMO.
  - Tesla-Steckverbinder für AC und DC-Ladung (geometrisch mit den Steckverbindern Typ 2 kompatibel).

Für das Laden von eFahrzeugen werden häufig sogenannte Ladestationen (EVSE = Electric Vehicle Supply Equipment) verwendet. Dabei handelt es sich um Vorrichtungen, welche in einem Gehäuse alle Komponenten für die Bereitstellung von Wechsel- oder Gleichstrom für ein aufladbares Fahrzeug enthalten sind und die über spezielle Steckdosen/Steckverbinder verfügen.

Das Laden kann im Allgemeinen über zwei verschiedene Methoden erfolgen: durch einen On-board-Ladevorgang, bei dem die Umwandlung Wechselstrom/Gleichstrom an Bord erfolgt oder durch einen Off-board-Ladevorgang, bei dem die Umwandlung innerhalb der Ladestation erfolgt.



**Abb. 2:** In Europa verwendete dedizierte Stecker/Steckverbinder. Die Tesla-Steckverbinder sind mit denjenigen des Typs 2 kompatibel, werden aber auch für das DC-Laden genutzt.

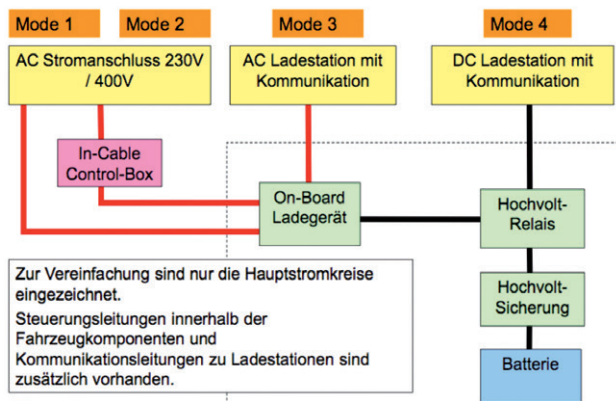


Abb. 3: Die Verbindung zwischen Stromnetz und Fahrzeug.

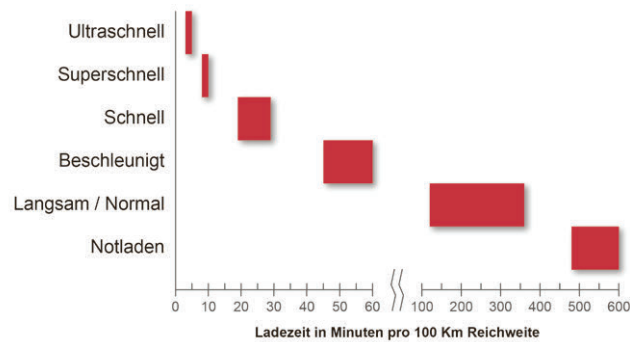


Abb. 4: Ladezeit für 100 Km Reichweite je nach Ladeniveau.

### 2.1.1 Ladebetriebsarten

Die internationale IEC-Norm (IEC 61851) definiert 4 verschiedene Ladebetriebsarten (Abb. 3) für das Laden von eFahrzeugen:

- Ladebetriebsart (mode) 1: On-board-Ladevorgang mit standardmässigen Steckverbindern auf Netzseite und einem maximalen Strom von 16 A je Phase.
- Ladebetriebsart (mode) 2: On-board-Ladevorgang mit standardmässigen Steckverbindern auf Netzseite und einem maximalen Strom von 32 A je Phase. Auf dem Versorgungskabel zur Verbindung von Fahrzeug und Netz ist eine Vorrichtung mit der Bezeichnung In Cable Control Box (ICCB) integriert, welche die Sicherheit der Abläufe während des Ladens garantiert. Der Anschluss des eFahrzeuges an das Wechselstromnetz muss auf Netzseite mit genormten Ein- oder Dreiphasen-Steckdosen erfolgen, auf der Fahrzeugseite hingegen ist eine dedizierte Verbindung nötig. Die ICBB Vorrichtung ist mit Steuerungsfunktionen und einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ausgestattet. Auch wenn die internationale Norm 32 A erlaubt, sind in der Schweiz folgende Kombinationen möglich:
  - a. Anschluss ans Netz über einen CEE Stecker 16 A (blau einphasig) respektive 32 A (rot dreiphasig) pro Phase.
  - b. Anschluss ans Netz über T13, T23 oder Schuko Stecker 8 A (die In-Cable Control Box beschränkt die Ladung automatisch auf 8 A je nach Anschlusstyp und -temperatur).
- Ladebetriebsart (mode) 3: On-board-Ladevorgang mit speziellen Steckverbindern auf Netzseite und einem maximalen Strom von 32 A je Phase. Das Laden erfolgt mittels einer entsprechenden Ladestation.
- Ladebetriebsart (mode) 4: Off-board-Ladevorgang mit Gleichstrom und speziellen Steckverbindern. Das Laden erfolgt mittels einer entsprechenden Ladestation.

### 2.1.2 Ladeleistungen

Je nach Niveau der zum Laden verwendeten elektrischen Leistung erfolgt eine Unterteilung in 6 Kategorien (Abb. 4):

1. Notladen/Heimladen: mit höchstens 2 kW (< 10 km Reichweite je Ladestunde).
2. Langsames/Normales Laden: von 3.6 bis 11 kW (von 10 bis 50 km Reichweite je Ladestunde).
3. Beschleunigtes Laden: typischerweise 22 kW (bis 100 km Reichweite je Ladestunde).
4. Schnelles Laden: typischerweise 50 kW (bis 200 km Reichweite je Ladestunde).
5. Superschnelles Laden, sog. "Supercharging": typischerweise von 120 bis 150 kW (bis 100 km Reichweite in 10 Minuten).
6. Ultraschnelles Laden: typischerweise zwischen 250 bis 350 kW (100 km Reichweite in 5 Minuten). Die 350 kW-Ladung ist nur mit 1'000 Volt Batterien möglich (momentan ist nur der Porsche Taycan und Ableitungen angekündigt).



**Abb. 5:** Kandelaber-Ladestationen sind an einem Lichtmast fixiert (Quelle: EKZ).

### 2.1.3 Ladestationen

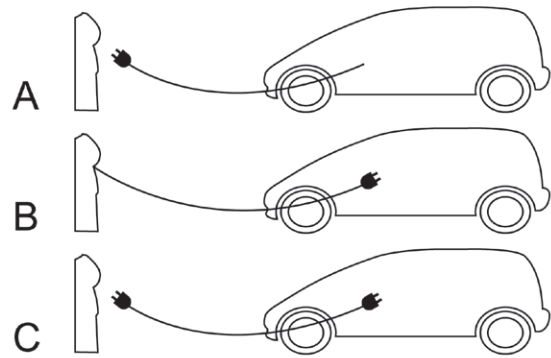
Die im Handel angebotenen Ladestationen können in drei Hauptkategorien unterteilt werden:

- **Wall Box:** An der Wand montierte Ladestation installiert. Diese verfügt üblicherweise über einen einzigen speziellen Steckverbinder und wird folglich vor allem im privaten Umfeld verwendet, wo jede Station einem zugehörigen Fahrzeug entspricht.
- **Säule:** Am Boden montierte Ladesäule. Diese ist üblicherweise mit speziellen und verschiedenen Steckverbindern in unterschiedlichen Ausführungen ausgestattet, um eine möglichst grosse Anzahl an Fahrzeugklassen zu versorgen. Diese Art von Station wird nur an öffentlichen Orten installiert.
- **Kandelaber:** An einem Lichtmast installierte Ladestation (Abb. 5). Sie verfügt üblicherweise über einen einzigen speziellen Steckverbinder und wird hauptsächlich in offenen Bereichen (öffentlich und privat) verwendet.

### 2.1.4 Ladestandorte und -häufigkeit

Bezüglich des Standorts und der Häufigkeit des Ladens unterscheiden wir folgende Kategorien:

- **Öffentliches Laden:** Der Ladepunkt ist auf öffentlichem oder privatem Grund installiert, aber für alle Nutzer ohne Einschränkungen zugänglich. Der Ladepunkt kann frei zugänglich sein oder Regelungen unterliegen.
- **Privates Laden:** Der Ladepunkt ist auf privatem Grund angebracht und steht nur dem Eigentümer des Grundstücks zur Verfügung oder Drittpersonen, denen der Zugang vom Eigentümer genehmigt wurde.
- **Gewöhnliches Laden:** Ladevorgang, der regelmässig an dem Standort durchgeführt wird, an dem das Fahrzeug die meiste Zeit geparkt ist und der dazu dient, den grössten Teil der erforderlichen Energie für die Fahrzeugverwendung zu speichern.
- **Gelegentliches Laden:** Ladevorgang, der gelegentlich an verschiedenen Standorten erfolgt, die nicht mit dem üblichen Parkplatz übereinstimmen.



**Abb. 6:** Verbindungsarten zwischen Ladestation und Fahrzeug.

### 2.1.5 Stromversorgung der Fahrzeuge

eFahrzeuge werden mit einer der folgenden Ladebetriebsarten mit Strom versorgt: Mittels eines Kabels, das fix mit dem Fahrzeug verbunden ist (Abb. 6, Fall A), mittels eines Kabels, das fix mit der Ladestation verbunden ist (Abb. 6, Fall B) und mittels eines mobilen Anschlusskabels, in der Fahrzeugausstattung inbegriffen, welches die externe Steckdose oder Ladestation mit dem autoseitigen Anschluss (Abb. 6, Fall C) verbindet. Fall A wird nie für eFahrzeuge oder Lieferwagen benutzt. Fall B wird immer für die Ladebetriebsart mode 4 verwendet. Für die Ladebetriebsart mode 3 ist an den öffentlichen Ladestationen Fall C mit Typ 2-Steckdose die meist verwendete Lösung. Fall B ist jedoch im privaten Bereich immer mehr verbreitet (s. § 2.1.1 über Ladebetriebsarten). Da es verschiedene Typologien Steckverbinder gibt (§ 2.1), wird die Interoperabilität folgendermassen gewährleistet:

- **Ladebetriebsart mode 3, Fall C:**
  - eFahrzeuge mit Steckverbinder Typ 1 (nur einige japanische oder amerikanische Modelle) sind mit einem Verbindungskabel ausgerüstet, das autoseitig einen Steckverbinder Typ 1 und ladestationsseitig einen Steckverbinder Typ 2 aufweist.
  - eFahrzeuge mit Steckverbinder Typ 2 (fast auf allen neuen in Europa vertriebenen Automodellen vertreten) sind mit einem Verbindungskabel ausgestattet mit zwei Typ 2-Steckverbindern.
- **Ladebetriebsart mode 3, Fall B:** Die Ladestation muss mit Typ 1- und Typ 2-Verbindungskabeln ausgerüstet sein, um einen diskriminierungsfreien Ladeprozess zu gewährleisten.
- **Ladebetriebsart mode 4, nur Fall B:** Die Ladestation muss mit zwei Verbindungskabeln ausgerüstet sein, um alle Fahrzeuge laden zu können: ein Kabel mit CHAdeMO-Steckverbinder (hauptsächlich von japanischen Fahrzeugen benutzt) und das andere mit CCS-Steckverbinder.

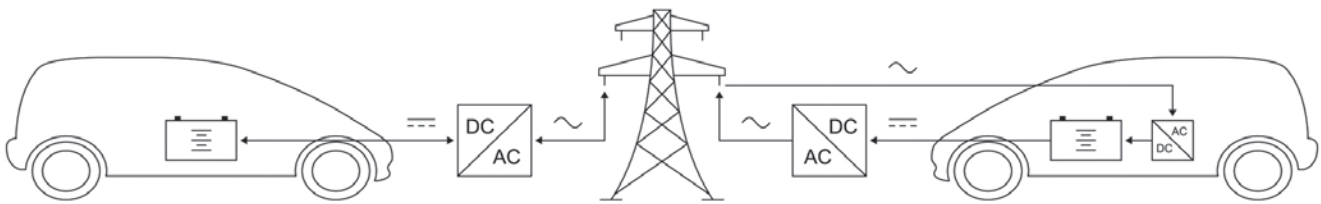


Abb. 7: Bidirektionalität mittels bidirektionalem Lader (links) oder mit On-Board-Lader und externem Inverter.

### 2.1.6 Bidirektionalität

Mit dem Begriff Bidirektionalität wird beim Laden von Autos (M1) und Nutzfahrzeugen (N1) die Möglichkeit angegeben, elektrische Energie vom Netz (Ladestation) zum Fahrzeug und in umgekehrter Richtung fließen zu lassen. Bei diesem System können die Batterien des Fahrzeugs für Netzregeldienste, als Vehicle-to-Grid (V2G) bezeichnet, oder zur Unterstützung der Regelung der lokalen Produktion von erneuerbarer Energie, als Vehicle-to-Home (V2H) bezeichnet, verwendet werden. Für die Einspeisung von Energie von den Batterien in das Netz, muss vorerst der Gleichstrom in Wechselstrom gewandelt werden. Da während des Batterie-Ladeprozesses genau das Gegenteil passiert, ist der Einsatz von bidirektionalen Auflagern, die in anderen Wörtern im Stande sind, beide Umwandlungen zu vollziehen, eine mögliche Lösung. Die meisten Lösungen, die heutzutage erhältlich sind, basieren eben auf bidirektionale Off-board Auflader, die sich am DC-Eingang des Autos verbinden. Diese Auflader funktionieren typischerweise in Verbindung mit Fahrzeugen, die mit einem DC-Steckverbinder des Typs CHAdeMO ausgerüstet sind. Eine Ausnahme stellen einige Prototypen des Renault Zoe dar, welche im Stande sind, beide Umwandlungen On-board durchzuführen. Eine weitere Lösung, vorläufig nur in Japan angeboten, ist den Batterien-Gleichstroms mittels einem Fahrzeugexternen Inverter in Wechselstrom umzuwandeln. Auch diese Art von Invertern funktioniert in Anwendung mit Fahrzeugen, die mit DC Steckverbinder des Typs CHAdeMO ausgestattet sind. Abb. 7 zeigt die zwei Methoden.

Die Hindernisse in der Verbreitung der Bidirektionalität sind nicht technischer Natur, wie von vielen Pilotprojekten gezeigt (s. auch Fallbeispiele 10.5), sondern Marktabhängig. Im Bereich des V2Gs insbesondere sind die Energieversorger noch nicht bereit, eFahrzeugbesitzer für die ins Netz gespeiste Energie ein zu entlohnen.

### 2.2 Laden von eFahrzeugen und Lieferwagen

Bei Autos des Typs M1 und Nutzfahrzeugen des Typs N1 wird die Ladebetriebsart 2 für die Ladeleistungen Heimbereich oder normal verwendet, die Ladebetriebsart 3 für die Ladeleistungen normal bis beschleunigt und die Ladebetriebsart 4 für die Ladeleistung beschleunigt-schnell und darüber. Es ist zu beachten, dass in der Praxis die Kombinationen laut Abb. 8 verwendet werden, obwohl umfassendere Kombinationen aus Ladebetriebsarten und Ladeleistungen zugelassen sind.

Derzeit können alle Fahrzeuge der Kategorie M1 und N1 das normale On-board-Laden durchführen, während das beschleunigte und schnelle Laden noch eine Ausnahme darstellt. Das Laden in der Ladebetriebsart 4 (Gleichstrom, Off-board-Laden) hingegen wird, mit Ausnahme des Modells VW XL 1 (bei dem ausschließlich mit Gleichstrom geladen wird), als zusätzliche Option eingefügt. Falls vorhanden, erfolgt das Laden in der Ladebetriebsart 4 immer für beschleunigtes oder express Laden mit einer maximalen Ladeleistung, die bei immer mehr Modelle 50 kW überschreiten kann (Hyundai IONIQ 70 kW; Volkswagen ID.3; Peugeot 208 sowie 2008 und Hyundai Kona 100 kW; Jaguar I-PACE 120 kW; Audi e-tron 150 kW; Tesla bis zu 200kW und Porsche Taycan 270kW).

Abb. 9 zeigt eine allgemeine Übersicht der Ladeleistungen verschiedener Fahrzeuge. Dabei wird zwischen Fahrzeugen unterschieden, die nur in der Wechselstrom-Ladebetriebsart 3 On-board laden können und Fahrzeugen, die auch die Gleichstrom-Ladebetriebsart 4 Off-board serienmässig unterstützen. Diese letzten laden hauptsächlich in AC, zwischen 3.6 u. 11 kW Max., mit Ausnahme des Renault ZOE (22 kW oder 43 kW), der Tesla Modelle S oder X (vormals 22 kW oder 11 kW, jetzt 16.5 kW) und des Smart Electric (Aufladung mit 22 kW als Option).

	Mode			
	1	2	3	4
Ultraschnell				●
Superschnell				●
Schnell		○	○	●
Beschleunigt	○	○	●	●
Normal	○	●	●	○
Notladen/Heimbereich	○	●	○	○

● verwendete Kombinationen    ○ mögliche Kombinationen



**Abb. 8:** Darstellung der technisch möglichen Kombinationen aus Lademodus und angeschlossener Leistung für Fahrzeuge des Typs M1 und N1 (Automobile und Nutzfahrzeuge). In roter Farbe werden die effektiv verwendeten Kombinationen hervorgehoben.

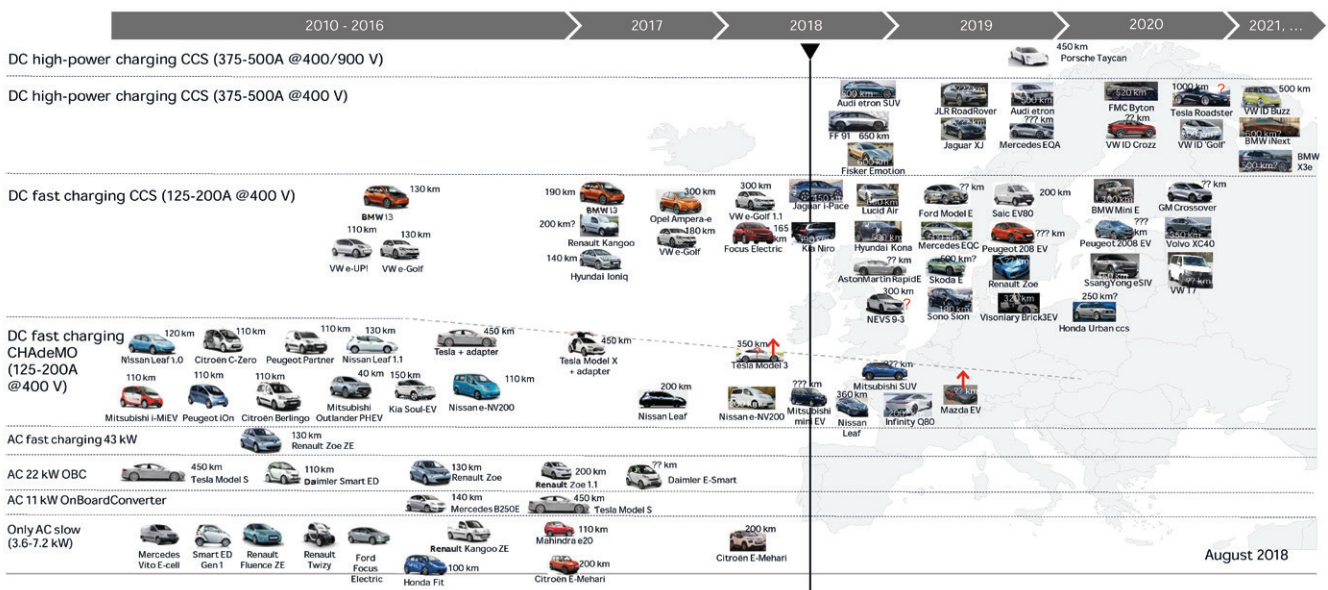
**Abb. 10:** Beim Mercedes-Benz Van (2018) ist die Anschluss-Position am Ende der Fahrertür, ungefähr gegen Automitte, Pos. 7 bei einem normalen Fahrzeug.

Die Bidirektionalität beim Laden ist bislang noch kaum verbreitet. Diese Funktion, über die momentan nur wenige japanische Autos beim mode 4 (CHAdeMO) verfügen, ist nicht besonders vertrieben (Abb. 7).

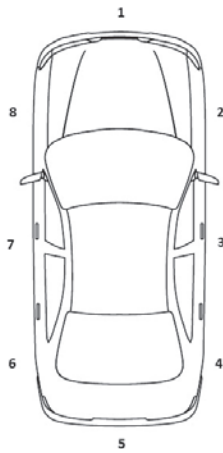
Für Flottenmanager werden Managementsysteme, die in der Lage sind, neben der kontinuierlichen Zustandserfassung der Fahrzeuge, dem kommenden Fahrprofil auch die Infrastruktur der Ladestationen integrieren können, immer wichtiger. Batterie- und Ladedaten können auch dazu verwendet werden, die Batteriealterung im Auge zu behalten, was die Betriebssicherheit des Gesamtsystems positiv beeinflusst.

### 2.2.1 Ladestation Positionierung vs. Anschluss-Positionen Fahrzeugseite

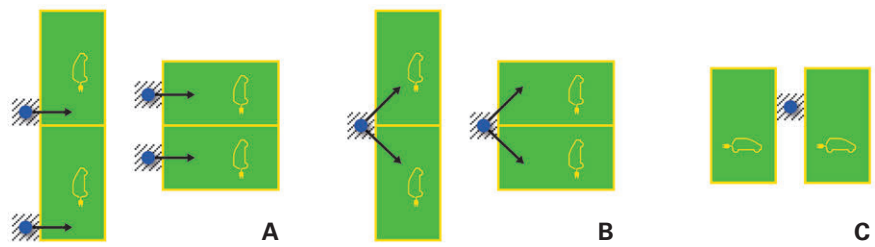
Bezüglich der Anschlussposition am Fahrzeug gibt es keine Norm und es wird in absehbarer Zeit auch keine dazu geben. Dies bedeutet, dass je nach Fahrzeugtyp die "Steckdosen-Position" an unterschiedlichen Stellen ist (Abb. 10 u. Abb. 11). Bei den Vorbereitungen resp. Installation einer Ladesäule auf einem Ladeplatz, muss diese Gegebenheit zwingend miteinbezogen werden. Ein Ladeplatz ist so zu konzipieren, dass alle Fahrzeuge umstandslos geladen werden können: natürlich muss auch der/die eFahrzeugfahrer/in beim Einparken die Anschlussposition des eigenen Fahrzeuges berücksichtigen.



**Abb. 9:** Ladeleistungen beim Laden mit Wechselstrom On-board und mit Gleichstrom Off-board der verschiedenen eFahrzeuge (Quelle: ABB, Follow the car through Europe, and open standard protocols, 28 September 2018). Bemerkung: der in der Abbildung angegebenen Strom- und Spannungswerte entsprechen folgende Ladeleistung: 125 A x 400 V = 50 kW; 375 A x 400 V = 150 kW ; 375 A x 800 V = 300 kW.



**Abb. 11:** Die verschiedenen Anschluss-Positionen am Fahrzeug.



**Abb. 12:** Verschiedene Standortmöglichkeiten für die Ladestation.

Um die verschiedenen Anschluss-Positionen zu ermitteln, wird geraten das Suchinstrument Autosuche des TCS zu benutzen (Abb. 13).

Beispiele von Anschluss-Positionen:

- 1: Nissan Leaf, BEV Plug&Play, CHAdeMO Typ 2 (AC u. DC gleicher Standort).
- 4: BMW i3, BEV Plug&Play, CCS Typ 2 (AC u. DC gleicher Standort).
- 6: Hyundai IONIQ, BEV Plug&Play, CCS Typ 21 (AC u. DC gleicher Standort).
- 8: Jaguar I-Pace, BEV Plug&Play, CCS Typ 2 (AC u. DC gleicher Standort).
- 5: Mercedes-Benz C 300, PHEV Plug&Play, Typ 2.
- 7: Mercedes-Benz Van (Abb. 10).

Generell sind die meistvertretenen Anschluss-Positionen: Stirnseite Mitte (1), vordere Fahrerseite (8), hintere Kotflügel rechts und links (4 u. 6), selten Seitenmitte rechts u. links (3 u. 7); die Position vorderer Kotflügel rechts (2) ist vorläufig nicht vorhanden. Aufgrund dieser Unterschiede ist es nicht möglich für alle fahrzeugseitigen Anschluss-Positionen eine optimale Ladeplatzeinrichtung zu ermitteln.

Zur Ermittlung des Ladestationsstandorts wird jedoch folgendes empfohlen:

- Bei Ladesäulen mit 2 Ladepunkten (Abb. 12, Fälle B u. C) muss die Ladesäule zwischen 2 Ladeplätzen positioniert werden, egal ob diese parallel oder senkrecht zur Fahrriichtung situiert sind (Innenseite des Ladeplatzes, wenn parallel zur Fahrriichtung; Vorderseite, wenn senkrecht zur Fahrriichtung).
- Bei Ladeplätzen parallel zur Fahrriichtung ist die Position der Ladesäule für Fahrzeuge ideal mit folgenden Anschluss-Positionen: Mitte hinterer Kotflügel (5) oder hinterer Kotflügel rechts (6); Stirnseite (1) oder vordere Fahrerseite links (8).
- Bei Ladeplätzen senkrecht zur Fahrriichtung ist die

Position der Ladesäule für Fahrzeuge ideal mit Anschluss-Positionen: Mitte Stirnseite (1), vordere Kotflügel links/rechts (8 u. 2) beim Vorwärtseinparken; Mitte hinterer Kotflügel (5), hintere Kotflügel rechts/links (4 u. 6) beim Rückwärtseinparken.

- Bei Ladesäulen mit 2 Ladepunkten gibt es auch die Variante in Abb. 12, Fall C. Nachteil dieser Auslegung ist der grosse Platzaufwand. Für zwei Ladeplätze samt Ladestation werden über 5.50 m (bei einer PP-Breite von 2.35 m und einer Ladestation-Breite von 0.93 m) benötigt.
- Bei einzelnen Ladesäulen (Abb. 12, Fall A), d.h. bei einer Ladesäule pro Ladeplatz, muss diese:
  - Bei Ladeplätzen, die parallel zur Fahrriichtung verlaufen, im hinteren Bereich der Innenseite des Ladeplatzes eingerichtet werden. In diesem Fall ist die Einrichtung optimal für Fahrzeuge mit folgender Anschluss-Position: hinterer Kotflügel rechts/links (4 u. 6).
  - Bei Ladeplätzen, die senkrecht zur Fahrriichtung verlaufen in der Mitte der Vorderseite des Ladeplatzes eingerichtet werden. In diesem Fall ist die Einrichtung optimal für Fahrzeuge mit folgenden Anschluss-Positionen: Stirnseite (1), vordere linke und rechte Kotflügel (8 u. 2) und Hinterseite (5), hintere linke/rechte Kotflügel (6 u. 4) je nach Einpark-Richtung.

Falls das Ladekabel an der Ladestation angebracht ist, muss dieses, in Anbetracht eines mind. 3 m langen Kabels und der verschiedenen Einparkmöglichkeiten, lang genug sein, um die meistvertretenen Anschluss-Positionen am Fahrzeug zu erreichen.



**Abb. 13:** [www.tcs.ch/Autosuche](http://www.tcs.ch/Autosuche), dann eAuto auswählen, sie finden Informationen um das Laden im unteren Teil der Spezifikationen.

### 2.2.2 Mögliche künftige Entwicklungen

Die künftigen Bedürfnisse im Bereich des Ladevorgangs werden in den nachstehenden Richtungen gehen:

- Das gängigste AC-Laden On-board wird künftig die normale Ladebetriebsart sein, ggf. als Option durch das beschleunigte Laden ergänzt. Nur sehr wenige Fahrzeuge werden in der Lage sein, das schnelle Laden mit Wechselstrom auszuführen.
- Das DC-Laden Off-board wird künftig von den meisten Fahrzeugen (ausser Plug-in-Hybride) übernommen werden.
- Die Anzahl Fahrzeuge, dessen maximale Leistung beim DC-Laden bis 150 kW und mehr erreicht, wird zunehmen; zumindest bei Fahrzeugen mit grossen Batteriepaketen (ab 60 kWh).
- Die Funktion der Bidirektionalität wird weiterhin von japanischen Herstellern angeboten werden, was nicht ausschliesst, dass sich dem auch andere Hersteller anschliessen werden.

Auf Grund der zunehmenden Digitalisierung ist es wahrscheinlich, dass in einigen Jahren Plug&Charge-Ladelösungen nach ISO 15118 auf den Markt kommen werden. Bei solchen Lösungen wird das Fahrzeug beim Anstecken an der Ladestation automatisch erkannt und der geplanten Route entsprechend geladen. Das wird nicht nur den Ladevorgang, sondern für Flottenbetreiber auch die Zuordnung von Energie und Kosten vereinfachen. RFID-Karten und andere externe Authentifizierungsmethoden könnten dadurch hinfällig werden.



**Abb. 14:** Feuer bricht im Bereich der elektrischen Installation des eFahrzeuges in der Garage aus. Elektrische Widerstände führen zu einer lokalen Aufheizung der Kabelverzweigungen, einem Isolationsdefekt und verursachen schliesslich den Brand. Im Land mit der höchsten Dichte an Elektrofahrzeugen (Norwegen) wurde festgestellt, dass durch den Einsatz von Ladestationen die wenigen Fälle von Bränden während des Ladevorgangs praktisch ausgeschlossen werden konnten.

### 2.3 Notwendigkeit einer Ladestation

Ladepunkte für eFahrzeuge (M1 u. N1) müssen aus nachstehenden Gründen mit einer Ladestation ausgestattet werden:

- Sicherheit:
  - Die Erdverbindung wird bevor Strom fliesst, geprüft.
  - Das Stecken ist stromlos (keine Funkenerosion – keine Überhitzung).
  - Die elektrischen Schutzvorrichtungen können bereits in die Ladestation integriert werden, wodurch Änderungen am externen elektrischen System minimiert werden.
- Komfort und Information:
  - Ladekabel sind bereits vor Ort und der eFahrer muss diese nicht im Kofferraum verstauen.
  - Infos sind vom Display ablesbar und ein App-Zugang ist möglich.
- Möglichkeit der Umsetzung von Zugangs- und Zahlungsverwaltung Systeme (MFH, öffentliche Parkplätze usw.).
- Möglichkeit der Umsetzung von Lastmanagement. Wobei die Anschlussleistung lokal und/oder regional (durch EVU) sein kann.

Das Aufkommen von aufladbaren Fahrzeugen hat die Entwicklung von spezifischen Vorschriften für die Ladung notwendig gemacht:

- Einerseits um die Kommunikation zwischen Auto und Ladepunkt zu definieren.
- Andererseits um die Sicherheit im Vergleich zu normalen elektrotechnischen Standards zu erhöhen und die Risiken eines unvorsichtigen Verhaltens der Benutzer zu minimieren (Abb. 14).



Abb. 15: Laden mit (rechts) und ohne (links) Batterieentnahme.



Abb. 16: Fahrräderständer mit mit Standard Steckdosen.



Abb. 17: Stromtankstelle für eBikes.

## 2.4 Laden von eBike, eScooter, eRoller und eMotorrad

Die Elektrifizierung schreitet im 2-Rad Segment zügig voran. Die Angebote von eBikes, e-Scooters, eRollern und eMotorräder werden für die Freizeit oder zum Pendeln rege genutzt. Nachstehend wie das Laden von solchen e-Fahrzeugen funktioniert und was dabei wichtig ist., geben wir Ihnen hiermit gerne wie folgt weiter:

### 2.4.1 eBike

Ob zu Hause, unterwegs oder am Arbeitsplatz eBikes (Pedelec oder S-Pedelec) können an jeder normalen Haushaltssteckdose geladen werden. Grundsätzlich lassen sich Pedelec und S-Pedelec in Europa/Schweiz wie folgt unterscheiden (gilt nicht für USA und Canada):

#### Pedelecs (Pedal Electric Cycle)

- Sie sind den Fahrrädern rechtlich gleichgestellt.
- Es besteht weder Führerschein-, Helm- noch Versicherungspflicht, man fährt ohne Kennzeichen.
- Sie verfügen über einen maximal 250 Watt starken Elektromotor.
- Sie unterstützen den Fahrer beim Treten bis zu 25 km/h.
- Die Schiebehilfe ohne Treten beträgt 6 km/h.
- Radweg-Pflicht in der Schweiz – wobei auch hier länderspezifische und örtliche Vorschriften zu beachten sind.
- Kindersitze und Anhänger sind erlaubt.
- Altersgrenze: In der Schweiz darf ein Pedelec ab 14 Jahren gefahren werden, ab 14 bis 16 Jahre allerdings mit Führerausweis der Kat. M.

#### S-Pedelec, die schnellere Variante

- Innerhalb der Schweiz benötigt man ein Kennzeichen mit gültiger Vignette.
- S-Pedelecs werden in der EU als Leichtkraftäder eingeordnet (Kat. L1e-B) und sind demnach versicherungs- und kennzeichnungspflichtig.
- In der Schweiz Helmpflicht (Fahrrad-Helm in den

USA hingegen Motorrad-Helm). Zusätzlich muss es mit Lichter und Spiegel (links) versehen sein.

- Die maximale Motorleistung liegt bei 4.000 Watt (CH: max. 1.000 Kilowatt), die Tretunterstützung geht bis zu 45 km/h.
- Die Schiebehilfe ohne Treten beträgt 6 km/h.
- In der Schweiz gilt die Radwegpflicht (wo vorhanden). In den EU-Ländern gibt es verschiedene, teilweise auch lokale Regelungen. Zurzeit gibt es einige politische Vorstösse, welche eine Öffnung der Nutzung von Radwegen auch für S-Pedelecs anstreben.
- Die Montage von Kindersitzen wie auch Anhängern ist in der Schweiz erlaubt (VRV Verkehrsregelnverordnung, Art. 63 § 3/4), Kindersitz und Anhänger sind in der EU verboten.
- Altersgrenze: in der Schweiz darf es ab 14 Jahren mit Führerausweis der Kat. M, ab 18 Jahren ohne Führerausweis gefahren werden.

#### eBike-Akku im Rahmen

Der Trend zum integrierten eBike-Akku nimmt immer mehr zu – entsprechende eBike-Modelle mit Naben- oder Kettenschaltung gibt es mittlerweile von einer Vielzahl namhafter Hersteller. Der herausnehmbare eBike-Akku im Rahmen bietet Vorteile: schlanker Look, Wendigkeit und unbeeinträchtigtes Fahrverhalten, Schutz des integrierten Akkus. Die Integration der Batterie im Rahmen ist oft nicht nur mit einem geringfügig höheren Gesamtgewicht als bei herkömmlichen eBikes verbunden, sondern auch - zumindest anfangs - mit einem Aufpreis für die "getarnte" Batterielösung aufgrund der Entwicklungskosten für ein innovatives Design und dessen Industrialisierung.

Die Lebensdauer eines eBike-Akkus im Rahmen hängt nicht von der eBike-Akku-Position, sondern von der Qualität des Energiespeichers ab. Hochwertige Lithium-Ionen-Akkus mit effizienter Stromspeicherfähigkeit können bis zu 1.000 Ladezyklen ermöglichen. Je nachdem, wie oft Sie Ihr das eBike genutzt wird, kann mit einem





**Abb. 18:** Aufladen eines eRollers mit einem externen Batterieladegerät.



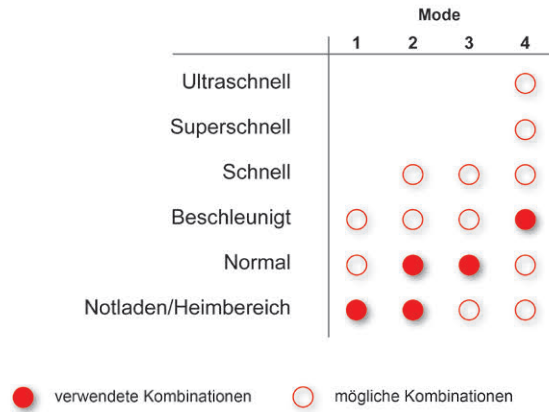
**Abb. 19:** Laden eines eMotorrads in mode 3.

hohen Produktlebenszyklus von etwa drei bis fünf Jahren gerechnet werden. Die Reichweite hingegen wird bedingt von der Wh-Kapazität des Akkus. Bei den meisten neueren eBikes können die Akkus direkt am Pedelec/S-Pedelec oder extern aufgeladen werden. Bei preiswerten/älteren Modellen müssen die Akkus vom eBike entfernt und extern aufgeladen werden. (Abb. 15). Wie lange es dauert den Lithium-Ionen-Akku wieder aufzuladen, kommt auf den jeweiligen Akku und das dazugehörige Netzteil an. Für eine 100% Ladung kann eine Akkuladung zwischen 2-9 Stunden dauern. Viele Geräte erreichen schon nach der Hälfte der Gesamtladezeit 80% ihrer Ladekapazität.

Die Formen der öffentlichen Ladestationen sind sehr unterschiedlich. Von Schliessfachern mit integrierten Steckdosen über Fahrradständer mit angebrachten Standard Steckdosen (Abb. 16) bis hin zu Ladesäulen für eAutos und eBikes oder Restaurants/Hotels, die einen Raum anbieten in dem der Akku geladen werden kann. Es gibt zudem Anbieter, die ein eigenes Ladekabelsystem zu ihren eBike Stromtankstellen, das leicht und wasserdicht ist, anbieten (Abb. 17). Die meisten öffentlichen Ladestationen sind draussen angebracht und können 24h genutzt werden. Bei den Ladestationen, die sich unter freiem Himmel befinden, empfiehlt es sich das eBike nicht aufzuladen während es regnet, denn die meisten Netzteile sind wasserempfindlich und können beschädigt werden. Damit man bei längeren Fahrten an jeder Steckdose Strom tanken kann, empfiehlt es sich das eigene Ladegerät (Netzteil) oder einen 2. aufgeladenen Akku mit im Gepäck zu haben.

#### 2.4.2 eScooter (eTrotinett)

Ob zu Hause, unterwegs oder am Arbeitsplatz – um einen eScooter (eTrotinett) zu laden, müssen Verbraucher den Akku an einer haushaltsüblichen Steckdose, welche mit einem Fehlerstrom- oder Kombischutzschalter versehen sind, anschliessen. Je nach Modell dauert es etwa drei bis acht Stunden, bis ein eScooter voll-



**Abb. 20:** Darstellung der technisch möglichen Kombinationen aus Lademodus und angeschlossener Leistung für eMotorräder. In roter Farbe werden die effektiv verwendeten Kombinationen hervorgehoben. Im mode 1 zu laden bedeutet mit einem externen Batterieladegerät laden.

ständig geladen ist. Wie bei den eBikes ist auch bei den eScootern das Ladegerät meist nicht im Fahrzeug eingebaut (Off-board). Die mitgelieferten Ladegeräte sind hauptsächlich für eine Innenanwendung geeignet und haben keinen speziellen Wasser- und/oder Staubschutz. Die vom Hersteller mitgelieferten Ladekabel sind wie bei den eBikes meistens eher kurz (ca. 1,5 m, Abb. 18). In Häusern oder im öffentlichen Bereich sollten die Batterien daher in einem geschützten, feuer-sicheren Umfeld geladen werden können. Für eBikes und eScooter ist eine Absicherung mit 6 A ausreichend.

#### Induktives Laden

Die induktive Energieübertragung ist eine gangbare und neue Alternative zum Laden von z.B. eScooter. Kabelloses oder induktives Laden ist speziell im öffentlichen Raum interessant, wo die Platzverhältnisse begrenzt sind. Ausserdem hat induktives Laden neue Einsatzbereiche wie bei den gemieteten e-Scootern eröffnet.

#### Kosten/Abrechnung

Die Ladekosten für eBikes/eScooter sind aufgrund der begrenzten Energiemenge sehr gering, so dass ein System der Energiebezahlung an öffentlichen Ladestationen unter Berücksichtigung der Betriebskosten wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

#### 2.4.3 eRoller und eMotorrad

Im Prinzip lassen sich Akkus für eRoller und eMotorräder an einer normalen Haushaltssteckdose aufladen. Das dauert je nach Typ fünf bis acht Stunden. Zwei Stunden reichen aber meist bei Akkus auf Lithium-Basis, um 70-80 Prozent der Leistung zu erreichen. Bei den eRollern bieten einige Hersteller tragbare Akkus, die um die 10 Kilo wiegen an. Mit einem Schnellladegerät verkürzt sich die Ladezeit. Die Ladezeit verkürzt sich zusätzlich dort, wo 400 Volt zur Verfügung stehen, wie an vielen öffentlichen Ladesäulen.



**Abb. 21:** eBusse, die am Depot laden, verwenden die gleichen Lademethoden wie Autos (Quelle: bernmobil.ch).



**Abb. 22:** Das Gelegenheitsladen findet typischerweise an den Haltestellen statt und zeichnet sich durch eine hohe Leistung und Pantographenverbindung aus (Quelle: luzernerzeitung.ch, eBus Zug).



**Abb. 23:** Eine Lösung für das Lkw- Gelegenheitsladen besteht darin, Strassenabschnitte mit einer Luftlinie zu versehen, an der Lkws mit einem Stromabnehmer angeschlossen werden können (Quelle: handelsblatt.com, eLKW Pantograph eHighway).

Leistungsstärkere Fahrzeuge werden Autoähnlich geladen, d.h. entweder mit einem mode 2-Kabel, das an eine normale Steckdose angeschlossen wird, oder mittels Ladebetriebsart mode 3 oder 4 (s. § 2.1.1 u. Abb. 20). In diesen Fällen ist der motorradseitige Anschluss für das AC-Laden des Typs 1, insbesondere für Modelle asiatischer Hersteller, oder des Typs 2 für Modelle europäischer Hersteller, aber nicht nur. Unter den wenigen Beispielen für schnelles DC-Laden im mode 4 erwähnen wir den Harley-Davidson LifeWire (Abb. 19), der mit einem CCS 2-Kontakt ausgestattet ist (s. § 2.1 Definitionen der Steckertypen).

## 2.5 Laden von Schwerfahrzeugen

Auch der Sektor der schweren Nutzfahrzeuge erfährt dank der Zunahme der Batterieleistung und der Entwicklung der Schnellladung eine rasche Elektrifizierung. Während Elektrobusse als ausgereifte Produkte anzusehen sind, befinden sich Lastkraftwagen und landwirtschaftliche Fahrzeuge noch in der Phase der Kleinserienfertigung oder der fortgeschrittenen Prototypenfertigung, wobei insbesondere für erstere die Aussicht besteht, in den kommenden Jahren zur Serienfertigung überzugehen.

### 2.5.1 eBusse

Der tägliche Betrieb einer Flotte von eBussen stellt den Flottenbesitzer vor neue Herausforderungen, auch hinsichtlich Ladeinfrastruktur. Das Angebot von Bussen und Ladeinfrastrukturlösungen steigt. Treiber dieser Entwicklung ist die Öffentliche Hand welche motiviert ist, einen aktiven Beitrag zum lokal emissionsfreien Verkehr zu leisten.

Bereits bei der Fahrzeugwahl fließt die Topografie der Route ins Ladekonzept mit ein, was zusätzlich einen entscheidenden Einfluss auf die Art und Grösse der Traktionsbatterie hat. Es werden die Depotlader und Gelegenheitslader unterschieden und, in Ergänzung

dazu, kommt auf der "Depotladende – Gelegenheitslader" hinzu und verbindet diese zwei Welten. Der Möglichkeit von Batteriewechselsystemen wird derzeit im Markt der eBusse wenig Beachtung geschenkt und wird hier nicht betrachtet. Egal ob nun im Depot oder unterwegs geladen wird, werden die IEC 61851 und für die Kommunikation, wie auch im Bereich der Personenwagen, EN ISO 15118 angewendet. Für die Ladung im Depot (Abb. 21) werden Gleichspannungssysteme (mode 4) mit dem Stecksystem CCS Combo 2 sowie Wechselspannungssysteme mit dem Stecker Typ 2 (mode 3) eingesetzt. Mit der Automatisierung des Ladesystems wird in Zukunft das Ein- und Ausstecken des Steckers ohne menschliches Zutun möglich sein.

Für die Gelegenheitsladung mode 4 haben sich die automatisierten Verbindungssysteme TOSA (Abb. 22) und OPPCharge auf dem Markt einen Platz erkämpft. Im TOSA – System ist der Pantograph auf dem Fahrzeug verbaut, beim OPPCharge - System ist er auf der Ladestation installiert und verbindet sich automatisch mit den auf dem Dach angebrachten Stromschiene. Bei der Depot-Ladung wie beim Gelegenheitsladen muss der Auswirkungen auf das lokale Elektrizitätssystem und das Netz ein besonderes Augenmerk gegeben werden. Im Depot werden mit dem gleichzeitigen Laden einer Vielzahl von Bussen Elektroinfrastruktur und Lastmanagement, standortabhängig dynamisch oder statisch, speziell beansprucht (§ 4.1 und Fallbeispiele 10.6) und dieses ist besonders wichtig, um zu verhindern, beim Stromversorger, eine Leistung zu beantragen, die sich einfach aus der Summe der maximalen Leistungen der einzelnen Ladestationen zusammensetzt, wie in § 4.2 erklärt. Die Berechnung der Leistung, die den Depot-Ladebedarf deckt, und die Wahl des Lastmanagementsystems, müssen den Einsatzplan und den täglichen Energiebedarf der einzelnen Fahrzeuge berücksichtigen. Bei der Gelegenheitsladung ist neben der Infrastruktur vor Ort (Netzanbindung mit bis zu grösser 400 kW) die Verfügbarkeit der Lademöglichkeit (Betriebssicherheit)



**Abb. 24:** eLKW, die am Depot laden, verwenden die gleichen Lademethoden wie Autos (Quelle: bote.ch, eKehricht Luzern).



**Abb. 25:** Beispiel eines eTraktors (Quelle: Rigitrac).



**Abb. 26:** Beispiel eines eTraktors (Quelle: aebi-schmidt.ch).

durch eine Echtzeitüberwachung und intelligente Wartungsstrategie sicherzustellen. Sich abzeichnende Störungen müssen frühzeitig erkannt und durch qualifiziertes eigenes oder externes Personal behoben werden. Es gibt Lieferanten, welche die Flotte wie auch die Infrastruktur in ein einheitliches System einbinden und jederzeit auf die wichtigen Parameter zugreifen können. Es erfordert Weitsicht und offene Systeme sind erforderlich, um schon heute Lösungen installieren zu können, die zukünftigen Anforderungen gerecht werden.

### 2.5.2 eLastwagen

Durch kontinuierliche Fortschritte in der Batterietechnik, gesteigerte Energiedichte, geringere Anschaffungskosten und immer mehr spezifische Anwendungen gibt es auch für Nutzfahrzeuge eine konkrete Elektrifizierungsmöglichkeit. Die Massenproduktion hat noch nicht begonnen, und es wird voraussichtlich noch einige Jahre dauern, bis wir über ein nennenswertes Angebot an Fahrzeugen verfügen. Obwohl es Beispiele für Gelegenheitsladen gibt (Abb. 22 u. 23), ist das Laden im Depot (Abb. 24) im mode 3 mit Typ-2-Stecker und im mode 4 mit CCS2-Combo-Stecker die am weitesten verbreitete Lade-Methode. Auch in diesem Fall gelten die Überlegungen zu den Auswirkungen des Ladeprozess auf das lokale elektrische System und auf das Netz, welche in Bezug auf die elektrischen Busse (§ 2.5.1), gemacht wurden.

### 2.5.3 eLandwirtschaft

In der Schweiz nimmt die Landwirtschaft mit einem Energieverbrauch von 14'200 kWh pro ha die Position eines grossen Energieverbrauchers ein. Rund ein Drittel dieser Energie ist direkte, elektrische Energie und zwei Drittel stammt aus fossilen Energieträgern. Neben den vielbeachteten und für die breite Masse sichtbaren Bewegungen im Markt der Elektrofahrzeuge auf der Strasse, hat sich auch im Bereich der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten einiges interessantes in Bewe-

gung gesetzt. Wenn man an Landwirtschaft denkt, dann zuerst wohl an Traktoren (Abb. 25). Der Gerätepark auf einem Landwirtschaftsbetrieb ist um einiges vielfältiger und bietet zahlreiche Möglichkeiten für den Umstieg auf einen Elektroantrieb, so sehr, dass bereits Prototypen von Maschinen wie Mäher oder Hoflader entwickelt wurden (Abb. 26). Für den tägliche Einsatz ist eine Integration der Ladeinfrastruktur in das Gesamtsystem des Betriebs sinnvoll da sich landwirtschaftliche Betriebe auch zu Energieerzeugern wandeln. Blockheizkraftwerke mit Biogas und Generator, Photovoltaik auf den ausgedehnten Dächern und wenn möglich sogar Windenergie, können den Landwirtschaftsbetrieb zukünftig 100 % eigenversorgt wirtschaften.

Es ist davon auszugehen, dass auch zukünftige Geräte und Fahrzeuge sich an Ladesystemen orientieren werden, welche die gleichen Automobilstandards der Normen IEC 61851 und ISO 15118 für die Kommunikation anwenden. Der Kommunikation der Ladestationen untereinander und Integration in ein übergeordnetes Energiemanagementsystem kommt zukünftig besondere Bedeutung zu. Die Energie soll dann verbraucht werden, wenn sie produziert wird, was speziell bei Photovoltaikanlagen im Konflikt mit den Arbeitszeiten auf dem Bauernhof steht. Die Energie wird dann produziert, wenn die Fahrzeuge vorzugsweise im Einsatz stehen. Daher ist es denkbar, dass Elektrofahrzeuge durch ein System geladen werden, das auch ein Energiespeichersystem in Form einer Batterie umfasst. Angetrieben durch den steigenden Automatisierungsgrad und die einfache Regelbarkeit von Elektromotoren sehen immer mehr Hersteller die Chancen welche sich mit elektrischen Antrieben ergeben. Es ist derzeit noch ein Nischenmarkt, der jedoch die Gelegenheit bietet, selber Energie zu produzieren und diese gleichzeitig selber zu verwenden. Die Elektrifizierung der landwirtschaftlichen Fahrzeuge wird den Grundstein für eine sich eigenständig mit Energie versorgende, innovative und nachhaltige Landwirtschaft legen.

# 3. Ausbaustufen und Anwenderklassen

In diesem Kapitel werden einige grundlegende Konzepte vorgestellt, die in den folgenden Kapiteln vertieft werden: Anwenderklassen, Ausbaustufen und Segmentierung der Ladeinfrastruktur.

Die in einem Gebäude zu installierende Ladeinfrastruktur hängt nicht nur von der Art des Fahrzeugs ab, sondern auch von den Nutzern der Fahrzeuge selbst. Aus diesem Grund ist die Ladeinfrastruktur entsprechend den verschiedenen Anwenderklassen segmentiert. Sobald die Art der erforderlichen Infrastruktur identifiziert ist, kann die Ausstattung eines Gebäudes zum Laden von Elektrofahrzeugen auf verschiedenen Ebenen erfolgen, von der einfachen Vorbereitung bis zur Installation der Ladestationen.

Ziel dieses Kapitels ist es, die Ausbaustufen und Anwenderklassen, nach SIA 2060-Merkblatt, zu definieren und die Segmentierung der Ladeinfrastruktur zu zeigen.

## 3.1 Anwenderklassen

Die SIA-Empfehlung sieht je nach Fahrzeug und Nutzung der Parkplätze unterschiedliche Anwenderklassen vor:



Parkplätze für Bewohner eines Einfamilienhauses (sleep&charge).



Parkplätze für Bewohner eines Mehrfamilienhauses (sleep&charge).



Parkplätze für Mitarbeiter oder Firmenflotten (work&charge).



Parkplätze für Besucher oder Kunden (shop&charge).



Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise, die in erster Linie das Ziel haben, ihr Auto zu laden und dann weiterzufahren. In diesem Fall stehen DC-Ladestationen (coffee&charge, cappuccino&charge, espresso&charge) zur Verfügung.



Parkplätze für Motorräder und Leichtfahrzeuge.



Parkplätze für Fahrräder und andere 2-räder.

### 3.2 Ausbaustufen

Die SIA 2060 sieht 5 Ausbaustufen für die Vorbereitung von Gebäuden vor (Abb. 27):

- Ausbaustufe A (Pipe for power): in dieser Ausbaustufe hat der Parkplatz ein leeres Rohr (oder die Möglichkeit, elektrische Kabel ohne Bauarbeiten zu führen), so dass es leicht möglich ist, elektrische Kabel zu einem späteren Zeitpunkt zu führen.

[Die Erläuterungen in Kapitel 5 u. § 5.4.1 entsprechen dieser Ausbaustufe \(A\).](#)

- Ausbaustufe B (Power to building): In dieser Ausbaustufe verfügt das Gebäude über ein ausreichend dimensioniertes Eingangskabel, um den zukünftigen Strombedarf der Ladestationen zu decken.

[Die Erläuterungen in Kapitel 5 u. § 5.4.2 entsprechen dieser Ausbaustufe \(B\).](#)

- Ausbaustufe C1 (Power to garage): In dieser Ausbaustufe ist die Garage, nicht aber der einzelne Parkplatz, mit Stromkabeln ausgestattet, so dass es einfacher ist, die einzelnen Parkplätze zu einem späteren Zeitpunkt anzuschliessen. Typischerweise wird diese Ausbaustufe mit Flachkabeln oder mit Stromschielen realisiert.

- Ausbaustufe C2 (Power to parking): In dieser Ausbaustufe verfügt der Parkplatz über eine Stromversorgung, so dass es schneller ist, eine gerade angeforderte Ladestation zu installieren. Typischerweise geschieht dies mit industriellen CEE 11 kW (16 A 3-phasig) Steckdosen, wie bei Alfen Plug&Play und TCS Ladestationen, oder mit produktspezifischen Rückplatten.

[Die Erläuterungen in Kap. 6 entsprechen den Ausbaustufen C1 u. C2.](#)

- Ausbaustufe D (Ready to charge): In dieser Ausbaustufe ist die Ladestation vorhanden und somit ist es bereits möglich, das Fahrzeug zu laden.

[Die Erläuterungen in Kap.7 und folgende entsprechen dieser Ausbaustufe \(D\).](#)

Eine höhere Ausbaustufe hat den Vorteil, den Zeitaufwand für die Installation neuer Ladestationen zu reduzieren und die gesamten Endmontagekosten insgesamt zu senken, obwohl die anfänglichen Anschaffungskosten höher sind.

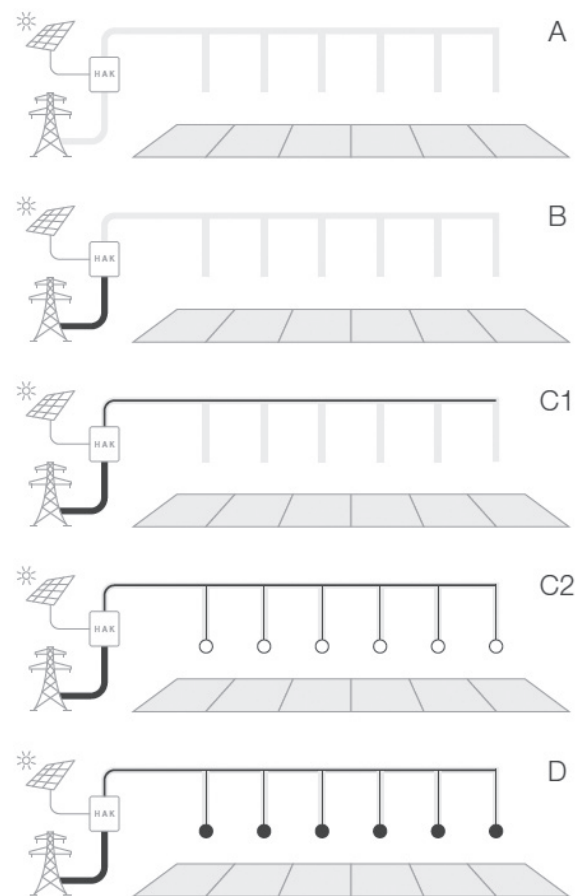


Abb. 27: Grafische Darstellung der Ausbaustufen (Quelle: Protoscar).

### 3.3 Segmentierung der Ladeinfrastruktur

Die Ladeinfrastruktur für eFahrzeuge kann in 7 verschiedenen Kategorien unterteilt werden:



“sleep&charge“: Ladevorgang, bei dem der Parkzeitraum möglichst umfassend ausgenutzt wird, typischerweise zu Hause.



“work&charge“: Ladevorgang, bei dem der Parkzeitraum möglichst umfassend ausgenutzt wird, typischerweise am Arbeitsplatz.



“shop&charge“: Ladevorgang, bei dem der begrenzte Parkzeitraum zwischen zwei Fahrten ausgenutzt wird, typischerweise auf Parkplätzen an Strassen, in Parkhäusern, Einkaufszentren, Hotels, Restaurants usw.



“coffee&charge“: Ladevorgang, bei dem ein begrenzter Parkzeitraum genutzt wird, resp. zw. 1-2 Stunden.










“cappuccino&charge“: Ladevorgang, bei dem ein sehr begrenzter Parkzeitraum genutzt wird, resp. zw. 30 Minuten – 1 Stunde.



“espresso&charge“: Ladevorgang, bei dem ein kurzer Parkzeitraum genutzt wird, resp. unter 30 Minuten (typischerweise bei Tankstellen).



“ristretto&charge“: Ladevorgang, bei dem ein sehr kurzer Parkzeitraum genutzt wird, z.B. weniger als 10 Minuten (typischerweise bei Tankstellen).

Parkzeit	Empfohlene Ladestation		Ladeleistung
Bis 8 Stunden	3.6 - 11 kW AC	 <i>sleep&amp;charge</i>	Langsam/Normal
Bis 8 Stunden	3.6 - 11 kW AC	 <i>work&amp;charge</i>	Langsam/Normal
2 - 4 Stunden	3.6 - 11 kW AC	 <i>shop&amp;charge</i>	Langsam/Normal
1 - 2 Stunden	22 kW <b>AC + DC</b>	 <i>coffee&amp;charge</i>	Beschleunigt
30 Minuten bis eine Stunde	50 kW DC	 <i>cappuccino&amp;charge</i>	Schnell
Weniger als 30 Minuten	120-150 kW DC	 <i>espresso&amp;charge</i>	Superschnell
Weniger als 10 Minuten	250-350* kW DC	 <i>ristretto&amp;charge</i> oder <i>ultra</i>	Ultraschnell

**Tabelle 1:** Empfohlene Ladestation abhängig von der Parkzeit.

\* Diese Ladeleistungen sind nur mit 1'000 Volt Batterien möglich.

# 4. Berechnung des Leistungs- u. Energiebedarfs und der Ladezeit

Zweck dieses Kapitels ist es Berechnungsmethoden zur Erforschung der erforderlichen Ladeleistung, des Gesamtenergiebedarfs und der Ladezeiten vorzustellen.

In den Fällen, in denen mehr als eine Ladestation nötig ist, erfolgt die Berechnung des Leistungsbedarfs in dem der niedrigstmögliche Wert ermittelt wird, um den Ladeanforderungen jedes einzelnen Fahrzeugs gerecht zu werden. Eine Dimensionierung durch einfache Addition der maximalen Leistungen jedes Ladepunkts würde zu einer übertriebenen und unnötig hohen Stromnachfrage beim Stromversorger führen. Die Einführung eines Lademanagementsystems ermöglicht es den Stromverbrauch und damit die Kosten zu minimieren.

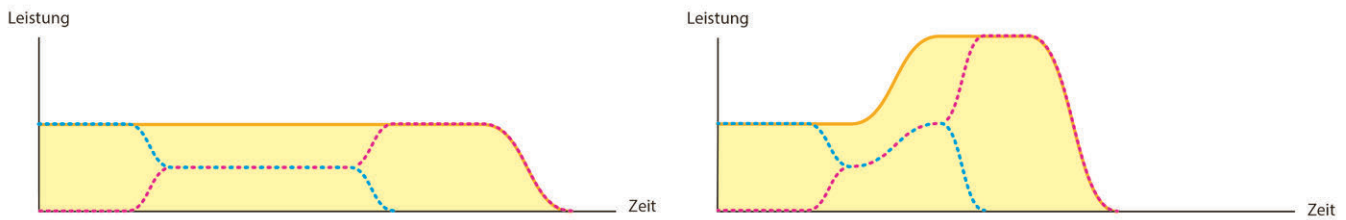
Nach einer allgemeinen Erklärung der Funktionsprinzipien der Management-systeme wird in diesem Kapitel die Berechnung des Energie- und Ladebedarfs sowie der Aufladezeit erläutert.

## 4.1 Managementsystem

### 4.1.1 Die Notwendigkeit eines Lademanagementsystem

Befinden sich zwei oder mehrere Ladepunkte am gleichen Standort (beispielsweise im Fall von Mehrfamilienhäusern, Garagen für Flotten, privaten oder öffentlichen Parkplätzen) wird von den "Werkvorschriften" des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE, § 12, 3) empfohlen, ein intelligentes Lastmanagementsystem für die Ladestationen zu installieren. Dieses wird oft "smart charging" oder "load management" genannt und wird, gemäss Vorgaben des Verteilnetzbetreibers, eingesetzt, um Lastspitzen im Verteilnetz zu vermeiden. Auch wenn der lokale Verteilnetzvertreiber es nicht explizit vorschreibt, werden diese Lademanagementsysteme sehr empfohlen da sie den Energiebedarf minimieren und dabei auch die lokale Energieproduktion und ein potentielles Speichersystem integrieren.

Wenn man mit mehreren Ladepunkten unter demselben Netzanschluss zu tun hat, sind möglicherweise nicht alle gleichzeitig in Betrieb (Startzeiten und Dauer des Ladevorgangs sind unterschiedlich), und sie liefern möglicherweise weniger als die maximale Leistung (Nutzungsfaktor), da die maximalen Ladeleistungen von Fahrzeug zu Fahrzeug unterschiedlich sind und die Ladeleistung nach einer ersten mehr oder weniger langen Phase bei konstantem Wert typischerweise dazu neigt, abzunehmen (bei Schnellladung hängt es auch von der Temperatur der Batterie ab). Die alleinige Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors und des Nutzungsfaktors reicht nicht aus, um die Leistung zu minimieren. Angenommen, man hätte in einem Mehrfamilienhaus eine bestimmte Anzahl von Ladestationen, die maximal 11 kW liefern können, ist das Risiko sehr hoch, selbst wenn die Abendladungen anfänglich gestaffelt sind, dass diese zu einer bestimmten Zeit (z.B. nach



**Abb. 28:** Statisches Lastmanagement (links), dynamisches Lastmanagement (rechts). Beispiel mit 3 Benutzern.

19.30 Uhr) gleichzeitig laden, was zu einem Gleichzeitigkeitskoeffizienten von 1 führen würde. Selbst bei einem Nutzungsfaktor von 0,6, wäre die Leistung immer noch überdimensioniert. Die Fahrzeuge haben tatsächlich eine ganze Nacht Zeit, für die komplette Ladung, die benötigte Ladezeit ist jedoch nur ein Bruchteil der verfügbaren Zeit (um 100 km Autonomie bei 11 kW zu laden, würden in der Tat weniger als 2 Stunden ausreichen). Würde man statt mit voller Leistung für eine begrenzte Zeit, mit einer niedrigeren Leistung für eine längere Zeit laden (z.B. 8 Stunden bei etwas mehr als 2 kW), wäre es möglich, morgens komplett aufgeladene Fahrzeuge vorzufinden, was die Endverbraucher wünschen, mit weniger Leistungsverbrauch.

#### 4.1.2 Funktionsprinzip der Lademanagementsysteme

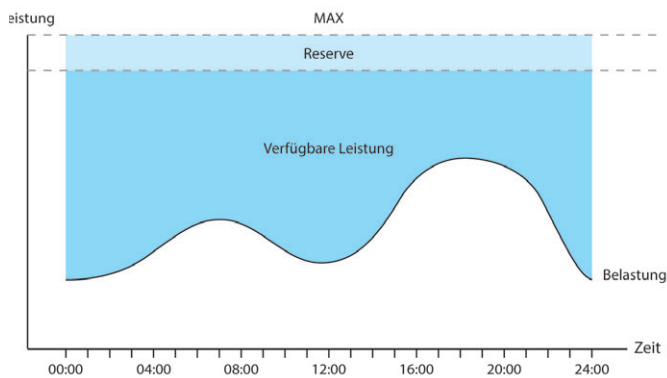
Grundsätzlich gibt es zwei Lademanagementsystemarten:

- Statisches Lademanagement (Abb. 28, links): es wird ein konstanter Gesamtleistungswert für die verschiedenen Ladestationen vordefiniert unabhängig von anderen Verbrauchern (Rest des Mehrfamilienhauses) oder Erzeugungssysteme erneuerbarer Energie. Die gleichbleibende, verfügbare Ladeleistung wird auf alle angeschlossenen Fahrzeuge verteilt. Es gibt Systeme, die die fahrzeugspezifische Ladeleistung für die Verteilung berücksichtigen und zuteilen können, falls genügend Leistung verfügbar ist.
- Dynamisches Lademanagement (Abb. 28, rechts): die gesamt verfügbare Leistung für die verschiedenen Ladestationen verändert sich während der Zeit je nach Verbrauch der anderen Benutzer, die mit dem gleichen Ladepunkt bzw. Elektroanschluss verbunden sind, oder je nach lokal produzierter erneuerbarer Energie. Z.B. wenn die Sonne scheint und die Photovoltaikanlage Energie produziert, können die Ladestationen ihre Ladeleistung erhöhen. Wenn sich hingegen im Gebäude ein wichtiger Verbrau-

cher aktivieren würde, dann reduziert sich die verfügbare Leistung der Ladestationen. Die einzige Beschränkung besteht darin, dass die mit dem Energieversorger vertraglich angewandte Höchstleistung nicht überschritten werden kann.

In beiden Fällen wird die erforderliche Leistung nach der in § 4.2 erläuterten Methode berechnet. Mit dem gleichen Ladeleistungsbedarf, bietet ein dynamisches System eine grössere Menge verfügbarer Ladeleistung: d.h. die Differenz zwischen der vom Netz abnehmbaren Höchstleistung, wie im Anbietersvertrag oder vom elektrischen Anschluss des Parkplatzes festgelegt, und der Leistung der anderen am gemeinschaftlichen Netz angeschlossenen Lasten. Während ein statisches System nur die benötigte Leistung auf die Ladepunkte aufteilt (Abb. 28 links), teilt ein dynamisches System die verfügbare Leistung auf (Abb. 28 rechts). Ein dynamisches System nutzt die in Abbildung 29 gezeigten Tagesschwankungen, die sogar stärker sein könnten in Präsenz von Produktionssysteme von erneuerbarer Energie, wie Photovoltaik oder Windkraftanlagen.





**Abb. 29:** Die verfügbare Ladeleistung ergibt sich aus der Differenz zwischen der vertraglich festgelegten Höchstleistung und der von anderen Belastungen verbrauchten Leistung, unter Berücksichtigung einer Reserve. Die verfügbare Energie ist die in blau gekennzeichnete Fläche und muss unter allen Fahrzeugen aufgeteilt werden.

## 4.2 Berechnung des Leistungsbedarfs

### Methode 1

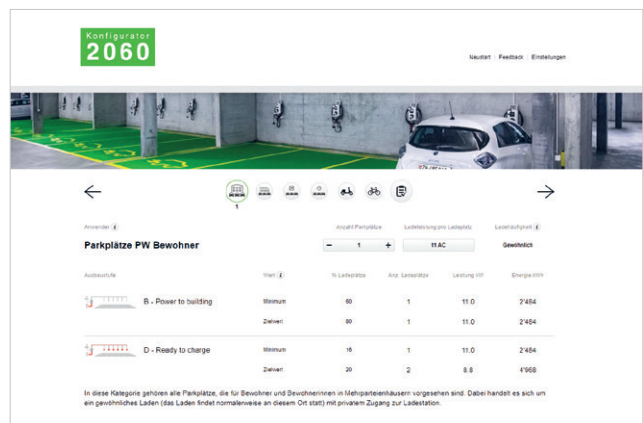
Im Allgemeinen ist die erforderliche Leistung:

$$P_{\text{Bedürfnis}} = \sum_{i=1}^{\text{Anzahl Ladepunkte}} p_i k_i$$

wobei  $p_i$  die Leistung des allgemeinen Ladepunktes ist und  $k_i$  ein Korrektorkoeffizient ist, der folgende Faktoren einschliesst:

- Gleichzeitigkeitsfaktor.
- Nutzungsfaktor.
- Wirkung des Lademanagementsystems.

Wenn das Projekt die Anzahl der Ladepunkte festgelegt hat (z.B. gemäss den Empfehlungen der SIA 2060, siehe § 5.1), muss der  $k$ -Faktor bestimmt werden. Im Allgemeinen hängt dieser Faktor von der Anzahl der Ladepunkte, den Anwenderklassen (siehe § 3.1) und der Leistung der Ladestation ab. Um die Arbeit der Projektbeauftragten zu erleichtern enthält das SIA 2060-Merkblatt auch Formeln und Tabellen, die es ermöglichen (unter Berücksichtigung des Lastmanagements) für die verschiedenen Anwenderklassen und für die unterschiedlichen Leistungen der Ladestationen  $k$  zu berechnen. Darüber hinaus steht auch eine kostenlose Webapplikation, SIA-Konfigurator<sup>4</sup>, genannt, zur Verfügung, die es ermöglicht, den Jahresbedarf und die benötigte Leistung, nach Angaben der SIA 2060-Kalkulationstabellen (Abb. 30) zu berechnen. Wenn es nur einen Ladepunkt gibt, stimmt der Leistungsbedarf mit der maximalen Ladepunktleistung überein. Alternativ kann sich der Konstrukteur bei der Berechnung des  $k$ -Faktors auf seine eigenen Methoden und Erfahrungen stützen, mit der Empfehlung, alle Parameter zu berücksichtigen, von denen er abhängt. Es ist jedoch zu beachten, dass die Berechnung des Leistungsbedarfs keine exakte Wissenschaft ist, da das Nutzerverhalten, der Ladezustand der Batterie der eFahrzeuge und die Ladeleistung nicht genau feststehende Daten sind. Darüber hinaus ist



**Abb. 30:** Nach Angabe der Ladepunktanzahl und -leistung ermöglicht diese Applikation (www.konfigurator2060.ch) den Jahresbedarf an Energie und die Gesamtleistung der Ladepunkte zu berechnen.

wichtig, den richtigen Kompromiss zwischen dem theoretischen Leistungsbedarf und der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit der Elektroanlage zu finden.

### Methode 2

Im Falle gewöhnlicher Ladeprozesse (s. § 2.1.4) kann der durchschnittliche Leistungsbedarf eines einzelnen Ladepunktes auf Basis der Menge der zu ladenden Energie (aufgrund der durchschnittlichen Fahrroute) und der Zeit, die das Auto an der Ladestation angeschlossen ist, berechnet werden. Diese Methode, wenn die Nutzergewohnheiten bekannt sind oder ausreichend gut abgeschätzt werden können, wie z.B. bei Wohngebäuden, Fuhrparks und Büros. Der Leistungsbedarf ist:

$$P_{\text{Bedarf}} = \sum_{i=1}^{\text{Anzahl Ladepunkte}} \frac{c_i l_i}{t_i}$$

Wobei  $c_i$  der Energieverbrauch in kWh/km vom Netz des Ladefahrzeugs bis zur Ladestation  $i$  ist und  $l_i$  die täglich gefahrenen Kilometer sind und  $t_i$  zur Verfügung stehende Ladezeit ist. Wenn z.B. ein eFahrzeug aufgeladen werden muss, dass 30 km pro Tag fährt (Schweizer Durchschnitt) und 8 Stunden pro Tag lädt, beträgt der tägliche Energiebedarf:

$$E = 20 \text{ kWh}/100 \text{ km} \cdot 30 \text{ km} = 6 \text{ kWh}$$

und folglich wird die durchschnittlich benötigte Leistung:

$$P = \frac{6 \text{ kWh}}{8 \text{ h}} = 0,75 \text{ kW}$$

Bei 10 Benutzer mit dem gleichen Profil bspw. werden theoretisch insgesamt 7,5 kW benötigt (und nicht 10 mal 11 kW - wenn Ladestationen mit dieser Leistung verwendet werden - d.h. 110 kW). Im realen Fall müsste natürlich auch das Worst-Case-Szenario berücksichtigt werden, bei dem mehrere Benutzer mehr Kilometer als berechnet zurücklegen oder weniger Zeit zum Laden haben, und dann könnte eine 11kW oder 22kW-Leistung installiert werden.

<sup>4</sup> www.konfigurator2060.ch

<b>Batterie Kapazität kWh</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
Ladezeit (Std.) von 3.6 kW	6.8	13.5	20.3	27	33.8
Ladezeit (Std.) von 11 kW	2.3	4.5	6.8	9.1	11.4
<b>Täglich zurückgelegte Distanz (Km)</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
Ladezeit (Std.) von 3.6 kW	1.1	2.9	4.6	5.7	11.5
Ladezeit (Std.) von 11 kW	0.4	1.0	1.5	1.9	3.9

**Tabelle 2:** Benötigte Ladezeit um eine bestimmte Energiemenge oder Reichweite zu laden.

### 4.3 Berechnung des Energiebedarfs

Je nachdem, ob es sich um eine übliche oder eine gelegentliche Ladung handelt, werden zwei Methoden vorgeschlagen (s. § 2.1.4 für die Definition dieser beiden Begriffe). Für den üblichen Ladevorgang ist der jährliche Energiebedarf so zu berechnen:

$$E_{\text{üblicher Ladevorgang}} = \sum_{i=1}^{\text{Anzahl Ladepunkte}} c_i l_i$$

Wo  $c_i$  der Energieverbrauch in kWh/km vom Netz des Ladefahrzeugs bis zur Ladestation  $i$  und  $l_i$  die jährlich gefahrenen Kilometer sind. Wenn Sie diese beiden Werte nicht kennen, können Durchschnittswerte wie im SIA 2060-Merkblatt angegeben nehmen oder andere Quellen verwenden. Für den gelegentlichen Ladevorgang hingegen:

$$E_{\text{gelegentlicher Ladevorgang}} = \left( \sum_{i=1}^{\text{Anzahl Ladepunkte}} P_i k_i \right) t$$

Dabei steht  $P_i$  für die maximale Leistung der Ladestation (in kW),  $k_i$  für einen Korrekturfaktor und  $t$  für die jährliche Stundenanzahl. Auch in diesem Fall beinhaltet  $k$  den Gleichzeitigkeits- und den Nutzungsfaktor und hängt auch von der Leistung der Ladestation ab. Die Energie kann auch mit der Webanwendung SIA Konfigurator berechnet werden.

### 4.4 Berechnung der Ladezeiten

Die Ladezeit ergibt sich aus:

$$t_{\text{Ladevorgang}} = \frac{E_{\text{Ladevorgang}}}{P} (1 + k)$$

Wo  $E_{\text{Ladevorgang}}$  die zu ladende Energie in kWh darstellt,  $P$  die Ladeleistung welche in nachstehenden Fällen:

- Für die Fahrzeuge die mit Ladebetriebsart mode 3 laden: der Nennleistung der Ladestation (in kW) gleichkommt oder des On-board-Ladegeräts, wenn

niedriger als die Nennleistung der Ladestation

- Für die Fahrzeuge die mit Ladebetriebsart mode 4 laden: der Nennleistung der Ladestation (in kW) gleichkommt oder der maximalen Ladeleistung im mode 4 des Fahrzeuges, wenn niedriger als die Nennleistung der Ladestation.
- Für die Fahrzeuge ein externes (Off-board) Ladegerät verwenden (bspw. eBikes): der Nennleistung des Ladegeräts gleichkommt.

$k$  ist ein Faktor, der die Effizienz und die Tatsache berücksichtigt, dass der Ladevorgang nicht bei konstanter Leistung erfolgen kann. Für indikative Berechnungen kann  $k = 0,2$  verwendet werden.

Möchten wir z.B. an einer Ladestation mit 3.6 kW Nennleistung (= Leistung des On-board-Ladegeräts) 17 kWh laden (= Energiebedarf um eine Distanz von 100 Km zurückzulegen), dann ergibt sich eine theoretische Zeit von 4.6 Stunden ( $17/3,6$ ), wobei die tatsächliche Zeit 5.5 Stunden beträgt. Der Energiebedarf ist von der Fahrzeugnutzung abhängig.

Generell ist eine komplette Ladung des Fahrzeuges eine Ausnahme: in den meisten Fällen wird nur die Energie geladen, die benötigt wird, um die tägliche Durchschnittsstrecke zu bewältigen. Einen typischen Energieverbrauch des Fahrzeuges (von Wand zu Rad) von 17 kWh/100 km voraussetzend, zeigt Tabelle 2 die Ladezeiten sowohl für die komplette Batterieladung als auch für den Energiebedarf einer bestimmten täglichen Strecke. Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, braucht die vollständige Ladung einer Batterie mehrere Stunden, wenn man hingegen den täglichen Energieverbrauch berücksichtigt, sind die Ladezeiten ausgesprochen niedriger.

# 5. Ausbaustufen A und B: Empfehlungen für die Vorbereitung

Das Hauptziel nachstehender Empfehlungen besteht darin, dass die Anforderungen der Elektromobilität auf Gebäudeebene sowohl bei Neu- als auch umfassende Umbauten integriert werden, nach den Ausbaustufen A und B der SIA 2060.

Bei der Planung und dem Bau eines neuen Gebäudes oder einer grösseren Renovierung bedeutet die Konformität mit den Ausbaustufen A und B der SIA 2060, alles Notwendige bereitzustellen, um die Stromleitungen und möglicherweise die Kommunikation zu den Ladepunkten zu bringen, ohne später Bauarbeiten durchführen zu müssen. Dazu ist es notwendig, Folgendes zu definieren:

- Anzahl der Parkplätze, auf denen es eine Ladestation geben wird, und ihre Lage;
- Art der Ladepunktes, der den vorgesehenen Nutzerkategorien am besten entspricht;
- Position der Ladepunkte und Grösse der Parkplätze unter Berücksichtigung der Grösse der zukünftigen Ladestationen;
- Aufbau der Stromversorgungssystem (z.B. Rohre, Kanäle, Stromschienen), einschliesslich der Kommunikationsleitungen.

## 5.1 Definition der Anzahl Parkplätze

Die Anzahl der Parkplätze, die in Zukunft mit einer Ladestation ausgestattet werden sollen, hängt von den Anwenderklassen und dem Fahrzeugtyp ab. Als Alternative zu den Anforderungen der SIA 2060, d.h. dass 100% der Parkplätze so vorbereitet werden, dass sie künftig mit einer Ladestation ausgestattet werden können, wird empfohlen, Tabelle 3 zu verwenden. Diese Tabelle gibt den Prozentsatz der vorzubereitenden Parkplätze an, für die verschiedenen Fahrzeugklassen und -typen. Dieser Prozentsatz bedeutet nicht, dass für jeden Parkplatz eine Ladestation vorhanden sein muss: wie in § 2.1.3 für PKWs/Lieferwagen und § 2.4 für Zweiräder erläutert, kann eine Ladestation auch das gleichzeitige Aufladen mehrerer Fahrzeuge ermöglichen.

Bei Gebäuden mit mehreren Anwenderklassen (z.B. ein Gebäude mit Wohn- und gewerblicher Nutzung) sind die Prozentsätze natürlich auf die Anzahl der Parkplätze die für jede Anwenderklasse bestimmt sind, anzuwenden. Die letzte Anwenderklasse (in § 5.2 vertieft behandelt) erfordert schnelles Aufladen. In diesem Fall sollten Investoren und Planer darauf hingewiesen werden, dass in Kontexten, in denen die grösste Nachfrage nach einer Schnellladeinfrastruktur erwartet wird, z.B. auf Autobahnrastplätzen oder Raststätten in der Nähe von Autobahnausfahrten, es angebracht ist von vornherein eine Erweiterung der Lademöglichkeiten vorzusehen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in Zukunft auch die leistungsstärksten Motorräder, die Kapazität haben werden, schnell aufzuladen, es ist jedoch nicht notwendig, besondere Plätze vorzusehen, da sie dieselbe Schnellladestation wie Autos benutzen werden.

Für eBikes wird empfohlen keinen Parkplatz mit Lademöglichkeit für die Bewohner vorzusehen, da das Aufladen durch die Entfernung der Batterie in der Wohnung erfolgt.

Anwenderklassen	% Parkplätze mit Lademöglichkeit			Bemerkungen
	Autos/ Lieferwagen	Fahrräder	Motorräder, Kleinfahrzeuge	
Parkplätze Bewohner	100%	0%	100%	Bsp.: Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen.
Parkplätze Flotten	100%	100%	100%	Nicht explizit in der SIA 2060 erwähnte Klasse, zur Kontinuität mit den vergangenen Ausgaben des Ratgebers beibehalten.
Parkplätze Beschäftigte	20-40%	100%	100%	
Parkplätze Kunden/Besucher	20-40%	100%	100%	Zu dieser Kategorie gehören Kundenparkplätze von Geschäften, Restaurants, Hotels inkl. öffentliche Parkplätze und Tiefgaragen, die Besucherparkplätze bei Büros u. Gewerbe.
Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise	Mindestens 8 Parkplätze	N/A	N/A	Bsp.: Autobahnraststätten und andere Schnellladeplätze. Diese Klasse ist nur für Autos und Lieferwagen.

**Tabelle 3:** Anzahl Parkplätze, die für die künftige Installation von Ladepunkten vorbereitet sind, je nach Anwenderklasse. \*für Autobahnrastplätze

Anwenderklassen (M1 u. N1)	Ladebetriebsart (mode)	Anz. der Parallel-Lad. pro Station	Max. Anschlussleistung	Stationstyp	Bemerkungen
Parkplätze Bewohner	3 (4)	1	11 kW	sleep&charge	
Parkplätze Flotten	3	1	11 kW	work&charge	Es wird empfohlen, Ladestationen zu verwenden, die in der Lage sind, 2 Fahrzeuge parallel zu laden, um das elektrische System zu optimieren.
		2	22 kW		
Parkplätze Beschäftigte	3	1	11 kW	work&charge	Es wird empfohlen, Ladestationen zu verwenden, die in der Lage sind, 2 Fahrzeuge parallel zu laden, um das elektrische System zu optimieren.
		2	22 kW		
Parkplätze Kunden/Besucher	3	1	11 kW	sleep&charge	Es wird empfohlen, Ladestationen zu verwenden, die in der Lage sind, 2 Fahrzeuge parallel zu laden, um das elektrische System zu optimieren.
		2	22 kW		
Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise	4	2	43 kW bis zu 150 kW	coffee&charge capuccino&charge espresso&charge	Notwendig, wenn der Bedarf besteht, ein Fahrzeug zwischen 2 Einsätzen zu laden. Die Leistung hängt davon ab, wie viel Energie zwischen den beiden Nutzungen geladen werden muss und der Anzahl Fahrzeuge, die zu laden sind.  Eine zusätzliche Dienstleistung, die den eigenen Kunden/Besucher zur Verfügung gestellt wird. In diesem Fall hängt die Leistungsstufe von der Wahl des Auftragsgebers ab.
		4	350 kW	espresso&charge ristretto&charge	

**Tabelle 4:** Empfohlener Ladepunkttyp für PKWs und Nutzfahrzeuge (M1 u. N1) je nach Anwenderklassen.

Anwenderklassen (Fahrräder und andere 2-räder)	Ladebetriebsart (mode)	Anz. der Parallel-Lad. pro Station	Max. Anschlussleistung	Bemerkungen
Parkplätze Bewohner	Standardsteckdose	-	-	Die Ladung wird im Haus getätigt: Auf dem Parkplatz ist keine Infrastruktur vorzusehen
Parkplätze Flotten		von 4 bis 10	3,6 kW	Zur Kostenoptimierung sollte jede Station nicht weniger als 4 Stellplätze versorgen. Es werden Konfigurationen mit 6/8/9/10 Stellplätzen empfohlen.
Parkplätze Beschäftigte				
Parkplätze Kunden/Besucher				

**Tabelle 5:** Empfohlener Ladepunkttyp für eBikes und andere 2-Räder mit austauschbaren Akkus, je nach Anwenderklasse.

Anwenderklassen (Motorräder u. 4-rädrige LFZ)	Ladebetriebsart (mode)	Anz. der Parallel-Lad. pro Station	Max. Anschlussleistung	Bemerkungen
Parkplätze Bewohner	1 (2)	1	3,6 kW	Der Ladevorgang erfolgt mittels einer Standardsteckdose (T23)
Parkplätze Flotten		1	3,6 kW	Anzahl Parallelladungen = 1, bedeutet, dass man sich an eine Standard-Steckdose (T23) anschliesst. Um die Kosten zu optimieren, können die Steckdosen in einer Ladestation gruppiert werden
Parkplätze Beschäftigte		(3)	11 kW	
Parkplätze Kunden/Besucher		3	11 kW	Um eine missbräuliche Nutzung von Elektrizität zu vermeiden, wird empfohlen, die Steckdosen in einer Ladestation zu gruppieren

**Tabelle 6:** Empfohlener Ladepunkttyp für Motorräder und 4-rädrige LFZ, je nach Anwenderklasse.



**Abb. 31:** Beispiel einer mobilen Ladestation mit CEE-Stecker (Quelle: EVTEC).



**Abb. 32:** Wall Box auf Halterung mit Rädchen.

## 5.2 Definition der Ladepunkte

Vorauszusagen welche Ladesysteme - d.h. ob der Ladepunkt eine einfache Steckdose oder eine Ladestation sein soll - Leistung und Anzahl Ladepunkte pro Station installiert werden sollen, hängt von der Art des Fahrzeugs und den Anwenderklassen ab.

Empfehlungen für die verschiedenen Fahrzeugtypen sind in den Tabellen 4, 5 u. 6 aufgeführt. Jede Tabelle zeigt die Ladebetriebsart (s. § 2.1.1 für die Definition der Ladebetriebsarten), die empfohlene Anzahl paralleler Ladungen für jede Ladestation, die maximale Anschlussleistung für jede Ladestation bzw. Steckdose und den empfohlenen Ladestationstyp (s. § 3.3 für die Definition des Stationstyps). Wenn eine Ladebetriebsart in Klammern erscheint, bedeutet dies, dass es sich um eine Option handelt. Wenn von der Anzahl paralleler Ladungen die Rede ist, bedeutet es nicht unbedingt, dass die Ladestation über die gleiche Anzahl von Ladepunkten verfügt: Es gibt zum Beispiel Schnellladestationen mit 4 Punkten, die aber gleichzeitig 2 Punkte mit Strom beliefern können.

Für Pkw (M1) und Lieferwagen (N1) enthält Tabelle 4 Empfehlungen und mögliche Optionen für die verschiedenen Anwender.

Wenn im Fall von Parkplätzen für Flotten und Kunden/Besucher die Absicht des Auftragsgebers bezüglich einer möglichen zukünftigen Installation von mode 4-Ladestationen nicht bekannt ist, wird empfohlen 75% der vorgesehenen Ladestationen für das Laden von Autos in der Ladebetriebsart 3 vorzubereiten und die verbleibenden 25% hingegen für das Laden in der Ladebetriebsart im mode 4.

Statt einen oder mehrere Plätze für eFahrzeuge zu reservieren, kann es in einigen Fällen von Nutzen sein, mobile Ladestationen (Abb. 31) oder auf Halterung mit Rädchen montierte Wall Boxen (Abb. 32) zu haben. Diese können, je nach Bedarf, dort positioniert werden, wo ein Fahrzeug zu laden ist. Diese Lösung kann sich z.B. bei Autowerkstätten oder –Händlern nützlich erweisen, um Kundenautos zu laden, wenn diese dort abholbereit stehen oder sich zur Wartung in der Werkstatt befinden. Mit einigen CEE-Steckdosen könnte man in einer Werkstatt u./o. im Parkplatzbereich flexibel alle zur Verfügung stehende Plätze nutzen. Mobile Ladestationen können auch im Aussenbereich eingesetzt werden, in dem CEE-Stecker an einer Wand, an Säulen oder in Schächte montiert werden.

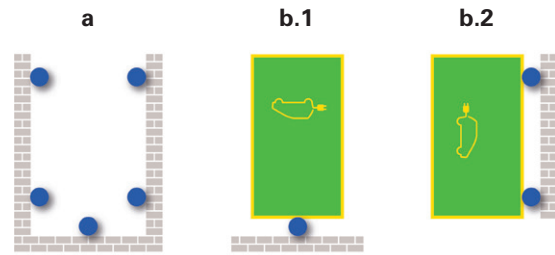
Für Fahrräder und andere Zweiräder mit herausnehmbaren Batterien empfehlen wir Folgendes (s. Tabelle 5) vorzusehen.

Tabelle 6 zeigt die Empfehlungen für Motorräder und vierrädrige Leichtfahrzeuge auf. Die Werte in Klammern bedeuten, dass es sich um Optionen handelt. Da es sich bei der Ladestation um eine Standardsteckdose handelt, hat die Ladebetriebsart im mode 2 keinen Einfluss auf den Ladestationstyp.

Unabhängig von der Fahrzeugart wird empfohlen, Wall Box Stationen immer dort zu verwenden, wo es möglich ist, die an den Parkplatz angrenzenden Wände zu nutzen und Säule- oder Kandelaber-Lösungen dort, wo es keine Alternativen zu Wall Boxen gibt (z.B. im Freien oder bei coffee&charge oder leistungsfähigere Ladestationen in einem geschlossenen Ort). Momentan sind auf dem Markt nur Lösungen des Säule-Typs erhältlich.



**Abb. 33:** Beispiel eines Flottenparkplatzes, der schon für mehrere Ladepunkte dimensioniert wurde (Quelle: Invisia).



**Abb. 34:** Mögliche Installationspunkte der Ladestation (mit blauen Kreisen gekennzeichnet) bei Parkplätzen für Einfamilienhäuser. Fall **a**: Variante mit überdachtetem Stellplatz/Garage, **b.1** und **b.2**: Parkplätze im Freien.

### 5.3 Layout Ladeplätze

#### Autos

Im Allgemeinen ist für Ladeplätze, die für eFahrzeuge vorgesehen sind, verglichen mit standardmässigen Parkplätzen, eine grössere Fläche erforderlich (Raum für das Ladekabel, eventueller seitlicher Anschluss usw., Abb. 33). Aus diesem Grund wird empfohlen, die Ladepunkte mit einer grösseren Parkfläche auszustatten: +60 cm Breite und +40 cm Länge.

Im Fall von Wall Box-Ladestationen für einzelne Autos liegt die geeignetste Position für die Installation der Ladestation dem Autoparkplatz gegenüber (Abb. 34, Fall b.1). Im Fall von Parkplätzen, die in Längs oder Querrichtung angeordnet sind und bei denen der Ladepunkt seitlich angeordnet werden kann, wird empfohlen, den Anschluss im vorderen oder hinteren Viertel des Stellplatzes zu positionieren (Abb. 34, Fall b.2). Falls die Ladestation innerhalb eines überdachten Stellplatzes/einer Garage (Abb. 34, Fall a) seitlich untergebracht werden soll, wird die Beifahrerseite empfohlen (von wo der überdachte Stellplatz normalerweise betreten wird). Falls kein Einbauraum (Nische) für die Installation der Wall Box-Ladestation vorgesehen wird, muss beim Festlegen der Abmessungen des Parkplatzes das erforderliche Volumen der Ladestation berücksichtigt werden (gängigste Abmessungen: HxBxT 60x50x30 cm). Diese Anordnungen sind auch für Ladestationen des Typs Säule für einzelne Autos empfohlen.

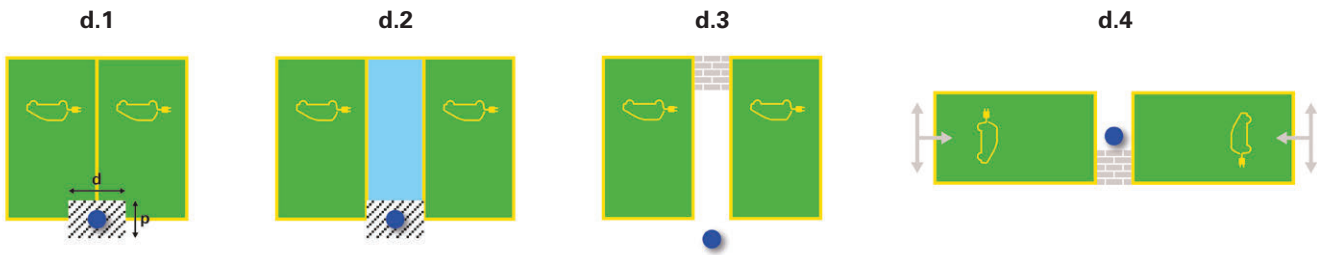
Im Fall von Ladestationen die zwei Fahrzeuge gleichzeitig laden können, wird empfohlen, die Installationspunkte der Ladestationen so vorzubereiten, dass jede Station zwei Parkplätze versorgen kann (Abb. 35). Es ist auch ratsam, die Kombination von 2 Autoparkplätzen mit 1 Abstellplatz für Motorräder/Vierräder zu berücksichtigen (Abb. 35 d2 und Abb. 36). Wenn es nicht möglich ist, die Station ausserhalb der Parkfläche zu

installieren (Abb. 37 u. Abb. 38), muss beim Festlegen der Zugänglichkeit des Parkplatzes das Volumen der Säule-Ladestation (inkl. Schutzbügel),  $d \approx 80$  cm,  $p \approx 60$  cm, berücksichtigt werden. Zur Maximierung der Sicherheit wird empfohlen, die Ladestation gegenüber dem Strassenniveau in einer erhöhten Position zu installieren (analog zu den Zapfsäulen). Aufgrund ihrer Grösse müssen mehr Ladestationen immer ausserhalb der Parkplatzfläche installiert werden.

Bei Stationen, die 4 Fahrzeuge gleichzeitig laden können, wird empfohlen, die Station wie in Abb. 39 einzurichten.

Da von einer künftig stark erhöhten Nachfrage an Schnell-Ladevorgängen auszugehen ist, sollten, dort wo Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise vorgesehen sind, Zonen bevorzugt werden, die es ermöglichen, bei Bedarf die Erweiterung um weitere angrenzende Stellplätze durchzuführen (Abb. 40). Bei der Wahl des Standortes sollte zusätzlich darauf geachtet werden, dass dieser für die Entwicklungen Schnellladung-Technologie geeignet ist. Angesichts der ständigen Verbesserung der Speichersysteme für elektrische Energie wird künftig mit grosser Wahrscheinlichkeit die Installation von Puffer-Speichersystemen an Autobahnraststätten interessanter werden, um Lastspitzen beim Netzanschluss zu verringern. Abb. 41 zeigt ein Auslegungsbeispiel mit Speichersystem.

Eine zusätzliche mögliche Entwicklung ist die vorgesehene Steigerung der Ladeleistung, welche zukünftig die Ladung eines Fahrzeuges in nur 10 Minuten ermöglichen könnte. Angesichts der zu erwartenden immer kürzeren Ladezeiten könnten an den Autobahnraststätten künftig Ladepunkte installiert werden, die eine ähnliche Auslegung ausweisen, wie die aktuellen Tanksäulen (Abb. 42).



**Abb. 35:** Mögliche Installationspunkte einer Ladestation (mit blauen Kreisen gekennzeichnet) die gleichzeitig 2 Autos laden kann. Fälle **d.3** und **d.4** beziehen sich auf Parkplätze in Parkhäusern, die sich in der Nähe von tragenden Säulen befinden: hier ist es möglich, den Raum vor den Säulen, für die Installation der Station zu nutzen, ohne die Grösse der Parkplätze neu festlegen zu müssen.



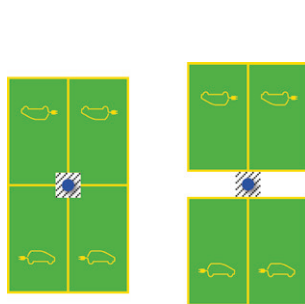
**Abb. 36:** Gutes Beispiel einer Station des Typs "Säule" zur gleichzeitigen Versorgung von 2 Autos und eines Motorrads/vierrädrigen Fahrzeugs (Layout **d.2**, Abb. 35).



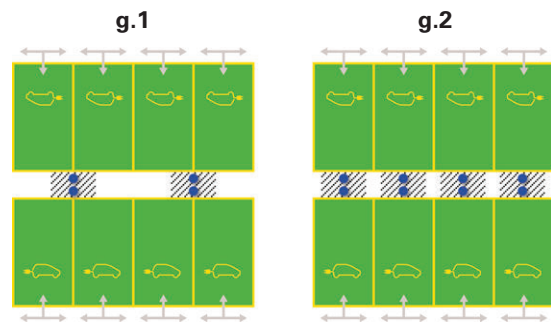
**Abb. 37:** Ladestation für normales/beschleunigtes Laden für Besucherparkplätze im Aussenbereich (Quelle: EKZ).



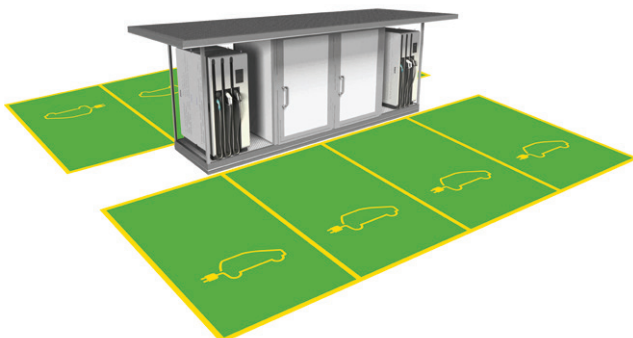
**Abb. 38:** Ladestation für schnelles Laden ausserhalb der Ladefläche positioniert.



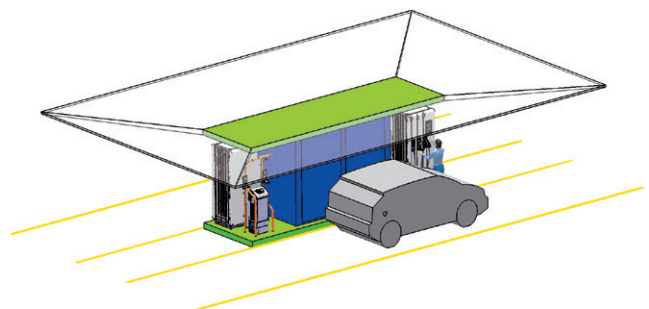
**Abb. 39:** Installation einer Ladestation, die 4 Fahrzeuge gleichzeitig aufladen kann, wobei die Station innerhalb (links) oder ausserhalb (rechts) der Parkplätzen installiert wird.



**Abb. 40:** Mögliche Auslegungen der Ladepunkte bei Autobahnraststätten. Fall **g.1** zeigt "parallele" Stationen, Fall **g.2** hingegen "serielle" Stationen.



**Abb. 41:** Auslegungsmöglichkeit einer künftigen Ladestation von eFahrzeugen an einer Autobahnraststätte mit 4 "parallelen" Stationen und einem zentralen Speichersystem.



**Abb. 42:** Auslegungsmöglichkeit einer künftigen Ladestation von eFahrzeugen an einer Autobahnraststätte.

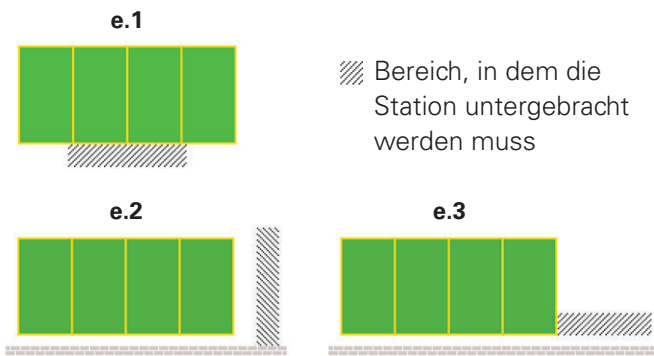


Abb. 43: Installationsmöglichkeiten von Stellplätzen und Ladestationen für eBikes.

Generell wird bei Stellplätzen im Freien empfohlen, die Installation eines Schutzdachs einzuplanen, damit der Ladevorgang auch bei schlechtem Wetter auf komfortablere Weise abwickeln kann.

### eBikes

Wie in § 5.2 erläutert, interessieren die Flächen mit Ladepunkt die Anwenderklassen der Flotten-, Beschäftigten-, und Kunden/Besucher-Parkplätze. In diesen Kontexten wird empfohlen, alle Flächen für eBikes in der Nähe des geplanten Installationspunkt der Ladestation zu gruppieren. Zusätzlich zu der Oberfläche, die von den eBikes-Abstellflächen und der Ladestation eingenommen wird, sollte genügend Platz für den Zugang von Radfahrern zur Station selbst vorgesehen werden. Abbildung 43 zeigt mögliche Layout-Beispiele.

Bei Stellplätzen im Freien wird empfohlen, die Möglichkeit der Installation eines Schutzdachs einzuplanen, um die Batterie auf komfortablere Weise einsetzen und entnehmen zu können.

### Elektrische Motorräder und vierrädrige Leichtfahrzeuge

Die geeignetste Position für die Installation des Ladepunkts (Steckdose T23 230 V - 16 A) befindet sich ge-

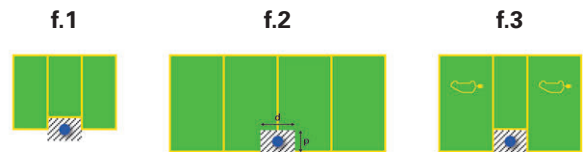


Abb. 44: Mögliche Installationspunkte der Ladestation (mit blauen Kreisen gekennzeichnet) für Motorräder und vierrädrige Leichtfahrzeuge an den öffentlichen Parkplätzen und Parkhäusern. Im Fall f.1 versorgt die Station drei Stellplätze für Motorräder. In Fall f.2 versorgt sie drei Stellplätze für vierrädrige Leichtfahrzeuge, während in Fall f.3 zwei Parkplätze für vierrädrige Leichtfahrzeuge mit einem Parkplatz für Motorräder kombiniert werden.

genüber der entsprechenden Parkfläche. Für die Anwenderklassen Flotten, Beschäftigte, Kunden/Besucher wird empfohlen, die Wall Box oder Totem vor der zentralen Fläche zu platzieren (Abb. 44). Es besteht auch die Möglichkeit, die Fläche für vierrädrige Leichtfahrzeuge und Motorräder mit derjenigen zweier Autos zu kombinieren, so dass alle drei von einer Totem-Station bedient werden (Abb. 35, Fall d2).

### Bemerkungen:

Generell wird empfohlen, bei Parkplätzen im Freien eine Überdachung anzubringen, um die Ladestation vor Regen zu schützen und dies bei der Gestaltung der Parkplätze zu berücksichtigen (Abb. 45).

Ist die Ladestation in einem Bereich geplant, in dem der Durchgang von Rollstühlen vorgesehen ist, darf ihre Positionierung unter Berücksichtigung der Ladekabel nicht den Durchgang der Rollstühle behindern bzw. erschweren. In Kontexten, in denen Parkplätze für Menschen mit Behinderungen bzw. mit Rollstuhl zwingend sind (s. SIA 500/SN 521 500), wird empfohlen bei unter 25 Ladeplätzen wenigstens einen mit den für Menschen mit Rollstuhl angebrachten Abmessungen auszustatten; 2 bei Ladeplatzkapazitäten von 26 bis 50 Plätzen, 3 bei Ladeplatzkapazitäten von 51 bis 75 Plätzen und 4 bei Ladeplatzkapazitäten von 76 bis 100 Plätzen (z.B. gemäss kalifornischem Reglement).



Abb. 45: Beispiel von Ladestationen mit Vordach (Quelle: Gofast).





**Abb. 46:** CEE-Steckdose mit integriertem T23-Anschluss (z.B. für elektrische Motorroller, Staubsauger usw.): sinnvolle Lösung für Zähler, die nicht in der Ladesäule integriert sind, sondern sich bergwärts des Anschlusses („connecting point“) befinden.

## 5.4 Vorbereitungen für das Stromversorgungs- und Kommunikationssystem

Bei der Planung eines Neubaus oder einer Renovierung kann es sein, dass die Art der Ladeinfrastruktur noch nicht definiert ist, weshalb die in diesem Kapitel vorgestellten Vorkehrungen auf maximale Flexibilität ausgelegt sind. Je nach Lademanagementsystem müssen die Ladestationen z.B. kaskadenförmig vernetzt oder eins zu eins mit einem Server oder Router verbunden werden, während der Planungsphase ist es ratsam beide Optionen vorzusehen, um dann eine grössere Wahlfreiheit zu ermöglichen.

### 5.4.1 Vorbereitungen für Ausbaustufe A

Vorbereitungen sind für die zukünftige Installation der Ladestationen erforderlich, daher:

- Das Laden von eBikes erfordert keine besonderen Vorbereitungen bei den Bewohner-Parkplätzen, da die Batterien zu Hause aufgeladen werden.
- Die Vorbereitung für das Laden von elektrischen Motorrädern und vierrädrigen Leichtfahrzeugen bei Abstellflächen, die nicht mit einer Lademöglichkeit ausgerüstet sind (s. § 5.2), besteht ausschliesslich aus einer Anschlussmöglichkeit mit standardmässiger Steckdose des Typs T23 (230 V-16 A) (Abb. 46).

Bei Einfamilienhäusern sind die empfohlenen Vorbereitungen für die künftige Einrichtung von Ladestationen folgende:

- Rohr für die Stromleitung vorsehen, der für die vorgesehene Leistung ausreichend ist (§ 4.9) und den Hauptverteiler des Gebäudes mit dem vorgesehenen Ladepunkt am Autoparkplatz verbindet.
- Am Hauptverteiler bzw. Schaltanlage ist den notwendigen Raum für die Schutzvorrichtungen der Leitung und des Ladepunkts vorsehen, da einige Wall Box-Ladestationen keinen integrierten FI/LS-Schutzschalter aufweisen.
- Gemeinsam mit dem Rohr für die Stromleitung ist

ein Rohr zur Unterbringung der Kommunikation (Ø 25 mm) vorzusehen, das den vorgesehenen Ladepunkt am Autoparkplatz mit der Hauptverteilung/technikraum des Gebäudes verbindet.

Bei Mehrfamilienhäusern und anderen Anwenderklassen, sind die empfohlenen Vorbereitungen für die künftige Einrichtung von Ladestationen folgende:

- Am Hauptverteiler bzw. der Schaltanlage ist der notwendige Raum für die Schutzvorrichtungen der Leitung und für die Zähler vorzusehen. Der erforderliche Raum für die Installation eines intelligenten Verwaltungssystems für die Ladevorgänge muss ebenfalls in Betracht gezogen werden<sup>5</sup>.
- Elektrische Schaltanlage: Bei grossen Entfernungen zwischen den vorgesehenen Ladepunkten und dem Hauptverteiler wird die Installation einer elektrischen Schaltanlage an den Parkplätzen empfohlen, die für eFahrzeuge vorgesehen sind. Bei der Auslegung des Anschlusses zwischen Schaltanlage und Hauptverteiler muss die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass alle Ladepunkte gleichzeitig angeschlossen werden. Gemeinsam mit dem Rohr oder Schiene für die Stromleitung ist ein Rohr zur Unterbringung der Kommunikation (Ø 25 mm) vorzusehen, das die Schaltanlage mit dem Hauptverteiler verbindet. Für die Anwenderklasse Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise ist, aufgrund der benötigten hohen Leistungen, die Einrichtung einer sekundären Schaltanlage zwingend.
- Für die Stromleitung Rohre oder Sammelschienen vorsehen, welche für die vorgesehene Leistung ausreichend dimensioniert sind (§ 4.9) und den Hauptverteiler des Gebäudes/der sekundären Schaltanlage mit den geplanten Ladestationen an den Autoparkplätzen verbinden. Bei der Auslegung muss die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass alle Ladepunkte gleichzeitig angeschlossen werden.

<sup>5</sup> Der Markt bietet eine Vielfalt von Modellen an und somit ist es schwer genaue Masse vorzuschreiben: man sollte ein geringeres Volumen als das eines klassischen PCs in der "Tower"-Ausführung vorsehen.

<b>Anschluss</b> <b>Ladeleistung</b>	1 x 16 A 3.7 kW	1 x 32 A 7.4 kW	3 x 16 A 11 kW	1 x 63 A 14.5 kW	3 x 32 A 22 kW	3 x 63 A 43.5 kW	3 x 80 A 55 kW	3 x 143 A 98 kW	3 x 300 A 207 kW
<b>Langsam / Normal</b>	M25								
<b>Beschleunigt</b>		M32	M25						
<b>Schnell</b>				M40	M40				
<b>Superschnell</b>						M50	M50		
<b>Ultraschnell</b>								Ø65	Ø100

**Tabelle 7:** Darstellung des Anschlussstyps (Strom) und des Rohrdurchmessers (mm) für die vorgesehene Stromleitung gemäss der elektrischen Leistung, die von der Ladestation gefordert wird. Die Masse sind Richtwerte und berücksichtigen ein B2-Baukonstruktion Elektrokabel in Rohr in Beton), und werden auf Basis des Typs und Installationsort neu eingearbeitet.

- Gemeinsam mit den Rohren für die Stromleitung muss die Verlegung von Verbindungsrohren geplant werden, um die Kommunikation (Ø 25 mm) zwischen dem Hauptverteiler des Gebäudes/der Schaltanlage und den verschiedenen Ladepunkten unterzubringen. Zusätzlich beachten, dass die Ladestationen kaskadiert werden können.
- Im Bereich, in dem die Haupt-/Nebenschalttafel installiert werden soll, einen Internetanschluss zur vorsehen.
- Falls eine Kabel-Internetverbindung nicht möglich ist, sollte ein Mobil Empfang (3G/4G/5G) gewährleistet sein, zur Not per Repeater, um die Benutzung via App zu gewährleisten und Not- oder Supportanrufe zu tätigen.

Generell wird empfohlen auch die Photovoltaik-Vorbereitung mit Speicher vorzusehen:

- Den nötigen Platz für die Unterbringung der Pufferbatterie und der Energieumwandlungssysteme (Umrichter usw.) sowie für das Anschlussrohr Technikraum-Dach vorsehen. Die Dimensionierung muss sich nach dem Gebäude und den Abmessungen der installierbaren Photovoltaikanlage richten.
- Genügend Breite der Zugänge/Türen, für den Durchgang der Batterien, vorsehen.

Im Fall, dass die Einrichtung einer Ladestation kurzfristig vorgesehen ist, werden nachstehende Grundvorbereitungen je nach Ladestationstyp vorgeschlagen:

- Bei einer Wall Box: Aufputz Kästen mit einer Platte anbringen, um das Eindringen von Staub/Wasser zu vermeiden.
- Bei einer Säule-Ladestation: Installation eines Schachts zum Abdecken der Leitungen am vorgesehenen Punkt für die Ladestation.
- Bei einer Kandelaber-Ladestation: für Lichtkabel und Ladestationsversorgungskabel dimensionierte Rohre in die Erde verlegen.

#### Anmerkung zur Bidirektionalität:

Die Vorbereitung für die Installation von bidirektionalen Ladevorrichtungen wird automatisch durch das Vorhandensein eines Rohrs zur Unterbringung der Kommunikation zwischen Ladepunkt und Hauptverteiler bereitgestellt. Diese Kommunikationsmöglichkeit kann verwendet werden, um die Einspeisung der im Auto gespeicherten elektrischen Energie in das Stromnetz zu regeln.

#### 5.4.2 Vorbereitungen für Ausbaustufe B

Zusätzlich zu den Vorbereitungen für die Ausbaustufe A muss der Anschluss an das Stromnetz dimensioniert werden, indem der benötigten Ladeleistung (s. § 4.2 zur Berechnung) diejenige, die von anderen Nutzern benötigt ist, addiert wird.

#### 5.4.3 Übersichtstabelle: Rohrdurchmesser

Tabelle 7 fasst die empfohlenen Rohrdurchmesser für die Stromleitung je nach Anschlussleistung der vorgesehenen Ladestation zusammen<sup>6</sup>. Für die Kommunikationsleitungen wird die Installation von Rohren mit einem Ø von 25 mm empfohlen.

<sup>6</sup> Der elektrische Anschlussstyp, welcher im Bereich der Schnellladung gebraucht wird, variiert je nach Ladestationstyp. In der Tabelle werden Beispiele von elektrischen Anschlüssen, welche verschiedene auf dem Markt erhältliche Schnellladestationen charakterisieren, aufgezeigt.

# 6. Ausbaustufen C1 und C2: Empfehlungen für die Erstellung der Stromversorgungsanlage

Hauptanliegen nachstehender Empfehlungen ist es, Ratschläge zu vermitteln für die Einrichtung der Versorgungsanlage der Ladepunkte, so dass das Gebäude den Ausbaustufen C1 oder C2 der SIA 2060 entspricht.

Die Übereinstimmung mit den SIA 2060-Ausbaustufen C1 oder C2 bedeutet, dass die Stromversorgungsleitungen an den Ladepunkten entworfen und installiert werden müssen. Dazu ist es notwendig:

- Wenn die vom Ladepunkt gefragte Höchstleistung bekannt ist, welche an Hand der berechneten Leistungen berechnet wird (s. §4.2), mit der Dimensionierung der Kabel und der elektrischen Schutzvorrichtungen fortzufahren, gleich wie bei anderen elektrischen Geräten.
- Die Versorgungsart der Ladestation zu wählen
- Zu entscheiden, wie die Ladepunkte mit Strom versorgt werden.
- Zu definieren wie die elektrische Anlage für den Anschluss der Ladestationen einzurichten ist.

Mit Ausnahme der elektrischen Anlage, die den Normanforderungen folgen muss, sind für alle anderen Aspekte mehr Lösungen möglich: nachstehend Empfehlungen für die Wahl der passendsten Lösung.

## 6.1 Empfehlungen für die Wahl der Versorgungsart der Ladestationen

Es gibt zwei Arten die Ladestation mit dem Versorgungsnetz zu verbinden:

- Fix.
- Mittels Stecker und fixer Steckdose.

Je nach Lösung ist der Anschlusspunkt (Abb. 47) zwischen Fahrzeug und Netz/Ladestation von der NIN2020 (7.22.2.2) als der Punkt bezeichnet, in dem ein eFahrzeug mit einer festen Einrichtung verbunden wird. Also stimmt dieser überein mit dem:

- Steckverbinder zwischen Fahrzeug und Ladestation, wenn die Ladestationen fest mit dem Netz verbunden sind.
- Steckverbinder zwischen Ladestation und Netz, wenn die Ladestation mittels Stecker an eine feste Steckdose verbunden ist (Abb. 31 u. Abb. 48).

Die Wahl des Anschlusspunktes wird von Mal zu Mal gewertet und hat eine Auswirkung auf die Anforderungen der elektrischen Anlage wie in § 6.2 gezeigt.



Abb. 47: Mobil- und Festanschluss.



**Abb. 48:** Vorrichtung für eine spätere Ladestation mit CEE-Stecker und LAN-Verbindung. Optimale Lösung für die Einfügung der Ladestation in ein Lademanagement- und/oder Zutritts- und Bezahlssystem.

Die erste Variante wird empfohlen, wenn:

- Nicht vorgesehen wird, die Ladestation zu ersetzen.
- In öffentlichen Bereichen oder in jeglichen anderen Kontexten, in denen die Präsenz einer frei zugänglichen Steckdose nicht zu empfehlen ist.

Die zweite Variante ist vor allem an privaten Standorten besonders angebracht, in denen man die Einrichtungsflexibilität bevorzugen möchte. Die Ladestation ist nämlich leicht:

- Einzurichten, ohne Eingriff eines Elektrikers, wie ein beliebiger Elektroapparat.
- Abzubauen und neu anzubringen im Fall eines Umzuges.
- Zu ersetzen, wenn der schlussendliche Anwender das Bedürfnis hat, die Verbindungsart seitens Fahrzeugs (weil er ein neues Fahrzeug hat) oder von einer mehr oder weniger leistungsfähigen Ladestation zu wechseln.
- Zu ersetzen und an den Hersteller zurück zu senden im Falle eines Schadens ohne Einsatz eines Elektrikers.

Das Vorhandensein einer Steckdose hat den Vorteil, dass, bei Schadensfall der Ladestation die Verbindung durch ein Versorgungskabel Ladebetriebsart 2 gewährleistet und somit das Fahrzeug trotzdem geladen werden kann – wenn auch mit verminderter Leistung. Um eine mögliche abrupte Unterbrechung der Ladung (das Verbindungskabel zwischen Steckdose und Ladestation kann während des Ladevorgangs unter Belastung aus der Steckdose herausgezogen werden) und ev. Missbräuche der CEE-Steckdose zu vermeiden, kann eine abschliessbare CEE-Steckdose eingesetzt werden (Abb. 49). Die Plug&Play Lösung wird vom TCS Schweiz empfohlen und aktiv unterstützt (Anhang 1).

**Abb. 49:** Abschliessbare CEE Steckdose für den halböffentlichen Bereich.



**Abb. 50:** Beispiel von Adaptern die mit Schutzvorrichtung ausgestattet sind.

Im Falle eines Verbindungspunkts mit festem Anschluss (durch Steckverbindung) wird empfohlen:

- Industrielle Steckdosen Typ EN60309 (CEE Steckdose) zu benutzen.
- Die Option einer dreiphasigen CEE Steckdose abzuschätzen auch wenn das zu ladende Fahrzeug nur eine Phase benötigt – um eine flexiblere Einrichtung zu gewährleisten, falls ein Fahrzeugwechsel eintreten sollte.
- Immer Ladestationen wählen, die über eine mit der EN60309-Wandsteckdose kompatible EN60309-Steckverbindung verfügen.
- Zwischen Steckverbinder der Ladestation und Wandsteckdose nie Adapter verwenden. Insbesondere sind Adapter verboten, welche seitens Ladestation eine höhere Leistung als auf Netzseite verfügen, es sei denn, laut Urteil des bundesstaatlichen Verwaltungsgerichtes vom 13.07.2016, diese haben eine eingebaute Sicherheitseinrichtung (Abb. 50). Hat die Wandsteckdose z.B. eine Leistung von 16 A und die Ladestation einen Steckverbinder von 32 A, so kann man einen Adapter verwenden, dieser muss jedoch mit einer Schutzvorrichtung ausgestattet sein. Wenn das Fahrzeug in einem solchen Fall mehr als 16 A vom Netz entnimmt, würden sich, bei einer korrekt abgesicherten Wandsteckdose, ohnehin die Sicherungen auf Netzseite auslösen, das Urteil gibt jedoch eine doppelte Sicherheit vor. Um ein Fahrzeug zu laden ist es also notwendig, beim jetzigen Stand, die maximale Leistungsstärke der Ladestation auf 16 A zu begrenzen.

Es gibt alternative Lösungen wie z.B. ZapCharger Pro (Abb. 51) und easee (Abb. 52, Fallbeispiel § 10.1.1). Es kann eine Grundinstallation mit einem Stromkreis für bis zu 30 Ladestationen hinter einer einzigen Sicherung realisiert werden. Die Grundinstallation kann mit Rückplatten erweitert werden, auf denen bei Bedarf einfach und schnell eine Ladestation montiert oder entfernt werden



**Abb. 51:** Lösung mit Befestigungsplatte (Quelle: ZapChargerPro von NovaVolt).



**Abb. 52:** Skalierbare Installation in einer Tiefgarage mit easee Stationen basierend auf Rückplatten (Quelle: ewz).

kann. Weil nach Anschluss der Rückplatten keine Änderungen an der Elektroinstallation mehr erforderlich sind, muss der Sicherheitsnachweis und die Installationsanzeige nur einmal für die gesamte Grundinstallation inkl. Rückplatten gemacht werden. In einigen Ladelösungen, sind die obligatorischen Schutzkomponenten (Leitungsschutzschalter und FI-Schalter Typ B) integriert. Diese müssen daher nicht in jeder Anschlussleitung verbaut werden, sondern kommen automatisch bei Ausstattung der Rückplatte mit einer Ladestation mit.

Diese Systeme haben zwar folgende Vorteile:

- Sie ermöglichen die modulare und einheitliche Erweiterung der Anlage, einschliesslich Lastmanagementsystem.
- Sie ermöglichen den unkomplizierten Ersatz einer Station bei Ausfall oder Mieterwechsel.

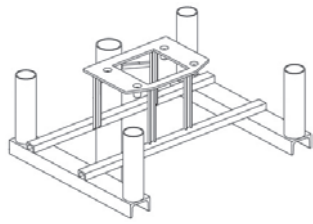
Allerdings wird dabei ein Hardware-abhängiges, geschlossenes System verwendet, welches die Flexibilität mit Hinblick auf die Zukunft einschränkt und die Gefahr von "stranded assets" mit sich bringt. Alternativ gibt es Lade- und Energiemanagement Lösungen inkl. Lastmanagement-Funktion im Markt, die Ladestations-unabhängig sind. Dadurch lassen sich Ladestationen von unterschiedlichen Herstellern, sowohl auf Gleichstrom- wie auch Wechselstrombasis, verwenden. Dies ermöglicht dem Mieter oder Stockwerkeigentümer Freiheiten bei der Auswahl der entsprechenden Ladestation und ist somit zukunftssicher (s. §7.3).

## 6.2 Empfehlungen für die Erstellung der Stromversorgungsanlage

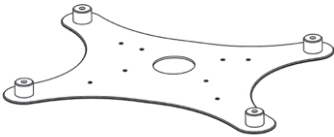
Bei jeder Art von Anschlusspunkt muss Folgendes berücksichtigt werden:

- Der Anschlusspunkt muss immer durch eine separate Leitung versorgt werden, wie in nachstehenden Abschnitten erklärt und von der Norm NIN 2020, Punkt 7.22.3.1.4, vorgegeben.

- Der Anschlusspunkt muss immer vor Überstrom und Fehlerstrom geschützt sein (NIN 2020, 7.22.5.3.1).
- Bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) empfiehlt die NIN 2020 (7.22.5.3.1.3) einen FI mit mindestens = 30 mA Bemessungsdifferenzstrom, ist ein Fahrzeug jedoch mit einem dedizierten Steckverbinder gespeist (s. § 2.1), müssen die DC-Fehlerschutzvorkehrungen auf eine der folgenden Arten hinzugefügt werden: FI muss vom Typ B sein oder vom Typ A mit einem Schutzsystem verbunden, welches bei DC > 6 mA Fehlerstrom eine Verbindungsunterbrechung gewährleistet.
- Ist die Ladestation fest mit dem Netz verbunden und in der Lage nur ein Fahrzeug am Stück zu speisen, dann kann die Absicherung innerhalb der Ladestation oder in der dafür vorgesehenen Leitung sein. Wenn die Ladestation gleichzeitig mehrere Fahrzeuge laden kann, dann muss jeder Fahrzeug-Speisungsausgang durch eine eigene Schutzvorrichtung geschützt sein (s. oben).
- Ist eine Ladestation hingegen durch eine Steckdose mit dem Netz verbunden, dann müssen sich die Sicherheitseinrichtungen zwingend auf der Versorgungsleitung befinden, während die Ladestation diese entbehren kann. Benutzt die Ladestation dedizierte Steckverbinder, wird gemäss NIN 2020, 7.22.5.3.1.3 ein FI empfohlen. Kann die Ladestation mehrere Fahrzeuge gleichzeitig versorgen, dann ist es nicht notwendig, dass, wie im vorigen Fall, jeder Fahrzeug-Speisungsausgang eine eigene Schutzvorrichtung hat. Da in diesem Fall nur der Verbindungspunkt geschützt ist, würde ein Fehlerstrom auf der Speisung, die Öffnung des FI verursachen und somit auch den Ladevorgang des anderen Fahrzeuges unterbrechen. Soll diese Situation vermieden werden, ist es angebracht eine Ladestation zu wählen, die an jedem Ausgang eine Schutzvorrichtung aufweist. In diesem spezifischen Fall muss die Sensibilität des Verbindungspunkt schützenden FIs mit den Ladestation FIs kompatibel sein.



**Abb. 53:** Vorbereitung eines Ladepunkts, bei dem das Fundament opi2020 im Stahlbeton-Fundament integriert wurde. Die Rohre ermöglichen eine problemlose Installation der Schutzbügel und des Hinweisschilds. Für die Verwendung von opi2020 muss die Befestigungsplatte der Ladestation die passenden Bohrungen aufweisen. Wenn eine Station dieses Merkmal nicht aufweist, kann die Installation mit einer Adapter-Zwischenplatte erfolgen. Als Alternative kann auch ein geeignetes Fundament für die ausgewählte Station entworfen werden.



**Abb. 54:** Beispiel einer Befestigungsplatte mit Anschlüssen für Schutzbügel, eine einfachere Lösung für die Installation in Umgebungen, in denen kein Fundament verwendet werden kann.

- Um die Asymmetrie der Phasen-Belastung nicht zu gross werden zu lassen, ist ein Stromunterschied von mehr als 16 A zwischen den Phasen in der Schweiz verboten und somit ist es untersagt Geräte und Autos, die einphasig mehr als 16 A ziehen, einzusetzen. Da jedoch in der Schweiz auch ausländische Autos verkehren (welche z.B. mit 32 A einphasig laden), müsste die erwähnte Einschränkung durch die Ladestationen erfolgen.

Wenn es gilt mehrere Ladepunkte zu versorgen, ist die Symmetrierung der Phasenströme zwingend erforderlich, z.B. bei Mehrfamilienhäusern, Flottenparkplätze, öffentliche Parkanlagen usw.

Werden mehrere einphasig ladende Fahrzeuge gleichzeitig geladen, bestehen grundsätzlich zwei Optionen:

1. Einsatz einer Ladelösung mit integriertem dynamischem Phasenausgleich.
2. Fixer und alternierender Anschluss von einphasigen Ladestationen, d.h. der erste Ladepunkt wird von L1 versorgt, der Zweite von L2, der Dritte von L3, der Vierte von L1 und so weiter.

Die zweite Option hat den Nachteil, dass es bei zufällig ungünstigem Parkverhalten (z.B. ein Auto auf jedem dritten Parkplatz) trotz alterniert angeschlossenen Ladestationen zu hohen Schieflasten kommen kann.

## 6.3 Empfehlungen für die Vorbereitung bei der Erstellung von Ladepunkten

### 6.3.1 Wall Box-Ladestation

Um den Anschlusspunkt der Station einfacher nutzen zu können, sollte er auf einer Höhe zwischen 1 m und 1.60 m (insbesondere bei Modellen mit Bildschirm) über dem Boden eingeplant werden. Zudem sollte der Anschlusspunkt mit zwei Aufputzkästen ausgestattet werden, einer für das Rohr zur Aufnahme der Stromleitung und einer für das Rohr zur Unterbringung der Kommunikation. Für die SIA 2060-Ausbaustufe C2 die Ins-

tallation von Steckdosen, Rückplatten oder Anschlussdosen (s. §6.1) vorsehen, je nach technischen Spezifikationen der zu installierenden Wall Box-Ladestation.

### 6.3.2 Säule-Ladestation

Die empfohlene Installationsposition ist in den Empfehlungen bezüglich Auslegung der Parkplätze in den verschiedenen Kategorien enthalten. Für die SIA 2060-Ausbaustufe C Es wird empfohlen zusätzlich ein geeignetes Fundament als Schutzvorrichtung gegen Stösse vorzusehen, wenn die Installation der Ladestation nicht kurzfristig erfolgt. Es wird empfohlen, ein Fundament des Typs opi2020<sup>7</sup> oder auf jeden Fall ein Fundament zu verwenden, das nicht nur für die Befestigung der Ladestation, sondern auch der Schutzbügel und des Hinweisschilds vorbereitet ist (Abb. 53). Wenn es nicht möglich ist, ein Fundament anzulegen, und die Säule somit direkt auf dem Boden befestigt werden muss (beispielsweise für den Fall, dass die Installation in einer Garage, einem Parkhaus usw. erfolgt), wird die Verwendung einer Zwischenplatte empfohlen. Diese sollte über eine Anbringungsmöglichkeit für die Schutzbügel und ggf. auch für das Hinweisschild verfügen und wird zwischen Boden und Säule eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine Lösung, mit der die Installation stark vereinfacht werden kann (Abb. 54).

### 6.3.3 Kandelaber-Ladestation

Die empfohlene Installationsposition ist in den Empfehlungen bezüglich Auslegung der Parkplätze in den verschiedenen Kategorien enthalten.

# 7. Ausbaustufe D: Empfehlungen für die Einrichtung von Ladestationen

Hauptanliegen der nachstehenden Empfehlungen ist es, Vorschläge für die Auswahl und das Management von Ladestationen in Gebäuden zu geben, übereinstimmend mit der SIA 2060-Ausbaustufe. Dieses Kapitel behandelt auch die Installation von Ladestationen in bestehenden Gebäuden.

Die Einhaltung der Ausbaustufe D bedeutet die Ladestationen zu wählen und zu installieren. Dazu ist es notwendig:

- Die Anzahl der zu installierenden Ladestationen definieren.
- Den Ladestationstyp wählen und den Montage-Standort definieren.
- Ein Lademanagement wählen.
- Ein Zugangs- und ggf. ein Zahlungssystem wählen in den Situationen, in denen der Ladestation-Zugang kontrolliert werden muss.
- Markieren der Ladeflächen, die dem Laden gewidmet sind.
- Wo erforderlich die entsprechenden Genehmigungen einholen bzw. beantragen.

## 7.1 Definition der Anzahl Ladestationen

Die Anzahl der mit einem Ladepunkt ausgestatteten Parkplätze und die Anzahl der in einem neuen Gebäude zu installierenden Ladestationen wird im Laufe der Zeit variieren, um der wachsenden Lade-Nachfrage gerecht zu werden. Wenn ein Gebäude bereits mit Ladepunkten ausgestattet werden soll, hängt die anfängliche Menge von verschiedenen Faktoren ab, z.B. von der Erfüllung eines unmittelbaren Bedarfs, da sofort schon eine bestimmte Anzahl von Elektrofahrzeugen geladen werden muss, von Marketing- und Imagegründen, um Kunden und Besuchern einen zusätzlichen Dienst anzubieten, von der Rentabilität der Investition, das letztgenannte Kriterium gilt insbesondere für die Anwenderklasse Parkplätze für Kurzaufenthalter auf der Durchreise, wo das Aufladen die Hauptaktivität darstellt. Aus all diesen Gründen ist es schwierig, eine empfohlene anfängliche Anzahl von Ladepunkten zu definieren. Daher wird, bei fehlender Angabe von Seiten des Bauherrn/Investors, empfohlen in einem Gebäude, die in der SIA 2060 vorgeschlagene Anzahl von Ladepunkten (Zielwert) zu installieren (Tabelle 8). Bitte beachten, dass die Anzahl der Ladestationen geringer sein kann als die Anzahl der mit einer Ladestation auszustattenden Parkplätze, wenn Stationen verwendet werden, die in der Lage sind, mehr als ein Fahrzeug gleichzeitig aufzuladen (s. § 5.2).

Anwenderklassen (M1 u. N1)	Anzahl Parkplätze mit Ladepunkt
Parkplätze Bewohner (Einfamilienhaus)	1
Parkplätze Bewohner (Mehrfamilienhaus)	20%, mindestens 2
Parkplätze Flotten	Mindestens 2
Parkplätze Beschäftigte	20%, mindestens 2
Parkplätze Kunden/Besucher	Mindestens 2

**Tabelle 8:** Zielwert der einzurichtenden Ladepunkte.

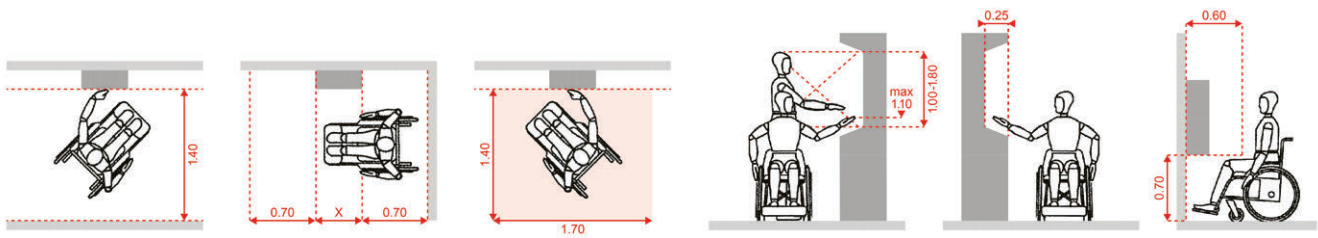


Abb. 55: Zugänglichkeit der Ladepunkte für Rollstuhlfahrer.

## 7.2 Wahl der Ladestation und Einbauposition

mode 3- und mode 4-Ladestationen müssen alle dem gleichen technischen Standard entsprechen (der Normengruppe IEC 61851), daher werden in diesem Kapitel einige Hinweise gegeben, um unter den verschiedenen Herstelleroptionen durchzublicken, sowie einige Ratschläge zur Positionierung.

- Überall, wo die Möglichkeit besteht, sollten Ladestationen gewählt und installiert werden, bei denen die Benutzeroberfläche (bzw. Bedienelemente: Stecker/Steckdose, Schaltknöpfe und Bedienungsgeräte: Kartenleser usw.) auf einer Höhe zwischen 0,8 und 1,1 m vom Boden, eingerichtet ist. Bei der Ausstattung der Ladestation sollte auch darauf geachtet werden, dass der Weg zur Benutzeroberfläche seitlich hindernisfrei ist, wenigstens bis zu 0,7 m von der Benutzerfläche selbst (auf eine oder beiden Seiten, wie von der SIA 500/SN 521 500 angegeben, Abb. 55).

## 7.3 Empfehlungen für das Lade- und Energiemanagement

Sobald sich am gleichen Standort mehr als ein Ladepunkt befindet, wie in §4.1.1 erläutert, ist ein Lademanagementsystem notwendig. Auf dem Markt gibt es viele Lademanagementsysteme, welche oft von den Ladestation-Herstellern oder von unabhängigen Ladelösungsanbietern angeboten werden. Paragraph 12.1 enthält Vertiefungen über die Typologien und Funktionsweisen der verschiedenen Systeme, für dessen Wahl empfohlen wird nachstehendes zu beachten:

- Mit einem Lademanagementsystem compatible Ladestationen einrichten, welche über offene, standardisierte Schnittstellen wie z.B. Open Charge Point Protocol - Standard (OCPP) verfügen auch wenn anfänglich nicht benötigt, weil die Anzahl der zu ladenden Fahrzeuge noch gering ist.
- Um die Investitionen zu optimieren, ist es ratsam, dass Parkplatzverantwortliche und Miteigentümer ein Ladeprinzip abwägen, welches auf einer Energiemenge basiert, die für die Ansprüche der täglichen Mobilität genügt und nicht auf eine Ladung, die in jedem Moment die maximale Leistung ermöglicht (§ 4.3, 4.4 und Tabelle 2). Dieses Prinzip ermöglicht die Anschlusskosten bedeutend zu senken.
- Ein Lade- und Energiemanagement mit dynamischer Lastmanagement-Funktion (§ 4.1.2) das den Verbrauch anderer Verbraucher berücksichtigt sowie die eventuelle Eigenenergieerzeugung berücksichtigt (Echtzeit-Berücksichtigung der aktuellen Gebäudelast), hat den Vorteil von mehr Flexibilität in Bezug auf die für die Ladung der Fahrzeuge zur Verfügung stehende Leistung, auch wenn dieses und etwas kostspieliger ist wie eine statische Lösung.
- Wenn in der Wohnanlage des Parkplatzes am Gemeinschaftszähler verbundene Photovoltaik hergestellt wird, erlauben dynamische Systeme die Ladung der Fahrzeuge mit Photovoltaik am besten.



- Für Wohneigentümer gilt zu beachten, dass:
  - Wenn die Ladestation am eigenen Wohnungszähler angeschlossen ist, ein Lademanagement mit anderen Stationen in der Einstellhalle nicht ausgeführt werden kann. Es kann höchstens ein dynamisches Lastmanagement innerhalb der Wohnung selbst getätigt werden. Dies um zu vermeiden, dass bei Überlastung der Leitung, z.B. wenn neben der Ladestation noch andere elektrische Geräte (Ofen, Tumbler usw.) benutzt werden, die Sicherungen auslösen.
  - Wenn die Ladestation an einem Gemeinschaftszähler angeschlossen ist, ein statisches oder dynamisches Lastmanagement mit den anderen Stationen möglich ist. In diesem Fall wird eine Zahlungsverwaltung nötig sein (§ 7.4).
- Es ist ein System zu bevorzugen, welches die Leistungsverminderung u./o. die Programmierung der Anfangszeit der Ladung vorsieht, statt eines, dass nur die –Thermostatlogik“ (on/off) anwendet.
- Es wird geraten Systeme zu wählen:
  - dessen Stromstärke im Falle einer Leistungsregulierung pro Phase mindestens 6 A beträgt (d.h. ca. 1.4 kW für ein einphasiges und 4.2 kW für ein dreiphasiges System), damit die Leistungsfähigkeit während der Ladung auf tragbarem Niveau bleibt.
  - das sauber die vorgeschriebenen Schieflastanforderungen der Netzbetreiber einhält.
- Bezüglich Kontrollsystemen: gilt es Anbieter zu bevorzugen, die ein konstantes Update der Software gewährleisten, die einen 24/7 technischen Betrieb sowie eine aktive Fernüberwachung des Lademanagement-Systems ermöglichen und flexible Servicepakete anbieten, je nach Kundenanforderungen
- In der Wahl des Systemaufbaus in Rechnung tragen, dass ein System, welches auf offenen, standardisierten Schnittstellen wie z.B. dem Open Charge Point Protocol OCPP basiert. Dadurch lassen sich Ladestationen von unterschiedlichen Herstellern,

sowohl auf Gleichstrom- wie auch Wechselstrombasis, verwenden. Dies ermöglicht dem Mieter oder Stockwerkeigentümer Freiheiten bei der Auswahl der entsprechenden Ladestation und ist somit absolut skalierbar und zukunftssicher. Ein Beispiel hierzu ist das Lade- und Energiemanagement ChargePilot von The Mobility House. Ein derartiges System lädt Elektrofahrzeuge intelligent, zuverlässig sowie kostenoptimiert und erlaubt durch die Anbindung an ein Backendsystem auch die komfortable Visualisierung von Live-Daten aller Ladevorgänge, die Nutzung von Statistiken und Reports, den Erhalt von Fehlermeldungen, die Verwaltung von Ladestationen und RFID-Karten oder die Weiterverarbeitung von abrechnungsrelevanten Daten.

- Bei der Wahl der “Overruling-Funktion“ (d.h. die Möglichkeit punktuell die Einschränkungsersuche des Netzverwalters zu ignorieren) und die damit verbundenen Kosten (d.h. der allfällige Aufpreis für die Freischaltung des Dienstes).

## 7.4 Empfehlungen für die Zugangs- und Zahlungsverwaltung

Sind zwei oder mehrere Ladepunkte am gleichen Punkt angeschlossen (beispielsweise im Fall von Mehrfamilienhäusern, Garagen für Flotten, privaten oder öffentlichen Parkplätzen) sollte die Installation eines Zugangs und Zahlungssystems abgewogen werden, um nur den berechtigten Personen den Zugang zu gewähren und danach die genaue Abrechnung für die Ladung vorzunehmen.

Tabelle 9 zeigt eine synthetische Übersicht der möglichen Zugangs- und Zahlungssysteme, § 11.2 enthält hingegen Vertiefungen zu den verschiedenen Systemen. Nachstehende Paragraphen enthalten zusätzliche Empfehlungen für die Wahl von Zahlungssystemen bei Mehrfamilienhäusern/Eigentumswohnungen und öffentlich zugänglichen Parkplätzen.

	Zugangssysteme			Zahlungssysteme								
	Frei	Private RFID-Karte	Öffentliche RFID-Karte	Kostenlos	SMS	Private RFID-Karte	Öffentliche RFID-Karte	App	Kreditkarte	Bargeld	Ablese Zähler	Andere Systeme
Einfamilienhäuser	●			●*								
Mehrfamilienhäuser oder Miethäuser	●	●				●					●	
Flottenparkplätze	●	●		●*		●						
Angestelltenparkplätze	●	●		●		●						
Öffentliche Parkplätze und Parkhäuser	●		●	●	●		●	●	●	●		●
Kundenparkplätze	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Autobahnrastätten			●		●		●	●	●	●		●

**Tabelle 9:** Mögliche Kombinationen zwischen Zugangs- und Zahlungssysteme und spezifische Kontexte.

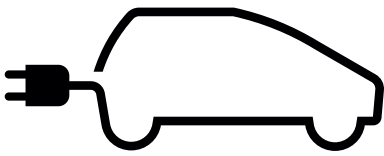
\* Die Verrechnung ist nicht unmittelbar, wird sondern erst in einem späteren Moment getätigt (z.B. mit der Verrechnung der Elektrizität).



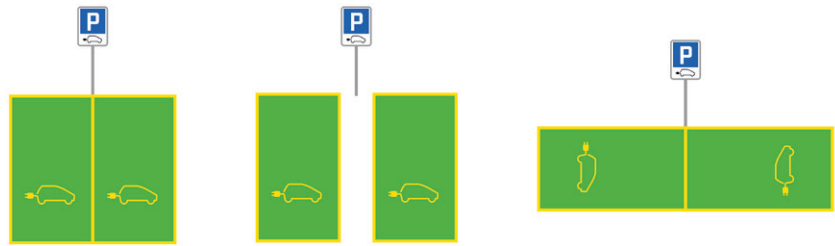
**Abb. 56:** Wallbox mit integriertem Display – Alfen EVE Single Pro-Line (Quelle: Alfen).

#### 7.4.1 Empfehlungen für die Zahlungsabwicklung bei Mehrfamilienhäusern/Miteigentümern

- Die Zähler müssen mindestens MID (Measuring Instruments Directive) zertifiziert sein, um die Genauigkeit der Messungen zu garantieren.
  - Falls die Verwaltung nicht in die Zahlungsabwicklung miteinbezogen werden soll, ist das System mittels Anbieter angebracht. In diesem Fall sollte ein Anbieter gewählt werden, der auch mit Lademanagement vertraut ist (§ 7.3).
  - Auch die Zahlung im Prepaidmodus reduziert den Eingriff der Verwaltung wesentlich, sie ermöglicht aber keine Synergie mit dem Lademanagementsystem.
  - Die Abrechnung durch die Verwaltung hat den Vorteil, nicht von Drittpersonen und den daraus entstehenden Kosten abzuhängen.
  - Fernablesungen sind komplexer, haben aber den Vorteil, erfassen zu können, wie viel und wann Leistung verbraucht wird und können Elektrizitätskosten auch nach zeitvariablen Tarifen abrechnen (z.B. zweistufiges Tarif). Daher muss die Systemwahl gerade diese Art von Ablesung treffen, wenn Wohnanlagen zeitvariable Tarife anwenden. Es sei darauf hingewiesen, dass eine künftige Verbreitung der gestaffelten Gebühr prognostiziert wird.
  - Wird eine Fernablesung der Zähler gewählt, sollte man, die Systeme bevorzugen, die:
    - Mit dem gleichen Backend/Steuergerät sowohl die Energiemessung wie auch das Lademanagement erledigen.
    - Im Stande sind zeitvariable Tarife zu verwalten.
    - Eine einfache Tarifaktualisierung und das Lastmanagement ermöglichen.
  - Visuelle Ablesung Systeme erbringen nur den Sammelwert der verbrauchten Energie und eignen sich also nur wenn die Wohnanlage nicht zeitvariable Tarife anwendet und bei einzelnen Nutzern. Gerade deswegen sind zentralisierte Ablesungssysteme flexibler.
- Wird eine visuelle Ablesung der Verbräuche seitens der Verwaltung über einem in der Ladestation integrierten Stromzähler gewählt, so müssen die Ladestationen über einem Display verfügen, das die unmittelbare Energieablesung ermöglicht (Abb. 56).
  - Wird ein Selbstablesung System gewählt, benötigt die Ladestation kein Display für die Visualisierung, es genügt, wenn die Information anders erhältlich ist, normalerweise über eine App. Es wird in diesem Fall geraten, eine Ladestation zu wählen, die im Stande ist, direkt die Energiekosten zu berechnen mit Anwendung eines Zeittarifs. Im Vergleich zur Fernablesung ist diese Lösung einfacher und preiswerter, sie funktioniert jedoch nur wenn zwischen Eigentümer und Verwaltung ein Vertrauensverhältnis vorliegt.
  - Eine Ladestation mit integriertem Zähler kostet zwar mehr, hat aber den Vorteil, dass Verbrauchsberechnung und Verwaltung der Ladevorgänge die gleiche Verbindungsleitung und das gleiche Steuergerät teilen. Aus diesem Grund ist diese besonders angebracht, wenn die Verwaltung oder ein Dienstleister die Zahlungsabwicklung über Fernablesung betreibt.
  - Eine Ladestation ohne integrierten Zähler ist preisgünstiger, es müssen jedoch die Kosten eines zusätzlichen externen Zählers dazugerechnet werden. Diese Lösung hat den Vorteil, dass die Stromabrechnung vom Lademanagement getrennt werden kann. Wäre diese Lösung effektiv preiswerter, könnte sie, in solchen Kontexten Anwendung finden, in denen, trotz Anwesenheit mehrerer eFahrzeuge, kein Lademanagementbedürfnis besteht.



**Abb. 57:** Symbol "Ladestation"  
(Quelle: SVV, Anhang 5.4.1).



**Abb. 58:** Signalisierung wenn Parken erlaubt ist (Quelle: ASTRA).

#### 7.4.2 Empfehlungen für die Zahlungsabwicklung im öffentlichen Bereich

Ein Zugangs- und Zahlungssystem sollte möglichst diskriminierungsfrei sein und eine hindernislose und kostengünstige Ladung ermöglichen. Deswegen sollte ein solches System:

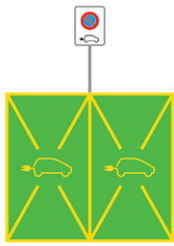
- Einen zertifizierten MID Stromzähler integrieren, um genaue Messwerte zu garantieren.
- Roaming auf Schweizer und internationaler Ebene mit den wichtigsten europäischen Ladenetzen anbieten, so dass auch an anderen Netzen geladen werden kann und dem gelegentlichen Benutzer, beispielsweise einem Touristen, auch die Möglichkeit geboten wird diskriminierungsfrei zu laden.
- Möglichst niedrige Roaming-Kosten aufweisen, denn der Ladestation-Betreiber hat Interesse, dass eine möglichst grosse Anzahl Benutzer an seiner Ladestation ohne zusätzliche Kosten lädt.
- Möglichst viele Zahlungsmöglichkeiten erlauben (RFID-Karte, App, Kreditkarte mindestens über QR-Code).
- Erlauben die eigenen Tarife frei zu definieren. Einerseits um die flexible Handlung auf dem Markt zu ermöglichen (z.B. wenn die Konkurrenz eine Ladestation in der Nähe der eigenen einrichtet oder wenn der Standort speziell attraktiv ist und deswegen gewünscht wird, die eigenen Tarife zu reduzieren resp. zu erhöhen) und andererseits um die eigenen Ziele optimal umzusetzen (z.B. eine zeitabhängige Tarifierung definieren zugunsten eines schnelleren Benutzerwechsels).

#### 7.5 Markierung und Signalisation der Ladeflächen

Der Bundesrat hat am 20. Mai 2020 Änderungen der Verkehrsregeln und Signalisationsvorschriften beschlossen, die per 1.1.2021 in Kraft treten. Darin wird unter anderem eine spezielle Kennzeichnung von Abstellflächen mit Ladestationen für eFahrzeuge vorgesehen. Wie vom ASTRA erwähnt: "Die Ladestationen für Elektroautos werden mit dem neuen Symbol "Ladestation" (Abbildung 57) gekennzeichnet und grün hervorgehoben, um das Auffinden der Ladestationen zu erleichtern". Die rechtlichen Grundlagen für die Signalisierung und Markierung von Parkplätzen mit Ladestationen sind in Artikel 65, 79 und 79d der Signalisationsverordnung (SSV) enthalten. Demnach können Flächen mit Ladepunkten entweder als Parkierungsflächen oder als Parkverbotsflächen gekennzeichnet werden.

Die Berechtigung, entsprechend gekennzeichneten Flächen zu benutzen, beschränkt sich grundsätzlich auf die Zeit des Ladevorgangs des eFahrzeugs.

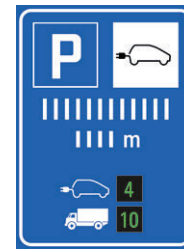
Auch in privaten Kontexten, insbesondere in Fällen (z.B. Kunden-/Besucherparkplätze, Mitarbeiterparkplätze, etc.), in denen Parkplätze nicht ausschließlich einem Nutzer zugeordnet sind, empfiehlt es sich, die gleichen Farben und Symbole (Abb. 58 und Abb. 59) und die gleichen vertikalen Zeichen zu verwenden, um eine Homogenität mit den öffentlichen Straßenparkplätzen zu erreichen. Abbildung 58 zeigt eine Parkierungsfläche, während Abbildung 59 eine Parkverbotsfläche. In beiden Fällen wird zusätzlich zum Park- bzw. Verbotsschild eine ergänzende Tafel mit dem Ladestationssymbol (Abb. 57) angebracht, die deutlich darauf hinweist, dass das Parken nur für Fahrzeuge erlaubt ist, die gerade mit dem Ladevorgang beschäftigt sind.



**Abb. 59:** Signalisation bei Parkverbot (exkl. eFahrzeuge während dem Ladevorgang) (Quelle: ASTRA).



**Abb. 60:** Kennzeichnung von alternativen Treibstoffen auf Raststätten und internationale Piktogramme.



**Abb. 61:** Tafel mit Angabe Ladeplätze (Quelle: ASTRA).

Während in den früheren Ausgaben des Ratgebers empfohlen wurde, auf privatem Boden die Abstellfläche mit Ladestationen von >50kW-Leistung blau einzufärben, ist es jetzt angesichts der Vorschriften der neuen SSV nicht mehr angebracht, die Farbe der Flächen zu differenzieren.

### 7.5.1 Signalisation einer Ladestation auf Autobahnen und -Strassen

Zur Kennzeichnung von Ladestationen entlang der Nationalstrassen wird das internationale Piktogramm zur Kennzeichnung von alternativen Treibstoffen verwendet, welches aus dem Symbol "Tankstelle" (schwarz) und einer zurückversetzten Tanksäule in blauer Farbe besteht. Die beiden Tanksäulen werden mit der jeweils zutreffenden Buchstabenfolge (CNG, LPG, EV etc.) ergänzt, um anzuzeigen, welche Art von alternativem Treibstoff am betreffenden Ort angeboten wird (Abb.60).

Darüber hinaus ist bei Rastplätzen mit dem Symbol "Ladestation" die Anzahl der Ladeplätze zwingend auf den Wegweiser-Tafeln anzuzeigen (Abb. 61).

## 7.6 Genehmigungen für die Installation einer Ladestation

Bei Einrichtung einer Ladestation müssen die Werkvorschriften des Verteilnetzbetreibers (VNB) eingehalten werden, die sich auf die Werkvorschriften Schweiz (WVCH) stützen, welche in Punkt 12 festhalten, dass "bezüglich Meldewesen, Anschluss und Betrieb etc. die gleichen Bestimmungen wie für Verbraucheranlagen (Kap. 8) und Speichieranlagen (Kap. 11) sowie die Niederspannungs-Installationsnorm (NIN)" gelten und ein technisches Anschlussgesuch (TAG) erfordern. Werden mehrere Ladestationen an den gleichen Anschlusspunkt angeschlossen wie es zumeist in Tiefgaragen auftritt, wird ein Lastmanagement nach den Vorgaben des VNB benötigt. Der Elektroinstallateur übernimmt die notwendigen Abstimmungen mit dem VNB.

Bei Mehrfamilienhäusern muss, wenn die Installation den Durchgang durch das Gemeinschaftseigentum und/oder den Anschluss an den Gemeinschaftszähler erfordert, die Zustimmung der Stockwerkeigentümergemeinschaft eingeholt werden (§8.1).

Als Mieter eines Parkplatzes muss mit dem Parkplatzbesitzer eine Lösung gefunden werden. Ein Anrecht auf den Anschluss einer Ladestation besteht nicht, und von der eigenmächtigen Nutzung einer Steckdose ab Allgemestrom in der Tiefgarage wird dringend abgeraten.

## 8. Empfehlungen für die Erstellung von Ladepunkten in bestehenden Gebäuden

Was in den vorangegangenen Kapiteln erläutert wurde, kann auch bei der Installation von Ladestationen in bestehenden Gebäuden angewendet werden. Dieses Kapitel zeigt, wie die Empfehlungen in dieser Situation anzuwenden sind.

Die Anzahl elektrischer Fahrzeuge nimmt sehr schnell zu (Abb. 1). Nach glaubwürdigen Prognosen (wie diejenigen, die in der Energiestrategie 2050 des BFE<sup>8</sup> oder im SIA 2060-Merkblatt enthalten sind) wird sich im Jahr 2030 die Anzahl ladbarer Fahrzeuge zw. 16%-20% situieren, um dann per 2050 eine komplette Elektrifizierung des Fahrzeugbestandes zu erreichen. Demnach wird davon ausgegangen, dass, wenn in einem Mehrfamilienhaus anfänglich nur ein Eigentümer/Mieter ein aufladbares Fahrzeug fährt, diese Anzahl rasch steigen wird. Das Gleiche gilt auch für andere Anwenderklassen.

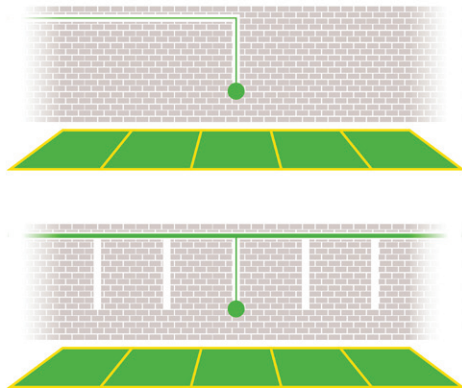
Für Kontexte die in den nächsten 10/20 Jahren keine radikale Umstrukturierung/Renovation der Parkplätze erleben werden, wird im Allgemeinen empfohlen, auch wenn nur die Einrichtung einer Ladestation beantragt wird, langfristige Überlegungen anzustellen, d.h.:

- Die Möglichkeit erwägen, die nötigen Eingriffe so zu tätigen, dass diese die künftige Einrichtung zusätzlicher Ladepunkte ermöglichen (Abb. 62). Die Stromversorgung der Ladestationen durch Anschluss an Sammelschienen oder Flachkabel (letztere sind auf einen maximalen Strom von 63 A pro Phase begrenzt), ist dank ihrer Flexibilität und Modularität besonders geeignet.
- Bei grossen Entfernungen zwischen dem vorgesehenen Ladepunkt und dem Hauptverteiler oder ohnehin bei Platzmangel im Hauptverteiler, wird in der Nähe der eParkplätze die Einrichtung einer sekundären Schaltanlage empfohlen. Es muss dabei bei jedem Ladepunkt der notwendige Raum für einen Zähler (Privatzähler), wenn notwendig, und für die Schutzvorrichtungen der Leitung berücksichtigt werden. Gemeinsam mit den Rohren/Kanälen für die Stromleitung ist zur Unterbringung der Kommunikation auch ein Verbindungsrohr zwischen Schaltanlage und Hauptverteiler vorzusehen.
- Falls die Einrichtung einer sekundären Schaltanlage sinnvoll ist, diese mit dem notwendigen Raum für alle Zähler, wenn diese notwendig sind (bspw. in ei-

nem Mehrfamilienhaus in dem die Ladepunkte vom gemeinschaftlichen Zähler gespeist werden) und Schutzvorrichtungen der Leitung vorsehen, damit alle Parkplätze mit einem Ladepunkt ausgestattet werden können. Bei der Auslegung des Anschlusses zwischen sekundärer Schaltanlage und Hauptverteiler müssen Rohre u./o. Kanäle schon dimensioniert sein, um den gleichzeitigen Anschluss aller Ladepunkte zu ermöglichen.

- Bei der Dimensionierung der Rohre u./o. Kanäle für die Verteilung von der Haupt- oder Sekundärschaltanlage zu den Abgängen für die einzelnen Ladepunkte; von der Hauptschaltanlage zu den Sekundärschaltanlagen, von der Hauptschaltanlage zum Übergabeort die Anzahl der künftig einzurichtenden Ladepunkte berücksichtigen.
- Rohre u./o. Kanäle für elektrische Leitungen welche die Hauptverteilung des Gebäudes/Sekundärschaltanlage mit den einzelnen Ladepunkten verbinden, auf 3L+N+PE (3x16 A) Kabel ausmessen, auch wenn anfänglich nur ein L+N+PE (1x16 A) Kabel benötigt wird: so folgt aus einer allfälligen Erhöhung der Ladeleistung nur der Ersatz des Kabels und der Schutzvorrichtungen statt des Wiederaufbaus der ganzen Leitung.
- Nebst den Rohren u./o. Kanäle für die Stromversorgung müssen Verbindungsrohre verlegt werden, um die Kommunikation zwischen Wohnungsverteiler und Ladepunkt zu ermöglichen.
- Ab sofort geeignete Lösungen für die Regulierung der Ladevorgänge (§7.3) wählen.

Für die Einrichtung eines Ladepunktes s. Erläuterungen in Kapitel 6. Für das Layout und der Markierung der Ladepunkte s. §5.3 u. §7.5 u. 7.6 bezüglich Genehmigungen. Bei Mehrfamilienhäusern müssen einige Besonderheiten berücksichtigt werden, die in nachstehenden Paragraphen eingehend behandelt werden.



**Abb. 62:** Statt nur einen Parkplatz auszustatten (oben) wird ein Kanal/Rohr vorbereitet, der alle Parkplätze versorgen kann (unten).

## 8.1 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen

Die Einrichtung einer oder mehrerer Ladestationen in einem Mehrfamilienhaus erfordert üblicherweise einen Eingriff auf den gemeinschaftlichen Teilen. Da Stockwerkeigentümer-Reglemente die Benutzung oder Belegung gemeinschaftlicher Teile auch nur zeitweise verbieten, muss die Genehmigung der Miteigentümer eingeholt werden. Dies ist ein kritischer Aspekt, denn solange diesbezüglich keine Änderungen in der gängigen Gesetzgebung vorgenommen werden, kann die Einsprache einer Eigentümerversammlung, die Anschaffung von Ladestationen verhindern. Um die Zustimmung der Versammlung zu erlangen, wird dem Miteigentümer, der für sich oder für seinen Mieter, eine Ladestation einrichten möchte, empfohlen:

- Die Miteigentümer und die Verwaltung detailliert und umfassend über die Art des Eingriffes zu informieren. In der Annahme, dass die Energie von einem gemeinschaftlichen Zähler entnommen wird, sofort auch ein separates Zahlungssystem aufweisen.
- Versuchen die restlichen Eigentümer zu überzeugen, wenigstens an der Vorbereitung (Schaltanlage, Rohre/Kanäle der gemeinschaftlichen Teile) für die künftige Installation anderer Ladestationen teilzunehmen, mit dem Ziel die Kosten aufzuteilen (Abb. 62). Folgende Argumente können eingesetzt werden:
  - Bevorstehende Elektrifizierung der Fahrzeuge: diese steht früher oder später allen bevor. Viele Beispiele können diese Aussage bekräftigen: der Verlauf des Schweizer Marktes z.B. (Abb. 1), die Bussen, welche die Fahrzeughersteller zahlen müssen, wenn die Emissionen nicht vermindert werden, die Initiativen vieler Regierungen den Verkauf von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu verbieten, die Programme der Automobilhersteller und ev. zusätzliche Vorteile der Elektromobilität, welche von den örtlichen Behörden bestimmt wurden.

- Geldeinsparung: werden sämtliche Arbeiten zusammen erledigt, wird viel Geld gespart (Kostenvoranschlag vom Installateur/Elektriker vorlegen).
- Aufwertung des Eigentums: weil man sich auf den künftigen Standard der neuen Bauwerke vorbereitet, so wie es heute mit dem Minergie Standard geschieht.
- Technisch gesehen ist nichts unbekannt: Abrechnungssysteme und Kontrollsysteme der Ladevorgänge sind schon auf dem Markt erhältlich.
- Der Verwaltung vergegenwärtigen, dass:
  - Abrechnungssysteme (§7.4) für den Stromverbrauch erhältlich sind, die sehr wenig Einsatz fordern.
  - Angesichts der Unvermeidbarkeit der Elektrifizierung, ist es im Interesse der Verwaltung sich an der Suche von Bestlösungen zu beteiligen. Das Argument der Elektromobilität wird immer mehr in deren Fachgebiet eindringen<sup>9</sup>.
- Generell gibt es i.S. Anschluss und Fakturierung der Energie zwei Möglichkeiten:
  - Die Energieversorgung der Ladestationen kann direkt über den Anschluss an den Zähler des einzelnen Eigentümers/Mieters erfolgen.
  - Die Ladestationen werden von einem gemeinsamen Zähler mit Strom versorgt

In beiden Fällen wird empfohlen, die Rohre u./o. Kanäle, welche gemeinschaftliche Teile durchqueren und eventuell auch von anderen Miteigentümern/Mieter genutzt werden könnten, so zu dimensionieren, dass diese auch zusätzliche Leitungen (Versorgung und Kommunikation) enthalten können, um alle Parkplätze mit Ladepunkte ausstatten zu können (Abb. 62).

Im ersten Fall ist es natürlich nicht notwendig, einen Zähler vorzusehen, da die vom Ladepunkt verbrauchte Energie direkt vom Hauptzähler des Wohnhauses gemessen wird. Wenn der Eigentümer/Mieter jedoch den Eigenverbrauch (den Verbrauchsanteil seines Fahrzeuges) kennen möchte, gibt es Ladestationen mit integriertem Verbrauchsmesser. Auch eine eventuelles Lademanagement hängt von der einzelnen Wohnung ab, demnach präsentiert sich ist das Schaltbild der Verbindung wie in den Beispielen in Anhang 3 (Schema C, D u. I) dargestellt. Im Fall der Versorgung mittels gemeinschaftlicher Zähler, wird empfohlen, da die Eigentümer wechseln können, die Möglichkeit zu erwägen, Ladestationen zu verwenden, die nicht fest, sondern mittels eines industriellen Steckverbindingssystemes (§6.1) mit der Elektroanlage verbunden sind so kann der Eigentümer/Mieter die Ladestation leicht mitnehmen und in einem neuen Haus verwenden.

Es ist in diesem Fall notwendig, ein Abrechnungssystem für den Stromverbrauch vorzusehen (§ 7.4). In den Anhängen 3 (Schemata E bis H), 4 e 5 werden Beispiele von Elektroanlagen dargestellt mit Positionierung des Zählers an der Haupt-/Sekundären Schaltanlage oder neben der Ladestation.

<sup>9</sup> Diesbezüglich auch das Dokument nachschlagen "Sie wollen für Ihr Auto Ladeinfrastrukturen im Mietverhältnis oder Stockwerkeigentum erstellen?" herausgegeben von Swiss eMobility (Seiten 82-83).

## 9. Anwendungsbeispiele

Nachstehend werden einige Anwendungsbeispiele der in den Kapitel 6 und 7 erläuterten Empfehlungen präsentiert.

Die Beispiele befassen sich mit folgenden 4 Anwenderklassen: Parkplätze für Bewohner eines Einfamilienhauses, Parkplätze für Bewohner eines Mehrfamilienhauses, Parkplätze für Besucher oder Kunden, Parkplätze für Fahrräder. Was für die Anwenderklassen Mehrfamilienhaus- und Besucher/Kunden-Parkplätze angewandt wird, kann auch für die Anwenderklassen Mitarbeiter- oder Firmenflotten-Parkplätze gelten. Das Installationsschema der Ladestationen Ladebetriebsart (mode) 4 des § 9.3 hingegen kann für die Anwenderklasse Kurzaufenthalter auf der Durchreise, die in erster Linie das Ziel haben, ihr Auto zu laden und dann weiterzufahren angewandt werden. Auch die Kategorie öffentliche Parkplätze kann sich auf § 9.3 beziehen.

Die bereitgestellten Beispiele und Daten haben den Zweck, eine mögliche Anwendung der Empfehlungen in den verschiedenen Kategorien zu zeigen. Sie zeigen auch wie man sich heute schon (Abb. A u. B, S. 49) für die kurzfristigen (Abb. C u. D, *ibid.*) und langfristigen (Abb. E u. F, *ibid.*) Ladebedürfnisse vorbereiten kann. Die Beispiele wurden nicht konzipiert, um direkt auf spezifische Fälle angewendet werden zu können.

### 9.1 Parkplätze für Bewohner eines Einfamilienhauses mit Photovoltaikanlage und Speicher

#### Beschreibung

Beispiel für die Integration der Ladeinfrastruktur für eFahrzeuge in einem Einfamilienhaus, das mit einer Photovoltaikanlage mit Speicher ausgestattet ist. Bei der Vorbereitung der Photovoltaikanlage muss besonders auf die Verbindung zwischen Dach/Standort Solarpanele und Umrichter-/Batterieraum geachtet werden. Die Dimensionierung des technischen Raums ist von der Dimensionierung der zu installierenden Photovoltaikanlage abhängig.

Beispiel: Anhänge 2 (A, B).

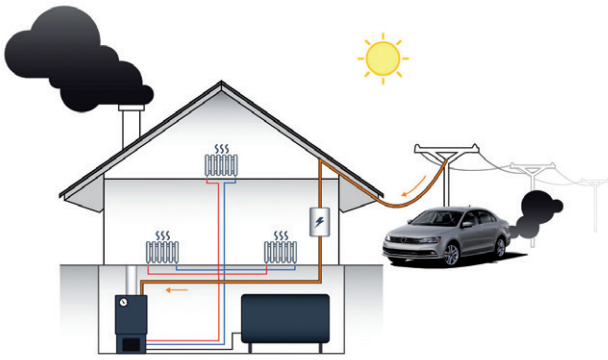
### 9.2 Parkplätze für Bewohner einer Eigentumswohnanlage/Mehrfamilienhaus mit Photovoltaikanlage und Speicher

#### Beschreibung

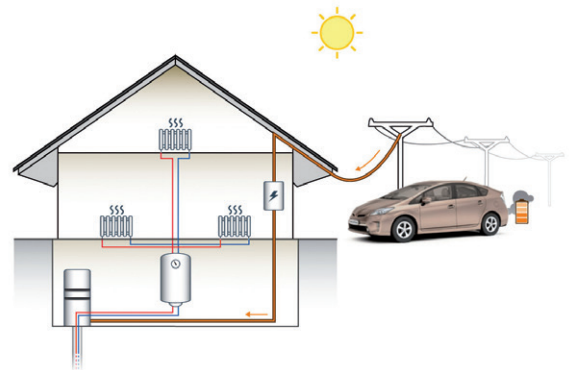
Beispiel für die Integration der Ladeinfrastruktur für Elektroautos in einer Eigentumswohnanlage, die mit einer Photovoltaikanlage mit Speicher ausgestattet ist. In diesem Fall wird für jeden Hausbewohner ein Ladepunkt bereitgestellt und die verbrauchte Energie wird gemeinsam mit allen anderen Verbräuchen durch den Hauptzähler der Wohnung abgerechnet. Bei der Vorbereitung der Photovoltaikanlage muss besonders auf die Verbindung zwischen Dach/Standort Solarpanele und Umrichter-/Batterieraum geachtet werden. Die Dimensionierung des technischen Raums ist von der Dimensionierung der zu installierenden Photovoltaikanlage abhängig. Angesichts der Tatsache, dass generell in einer Eigentumswohnanlage der Eigentümer der Photovoltaikanlage nicht mit dem Benutzer übereinstimmt, wird empfohlen, das System mit Zähler zur Messung der erzeugten Solarenergie auszustatten.

Beispiel: Anhänge 3 (C, D, E, F, G, H, I).

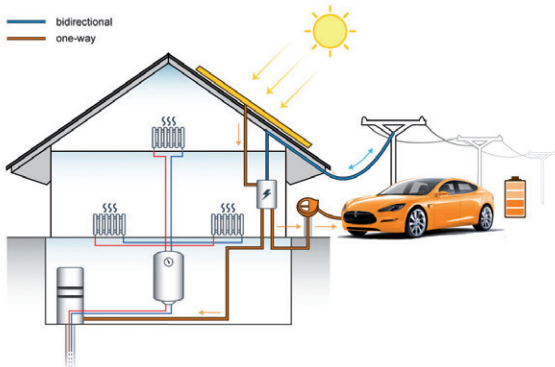




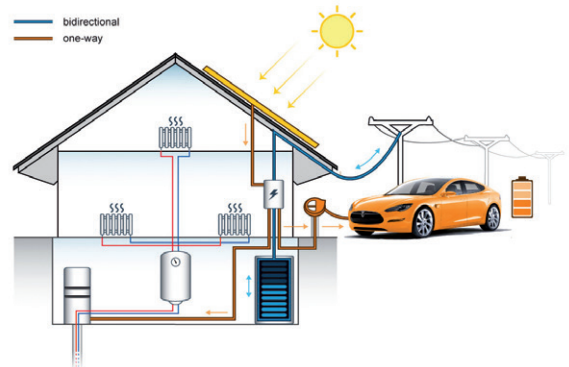
**A. Gestern:** Haus und Auto waren komplett getrennte Welten, obwohl beide den gleichen Diesel verbrannten.



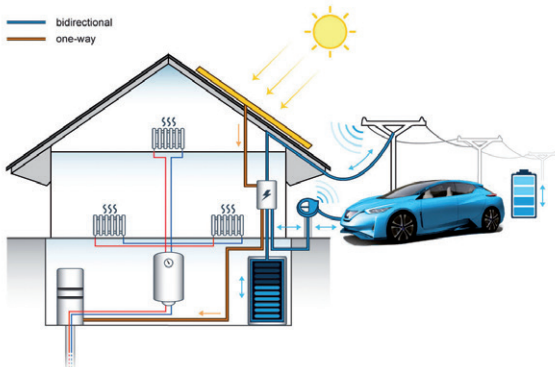
**B. Heute:** Haus und Hybrid-Auto sind immer noch getrennte Welten.



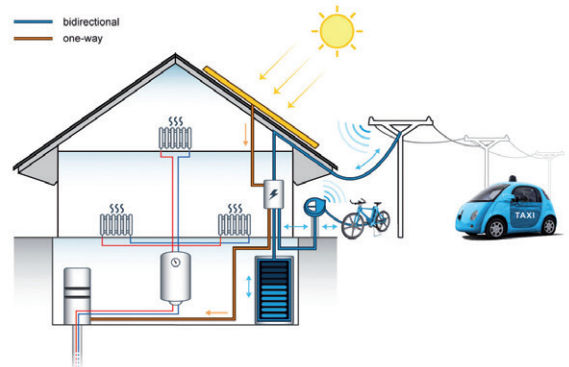
**C.** Bei Plug-in-Autos wird das Haus jedoch zur Tankstelle.



**D. Morgen:** Pufferspeicher optimieren das System sowohl energetisch als auch ökonomisch.



**E.** ...auch mit bidirektional ladenden Plug-in-Autos.



**F. In drei bis fünf Jahrzehnten:** Vielleicht ist dann das eigene Auto mehr ein "mobiler Energiespeicher" als ein Verkehrsmittel. Ein Auto ist statistisch für über 23 Std/Tag geparkt und ist deswegen mehr ein "Stehzeug" als ein Fahrzeug.

### 9.3 Parkplätze für Besucher oder Kunden

#### Beschreibung

Das Beispiel umfasst Ladepunkte für Automobile mit beschleunigter Ladebetriebsart Mode 3 und Express-Ladebetriebsart Mode 4 und eine Station für 2 vierrädrige Leichtfahrzeuge und einem Motorrad.

Ausserdem wird auch die Installation einer Schaltanlage vorgestellt, die andere Ladestationen versorgt, um an verschiedenen Standorten laden zu können.

Beispiel: Anhang 4 (L).

### 9.4 Parkplätze für eBikes

#### Beschreibung

Beispiel für die Installation einer öffentlichen Station mit 4 Ladefächern für eBikes.

Beispiel: Anhang 5 (M).

# 10. Fallbeispiele

Dank unserer Partner werden in diesem Kapitel praktische Anwendungen der Kapitelinhalte 4 u. 5 gezeigt. Die Beispiele zeigen die Vorbereitungsstufe für die künftige Einrichtung der Ladeinfrastruktur, die Gestaltung der Elektroinstallationen, die Einrichtung der Ladestationen, die Wahl des Lastmanagements, der Zugangs- und Zahlungssysteme. Sie belegen die SIA 2060-Ausbaustufen A, C1, C2 und D. Auch ein konkretes Beispiel des innovativen Konzepts der bidirektionalen Ladung ist präsentiert.

## 10.1 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnungen

### 10.1.1 Überbauung Karl August – Zürich 2020

#### Beschreibung der Lage

In der neuen Überbauung Karl August am Balgrist in Zürich sind Ladelösungen für Elektromobilität eine Selbstverständlichkeit. Deshalb wurden die notwendigen elektrotechnischen Arbeiten für die privaten Parkplätze in der Tiefgarage und den Parkplatz im Aussenbereich von Anfang an miteingeplant.

Die Installation erfolgt durch die beauftragte Elektroplanungs-Unternehmung, ewz betreibt die Infrastruktur und unterstützt das Projekt mit seiner Expertise.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss

- Leerrohr für Aussenparkplatz für nachträgliche Erweiterung der Ladestationen
- 9 Parkfelder erschlossen über Flachbandkabel mit 63A Absicherung (SIA 2060 Ausbaustufe D).

##### Ladestationen

Wallbox easee Charge mit eingebautem Phasenausgleich, RCD Typ B und bis 22kW Ladeleistung.

##### Lastmanagement

Da es sich um Neubauten handelt, wurde die benötigte Ladeleistung entsprechend einberechnet. Das dynamische Lastmanagement kann bei Bedarf jederzeit um ein volldynamisches nachgerüstet werden.

##### Zugangs- und Zahlungssystem

Die Wallbox wird über eine App oder RFID freigeschaltet. Mit dieser Lösung können die Mieterinnen und Mieter ihre Fahrzeuge in der Schweiz und auch in ganz Europa laden. Die Abrechnung des Energieverbrauchs erfolgt einfach und unkompliziert über die App (ohne Mehraufwand für die Verwaltung bzw. die Kundinnen und Kunden).



(Quelle: ewz)



(Quelle: EKZ)

## 10.1.2 Wohnüberbauung “Quattro Sorelle” – Bülach 2020

### Beschreibung der Lage

4 Gebäude (Vermietung von Wohnungen) mit insgesamt 57 Parkplätzen in der Tiefgarage und Besucherparkplätzen im Aussenbereich.

### Ladelösung und technische Ausrüstung

Tiefgarage:

- Vorbereitung Ladeinfrastruktur mit einem Flachbandkabel für 10 Parkfelder.
- Die Ladestationen werden im Abomodell den Mietern angeboten und entsprechend der Nachfrage installiert.

Aussenbereich:

- AC Ladestation mit 2 Ladepunkten für Besucher.

### Technische Lösung

#### Elektrischer Anschluss

Tiefgarage:

- Flachbandkabel mit 63 A Absicherung gemäss SIA 2060 Ausbaustufe C1.

Aussenbereich:

- Die Ladestation im Aussenbereich sind direkt angeschlossen gemäss SIA 2060 Ausbaustufe D.

#### Ladeinfrastruktur

Tiefgarage:

- Alfen Eve Single Pro-line 11 kW.

Aussenbereich:

- Alfen Eve Double Pro-line 2x11 kW oder 1x22 kW.

### Lastmanagement

Es ist ein statisch-dynamisches Lademanagement lokal installiert. Das heisst es bleibt auch dann voll funktionsfähig, wenn die Internetverbindung einmal ausfallen sollte. Das Lademanagement kann bei steigender Nachfrage auf ein dynamisch-dynamisches Lademanagement einfach und kostengünstig nachgerüstet werden, welches zudem die Gebäudelast berücksichtigt. Es verfügt über eine Schnittstelle für Lastabwurf für den Verteilnetzbetreiber. Das Sperrsignal des Verteilnetzbetreibers kann zentral aufgenommen werden. Es können mehrere Flachbandkabelzonen zentral gesteuert werden.

### Zugangs- und Zahlungssystem

Tiefgarage:

- Die Abrechnung erfolgt verbrauchergerecht. Die Identifizierung erfolgt mit dem EKZ Zugangschip (RFID), somit kann nur die berechtigte Person auf die Ladestation zugreifen.
- Es erfolgt eine quartalsweise Abrechnung im Auftrag von EKZ durch die Firma. Enpuls AG an den Ladestationsnutzer mit einer Grund- und Ladegebühr. Die Ladegebühren entsprechen den lokalen Stromtarifen des Verteilnetzbetreibers nach Hoch- und Niedertarif.

Aussenbereich:

- Besucher können wahlweise die Ladevorgänge mit der Kreditkarte oder Ladekarte diverser Fahrstromanbieter bezahlen. Dieser muss Partner der Roaming Plattform Hubeject sein.



Abb. 63: Installationsbeispiel SIA 2060 Ausbaustufe D (Quelle: Energie 360°).

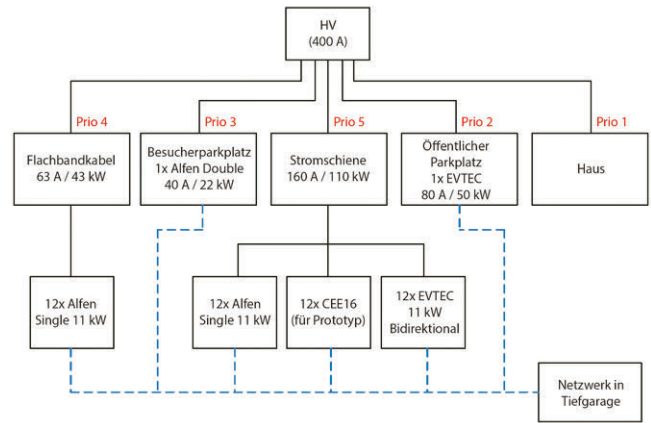


Abb. 64: Prinzipschema (Quelle: Energie 360°).

## 10.2 Tiefgaragen und Flotten

### 10.2.1 Tiefgarage – Zürich 2019

#### Beschreibung der Lage

- Tiefgarage für MA mit 65 Parkplätze insgesamt.
- Anzahl Besucherparkplätze 5 Stück, wovon 2 ausgebaut werden.
- Öffentliche Parkplätze 2 Stück.

#### Ladelösung und technische Ausrüstung

- Tiefgarage:
  - 12 Parkplätze mit Ladestationen ausgerüstet, einfach erweiterbar.
  - 12 PP vorbereitet.
  - 1 PP bidirektional.
  - 1 PP Testzweck mit Prototypen.
- Aussenbereich:
  - AC Ladestation mit 2 Ausgängen für Besucher.
  - DC Ladestation mit 2 Ausgängen öffentlich.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss

- Alle 26 Parkplätze in der Tiefgarage werden mit CEE 3x16 Steckdosen ausgestattet, damit der Austausch einer Ladestation vereinfacht ist und die Grundinstallation des Elektrikers nicht mehr geändert werden muss.
- 12 Parkplätze mit Flachkabel 63 A erschlossen (SIA 2060 Ausbaustufe D, s. Abb. 63).
- Weitere 12 PP + 2 PP 160 A Stromschiene, ab Stromschiene bis zu Ladestation Einzelkabel (SIA 2060 Ausbaustufe C1).
- Die Ladestationen im Aussenbereich werden direkt angeschlossen (SIA 2060 Ausbaustufe D).

#### Ladeinfrastruktur

- Tiefgarage:
  - 12 Alfen Eve Single Pro-Line 11 kW Plug&Play mit CEE-Stecker.
  - 1 Bidirektionale DC-Ladestation sospeso&charge von Evttec.
  - 1 mit Prototypen, sleep&charge mit integriertem Rundsteuerempfänger.
- Aussenbereich:
  - Alfen Eve Double 22 kW (2x11 kW oder 1x22 kW).
  - Der öffentliche Parkplatz mit einer DC-Ladestation cappuccino&charge von EVTEC (2x25 kW oder 1x 50 kW).

Siehe Prinzipschema Abb. 64.

#### Lastmanagement

Um die vertraglich vereinbarte Höchstleistung des Gebäudes nicht erhöhen zu müssen wird ein dynamisches Lastmanagement von Smart Energy Link installiert, die Ladestationen basieren jedoch auf ein statisches Lastmanagement von Alfen.

Die Komponenten von SEL überwachen die gesamte Leistung im Gebäude und optimieren den Leistungsverbrauch.

Die Besucherparkplätze, die öffentliche Ladestation und das Flachbandkabel haben immer die volle Ladeleistung. Je nachdem wie viel Leistung das Gebäude noch übrig hat, wird diese auf die Stromschiene gespiesen (bis zu 160 A/110 kW).

#### Zugangs- und Zahlungssystem

- Tiefgarage: kein Zugangs- und Zahlungssystem.
- Aussenbereich: swisscharge.ch



**Abb. 65:** Vorbereitung für die künftige Elektrifizierung (Quelle: Siemens).



**Abb. 66:** SICHARGE CC AC22 mit zwei Steckdosen Typ 2 (Quelle: Siemens).

## 10.3 Mitarbeiterparkplätze

### 10.3 Mitarbeiterparkplätze – Zürich 2020

#### Beschreibung der Lage

Parkplatz auf dem Areal der Siemens Schweiz AG an der Freilagerstrasse in Zürich.

#### Ladelösung

Auf den Besucherparkplätzen wurden schon vor längerer Zeit Ladestationen installiert. Nun wurden zusätzlich auch 12 Mitarbeiter-Parkplätze mit Ladestationen ausgerüstet. Zum Einsatz kommen Siemens-Ladestationen der neusten Generation. In den nächsten zwei Jahren werden Schritt für Schritt die meisten Schweizer Siemens-Standorte mit neuen Ladesäulen ausgerüstet.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss:

- Auf dem Parkplatz wurde mit Kabelschutzrohren und Schächten eine universelle Verrohrung verlegt (Abb. 65).
- Über die universelle Verrohrung können ohne grossen Aufwand künftig weit mehr Parkplätze elektrifiziert werden.
- 5 Ladesäulen mit einem mit 63 A abgesicherten Kabel ab Unterverteilung erschlossen. An einer SICHARGE CC AC22 können zwei Autos gleichzeitig angeschlossen und geladen werden.

##### Ladeinfrastruktur

SICHARGE CC AC22 mit zwei Steckdosen Typ 2. Integration ins Backend eCar OC (die SICHARGE CC AC22 Ladesäulen können in beliebige Backends integriert werden). Siehe Abbildung 66.

##### Lastmanagement

Die SICHARGE CC AC22 erlaubt das zeitgleiche Laden zweier Elektroautos. Ein internes Lastmanagement stellt sicher, dass der Strom zwischen beiden Fahrzeugen gleichmässig aufgeteilt wird. Wenn zwei Elektroautos simultan geladen werden, verteilt das Lastmanagement die verfügbare Anschlusskapazität auf beide Fahrzeuge. Für den Betrieb mehrere Ladestationen wird das Lastmanagement über OCPP gesteuert.

##### Zugangs- und Zahlungssystem

Identifizierung mit RFID Karten.

Siemens stellt den Strom vorerst gratis zur Verfügung, um die Elektromobilität zu fördern.



Abb. 67: Öffentlicher Parkplatz Schloss Laufen (Quelle: Energie 360°).

## 10.4 Öffentliche Parkplätze

### 10.4.1 Öffentliche Ladestationen Schloss Laufen – Rheinfall 2019

#### Beschreibung der Lage

Der Rheinfall ist eine der wichtigsten Attraktionen der Schweiz, mit vielen Besucher die aus der Ferne kommen und ihr eAuto aufladen müssen (Abb. 67).

#### Ladeinfrastruktur und technische Ausrüstung

4 Elektroladestationen mit je zwei Ladeplätzen gemäss Ausbaustufe SIA 2060 D.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss

ab Trafo.

##### Ladestationen

3 AC Ladestationen mit je 2 Ausgänge (max. 22 kW pro Ausgang). 1 DC EVTEC espresso&charge Ladestation mit 80 kW Ladeleistung.

##### Lastmanagement

Lastmanagement von swisscharge.ch für die AC Ladestationen.

Die DC Ladestation hat ein integriertes Lastmanagement, um die Gesamtleistung auf den unterschiedlichen Ausgängen zu steuern.

##### Zugangs- und Zahlungssystem

Mit öffentlichen RFID-Karten oder Kreditkarten mittels QR-Code. Als Backend System wird swisscharge.ch eingesetzt.

## 10.5 Bidirektionales Laden

### 10.5.1 Vehicle-to-Grid (V2G) – Hagen D 2018

#### Beschreibung der Lage

Parkplatz des Energieversorgers Enervie in Hagen, Deutschland.

#### Ziel

Erstmalige Präqualifikation und Kommerzialisierung eines Elektrofahrzeugs (Nissan Leaf) zur Erbringung von Primärregelleistung im deutschen Stromnetz entsprechend aller regulatorischen Anforderungen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber sowie der ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity).

#### Ladelösung und technische Ausrüstung

- Nissan Leaf Elektrofahrzeug.
- Innovative, intelligente Lade- und Energiemanagement Software in Kombination mit Kommunikations- und Steuerungstechnologie von The Mobility House.
- Bidirektionale Ladeinfrastruktur.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss

Niederspannung.

##### Ladeinfrastruktur

Bidirektionale Ladestation von EVTEC (CHAdeMO-Ladeanschluss, s. Abb. 68), intelligent gesteuert durch die Lade- und Energiemanagement Technologie von The Mobility House.

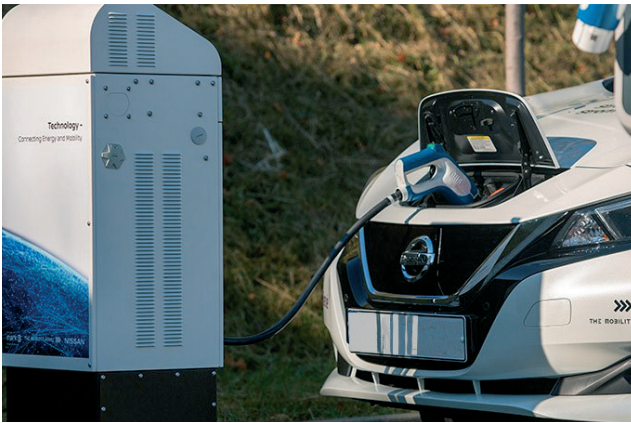


Abb. 68: Bidirektionale Ladestation mit CHAdeMO-Stecker (Quelle: The Mobility House).

### E-Auto Nissan Leaf stabilisiert Stromnetz

Den Projektpartnern (The Mobility House, der Energieversorger ENERVIE, der Übertragungsnetzbetreiber Amprion und der Automobilhersteller Nissan) ist es mit dem Nissan Leaf und einer innovativen Lade- und Energiemanagement-Technologie gelungen, erstmals ein Elektroauto gemäss allen regulatorischen Anforderungen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) für die Primärregelleistung zu qualifizieren. Damit wird es als Regelkraftwerk in das deutsche Stromnetz integriert. Die Batterie eines Nissan

Leafs dient, sobald das Fahrzeug an die Ladesäule angeschlossen ist, als Energiespeicher und -quelle. Die Einbindung von E-Autos in die Primärregelleistung ist sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll. Als Teil der Primärregelleistung nimmt das E-Auto innerhalb von Sekunden überschüssige Energie aus dem Stromnetz auf oder speist sie ein, je nach Bedarf. Die schnelle Reaktionsfähigkeit wird von den Übertragungsnetzbetreibern entlohnt, weil damit das Stromnetz stabil gehalten wird (Abb. 69).

## POWER TO THE PEOPLE

NISSAN UND THE MOBILITY HOUSE STABILISIEREN MIT DEM LEAF DAS DEUTSCHE STROMNETZ

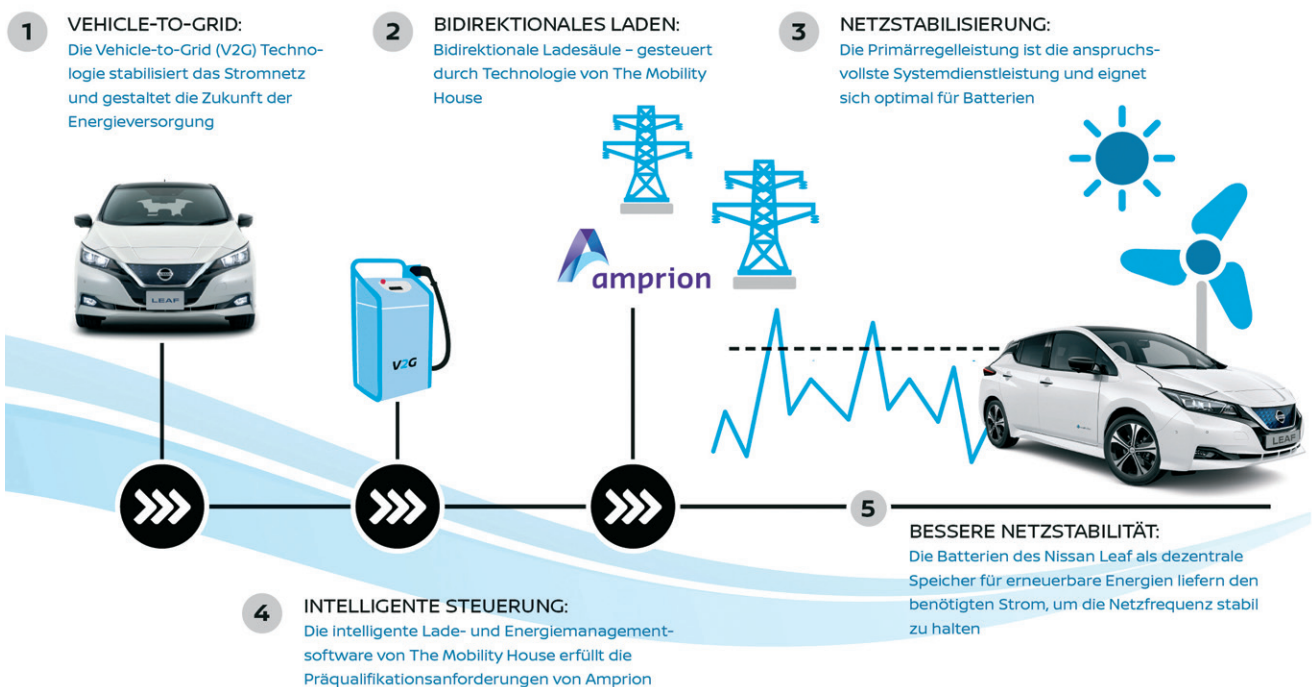


Abb. 69: Prinzipschema Netzstabilisierung V2G (Quelle: The Mobility House).



**Abb. 70:** 2 bidirektionale Ladestationen sospeso&charge (Quelle: EVTEC).

## 10.5.2 V2X – Walperswil BE 2020

### Beschreibung der Lage

Gebäude der Obst- und Beerenland AG mit Photovoltaik-Anlage auf den Dächern der landwirtschaftlichen Gebäude. Die Firma hat zwei eFahrzeuge e-NV200 (mit je 40kWh Batterien), die bidirektionale Ladung unterstützen.

### Ladelösung und technische Ausrüstung

Es wurden zwei bidirektionale Ladestationen von je 10kW installiert. Die beiden eFahrzeuge e-NV200 werden mit Solarenergie geladen und bei Bedarf geben die beiden eFahrzeuge Energie an das Gebäude ab. Je nach Bedarf werden elektrische Spitzen gesenkt und/oder der Eigenbedarf optimiert. Mit den beiden eFahrzeugen stehen insgesamt 80kWh mobiler Pufferspeicher zur Verfügung.

Im weiteren gehen aktuelle Überlegungen dahin einen stationären Second-Life Pufferspeicher im kommenden Jahr zusätzlich zu installieren, damit noch mehr überschüssige PV-Energie aufgenommen werden kann und somit auch der Eigenbedarf weiter optimiert werden kann.

### Technische Lösung

#### Elektrischer Anschluss

Elektrischer Anschluss pro Ladestation 3x16 A (11 kW).

#### Ladeinfrastruktur

- CHAdeMO-Stecker.
- Lade- und Entladeleistung pro Ladestation 10 kW, Total 20 kW.
- Elektrischer Anschluss pro Ladestation 3x16 A, 3x400 V.
- Integriertes Farbdisplay.
- Schnittstellen: GSM, Ethernet, RFID, OCPP.
- 2 bidirektionale Ladestationen 10kW (Abb.70).

Die Ladestationen können auch konventionell für das Laden von anderen eFahrzeugen genutzt werden.

#### Energiemanagement

“barista” (EVTEC).





Abb. 71: Busdepot Flughafens Schiphol, Amsterdam (Quelle: The Mobility House).

## 10.6 Laden von eBussen

### 10.6.1 Connexion – Amsterdam NL seit 2019

#### Beschreibung der Lage

Busdepot in der Nähe des Flughafens Schiphol in Amsterdam für die Zwischen- und Depotladung von insgesamt 100 Elektrobussen (Abb. 71).

#### Ladelösung und technische Ausrüstung

Intelligente Steuerung von sieben Schnellladestationen, an denen täglich durchschnittlich 150 Ladevorgänge mit einer Gesamtenergiemenge von 10 MWh bewerkstelligt werden.

#### Technische Lösung

##### Elektrischer Anschluss

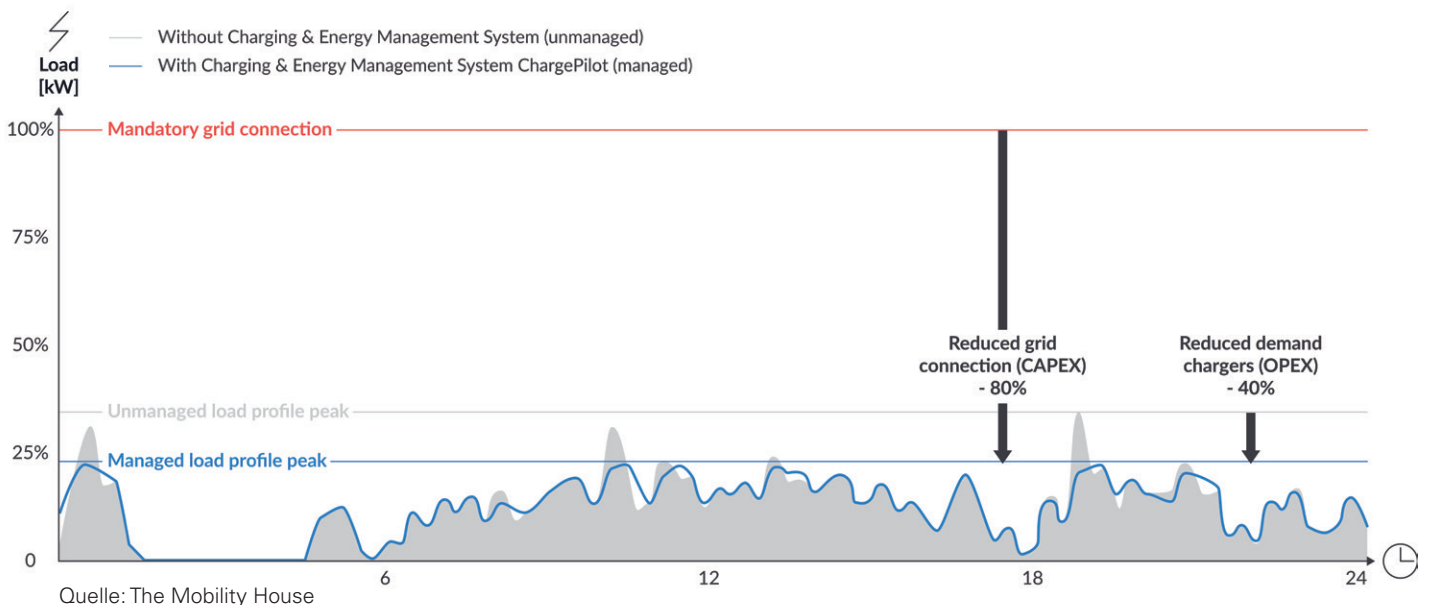
Netzanschluss mit 5 MW verfügbarer Gesamtkapazität.

##### Ladestationen

Heliox DC-Ladestationen für das Pantographen-Laden mit bis zu 450 kW Leistung je Ladepunkt.

##### Lade- und Energiemanagement

Das herstellernerneutrale, modulare und skalierbare Lade- und Energiemanagement ChargePilot von The Mobility House ermöglicht die vollständige Ladeerfüllung der 100 Busse, während dafür nur gerade 20% der verfügbaren 5 MW Netzanschlussleistung benötigt werden. Im Betrieb werden dank ChargePilot Leistungsentgelte von mehreren Hunderttausend Euro eingespart.



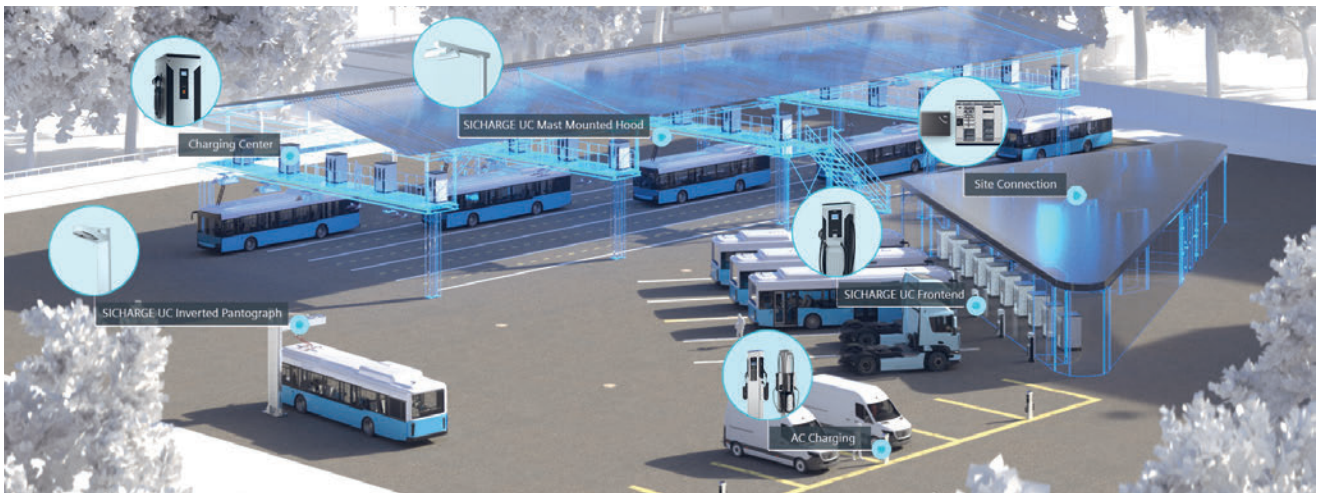


Abb. 72: Busdepot Lindenau, Leipzig D (Quelle: Siemens).

## 10.6.2 Ladeinfrastruktur für elektrische Busse – Leipzig D 2020

### Beschreibung der Lage

Busdepot Lindenau der Stadt Leipzig (Fig. 72) plus vier Endhaltestellen für 21 vollelektrische Niederflrbusse der Linien 74, 76 und 89 in Leipzig. Die Elektrifizierung des Personennahverkehrs ist ein wichtiger Hebel für eine nachhaltige Stadtplanung. Die Stadt Leipzig hat sich mit der "Mobilitätsstrategie 2030" zum Ziel gesetzt, ihre Verkehrssysteme umweltgerecht zu gestalten.

### Ladelösung und technische Ausrüstung

- 21 Ladestationen SIChARGE UC 100 von Siemens mit einer Ladeleistung von bis zu 100 kW. Im Unterschied zu den sonst üblichen kabelgebundenen Depot-Ladern wird hier ein System eingesetzt, bei dem sich der Ladearm auf dem Bus nach oben mit dem Lader an der Decke verbindet.
- Für die Zwischenladungen an den vier Haltestellen werden 5 Schnellladestationen SIChARGE UC 600 mit Mast und Kontakthaube installiert.

### Technische Lösung

#### Elektrischer Anschluss

Für den Anschluss an das örtliche Stromnetz wird ein Mittelspannungsanschluss sowie Transformator und Niederspannungsverteilung in das gesamte Ladesystem integriert.

#### Ladestationen

- 21 Siemens SIChARGE UC 100 Einheiten mit einer Leistung von bis zu 100 kW für das Busdepot.
- 5 Siemens SIChARGE UC 600 Einheiten mit einer Leistung von 450kW für die Haltestellen.

Zusätzlich wird folgendes zur Verfügung gestellt:

- Ladung über On-board-Pantographen und Haube mit 100 sowie 450 kW.
- Integrierter Mittelspannungsanschluss für platzsparende Installation

#### Lade- und Energiemanagement

Bei beiden Systemen erfolgt die Stromversorgung über eine Ladehaube. Das bedeutet: Die Fahrzeuge sind ähnlich wie bei einer Strassenbahn mit einem Pantographen ausgestattet, der zum Laden ausgefahren wird. Das Fahrzeug lädt automatisch über die in der Ladehaube montierten Kontaktschienen.



(Quelle: Siemens)



# 11. Vertiefungen

In den nächsten zwei Paragraphen werden Lademanagementsysteme, Zahlungs- und Zugangssysteme vertieft.

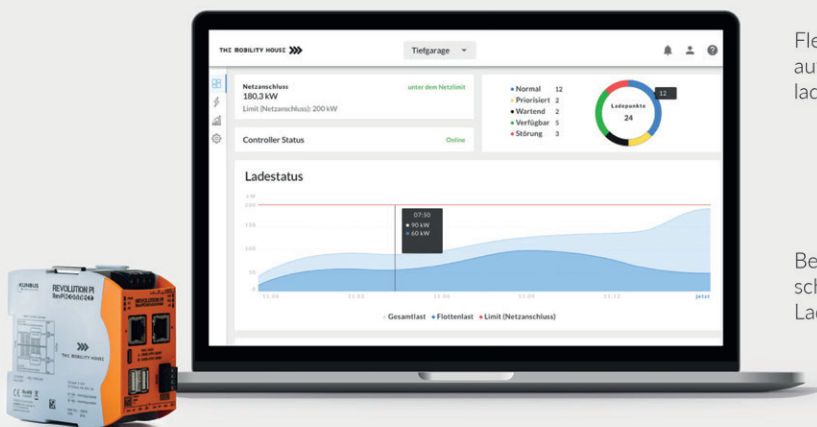
## 11.1 Lademanagement und Energiemanagement

Aus kommerzieller Sicht betrachtet vermeidet ein intelligentes Lade- und Energiemanagement einerseits eine kostenintensive, einmalige Erhöhung der Netzananschlussleistung (Investitionskosten) und verhindert andererseits Lastspitzen, die zu einer Erhöhung

des jährlich zu zahlenden Leistungspreises führen (Betriebskosten), sofern ein leistungsabhängiger Tarif anfällt. Abb. 73 zeigt den Vergleich einer ungesteuerten sowie einer gesteuerten Fahrzeugflotte.

## ChargePilot - Das Lade- und Energiemanagement

Das Lade- und Energiemanagement von The Mobility House lädt Ihre Elektrofahrzeuge intelligent, zuverlässig und kostenoptimiert. Bleiben Sie unabhängig vom Ladestationshersteller und stellen Sie die Skalierbarkeit Ihrer Ladelösung jederzeit sicher. Heute und in Zukunft.



Flexibel viele Elektroautos gleichzeitig laden



Intelligentes Laden über Schnittstellen mit Drittsystemen kombinieren



Durch statisches oder dynamisches Lastmanagement Kosten sparen



Bestehenden Netzananschluss optimal zum Laden nutzen



Ladebetrieb aus der Ferne auswerten und in Echtzeit überwachen



Ladevorgänge einfach erfassen und automatisch abrechnen

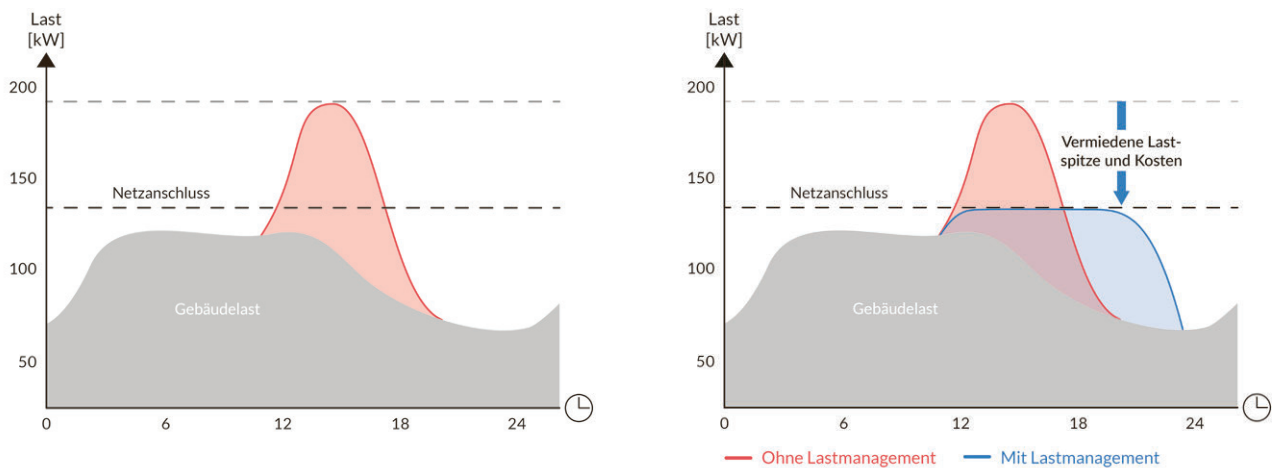


Sie haben Fragen zu unseren Ladelösungen?

Wir beantworten sie gerne.  
Tel. +41 43 508 27 31  
sales@mobilityhouse.com

THE MOBILITY HOUSE

www.mobilityhouse.com



**Abb. 73:** Das Lademanagementsystem vermeidet Lastspitzen und reguliert die Ladeleistung so, dass die Netzanschlussleistung nicht überschritten und die Kosten minimiert werden (Quelle: The Mobility House).

Grundlegende Aspekte eines Lademanagement-Systems sind die verfügbare Leistung, die Lademanagementmethode, die Regulierungsart die Art des Lastmanagements und der Aufbau des Systems.

### 11.1.1 Verfügbare Leistung

Die maximal verfügbare Leistung für den Ladevorgang ist die Differenz zwischen der vom Netz abnehmbaren Höchstleistung, wie im Anbietervertrag oder vom elektrischen Anschluss des Parkplatzes festgelegt und die Leistung der anderen am gemeinschaftlichen Netz angeschlossenen Lasten. Normalerweise schwankt diese während des Tages wie in Abb. 73 gezeigt. Im Falle weiterer lokaler Produktionssysteme von erneuerbarer Energie, wie z.B. Photovoltaik- oder Windkraftanlagen wären diese Schwankungen. Bei Nichtvorhandensein eines Lade- und Energiemanagementsystems würden die Fahrzeuge, unabhängig von der vorhandenen Leistungsreserve, die von den Ladestationen maximal erlaubte Leistung beziehen. Folglich muss das Lade- und Energiemanagementsystem dafür sorgen, dass die vorhandene Leistung sachgerecht verteilt wird.

- Bei "top-down" Systemen könnte die verfügbare Leistung bisweilen vom Verteilnetzbetreiber kurzzeitig eingeschränkt werden. Dies kann durch ein Rundsteuersignal wie z.B. durch das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) oder Brugg (iBB Energie AG) spezifiziert durchgeführt werden: Die Ladestationen mit über 8 A Strom, müssen durch ein Rundsteuersignal oder "smart meter"-Signal sperrbar sein. Es ist zu beachten, dass die Speisung von Ladestationen nicht immer unterbrochen werden kann, wie diejenige eines Boilers, denn einige eFahrzeuge interpretieren den Speisungsunterbruch als Blackout-Situation, was unangenehme Folgen haben kann: Einige eFahrzeuge lösen die Hupe aus, andere nehmen den Ladevorgang nicht wieder auf, bei Fortsetzung der Speisung, usw. Daher ist es essentiell, dass ein Lade- und Energiemanagement System auf Basis

von standardisierten Schnittstellen die kontrollierte Steuerung der angebotenen Ladestationen durch den lokalen Netzbetreiber (z.B. via Rundsteuerempfänger) ermöglicht. Ein System, welches diese Möglichkeit bereits heute bietet, ist ChargePilot.

- Bei "bottom-up" Systemen, die in nachstehenden Abschnitten beschrieben werden, wird die vorhandene Leistung vom lokalen System festgelegt. Abb. 74 zeigt, wie die verfügbare Energie aufgeteilt werden kann. Vorausgesetzt wird in diesem Beispiel, dass drei Fahrzeuge, die maximal 3.7 kW laden können, am Ladevorgang teilnehmen. Anfänglich ist nur Fahrzeug 1 zugegen und da die vorhandene Leistung 4 kW beträgt, kann dieses folglich die Höchstleistung laden. Wenn Fahrzeug 2 dazukommt, können beide 2 kW laden. In dem Moment, in dem die verfügbare Leistung allmählich steigt, wird auch die Ladeleistung steigen: um 20:00 laden z.B. beide Fahrzeuge 3 kW. Um 21:00 kommt Fahrzeug 3 dazu, so wird die verfügbare Leistung auf die drei Fahrzeuge verteilt. Um 22:00 ist die verfügbare Leistung von 12 kW, also können alle Fahrzeuge mit ihrer Höchstleistung laden. Sobald ein Fahrzeug fertig geladen hat, bleibt für die anderen Fahrzeuge mehr Leistung übrig.

### 11.1.2 Lademanagementmethode

Anhand der verfügbaren Leistung, basieren die Methoden für intelligentes Laden auf der Leistungskontrolle (on/off oder Regulierung des Leistungsniveaus, Abb. 75) u./o. auf die Programmierung der Ladung (Abb. 76). Falls die verfügbare Ladung es nicht erlaubt mehrere Autos gleichzeitig zu laden, ist eine Möglichkeit, eine zyklische Regulierung (karusellartige Regulierung, Abb. 77) durchzuführen: das erste Fahrzeug wird mit einer gewissen Leistung für eine bestimmte Zeit geladen. Wenn die Zeit abgelaufen ist, wird mit der gleichen Ladebetriebsart mit der Ladung des zweiten Fahrzeuges fortgesetzt usw. Nach der Ladung des letzten Fahrzeuges wird wieder beim ersten Fahrzeug gestartet, bis

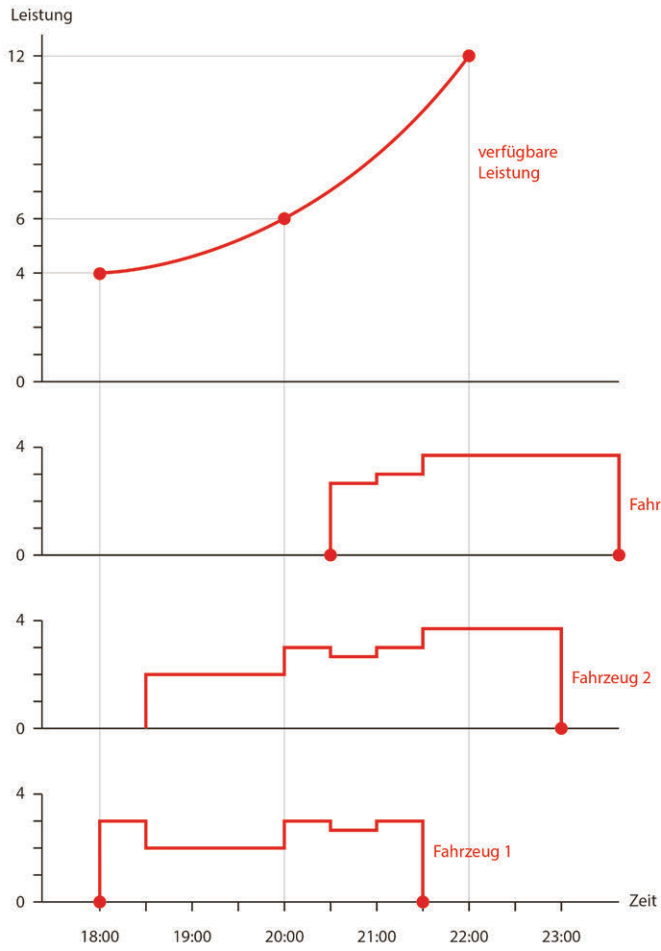


Abb. 74: Unterteilung der verfügbaren Leistung zwischen den Fahrzeugen.

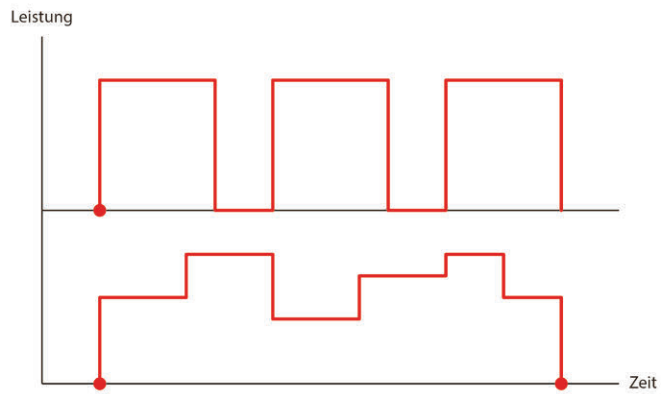


Abb. 75: Leistungskontrolle durch Schaltung on-off (oben), Niveauregulierung (unten).

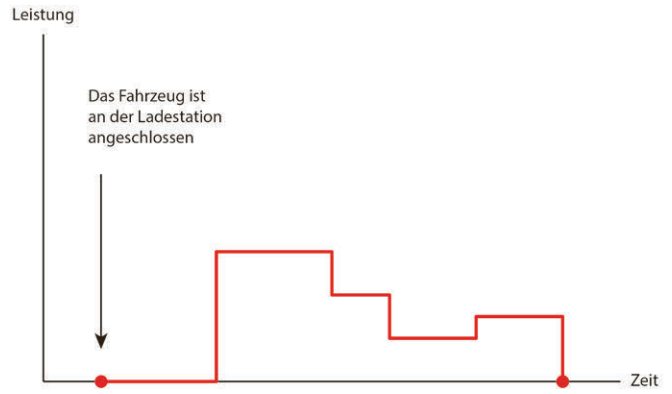


Abb. 76: Programmierte Ladung: das Kontrollsystem entscheidet wann der optimale Zeitpunkt für Ladebeginn ist.

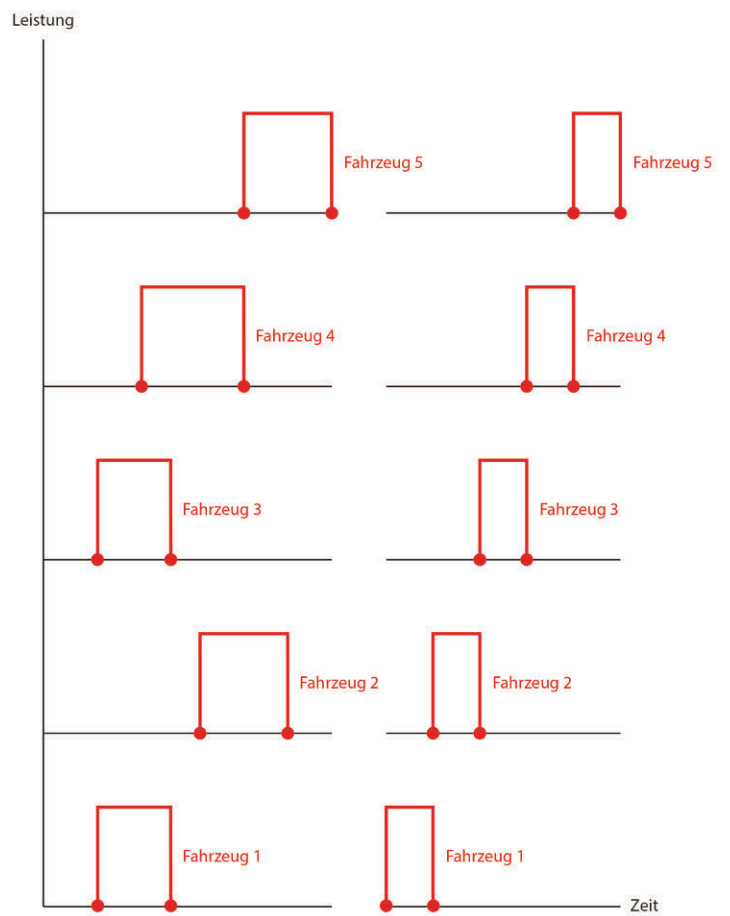


Abb. 77: Programmierte Ladung: jede Ladestation ist programmiert, mit einer gewissen Leistung, zu einer gewissen Zeit und für eine gewisse Dauer, zu laden. Das Muster kann auch zyklisch sein (rechts „Karussellartiges Muster“).

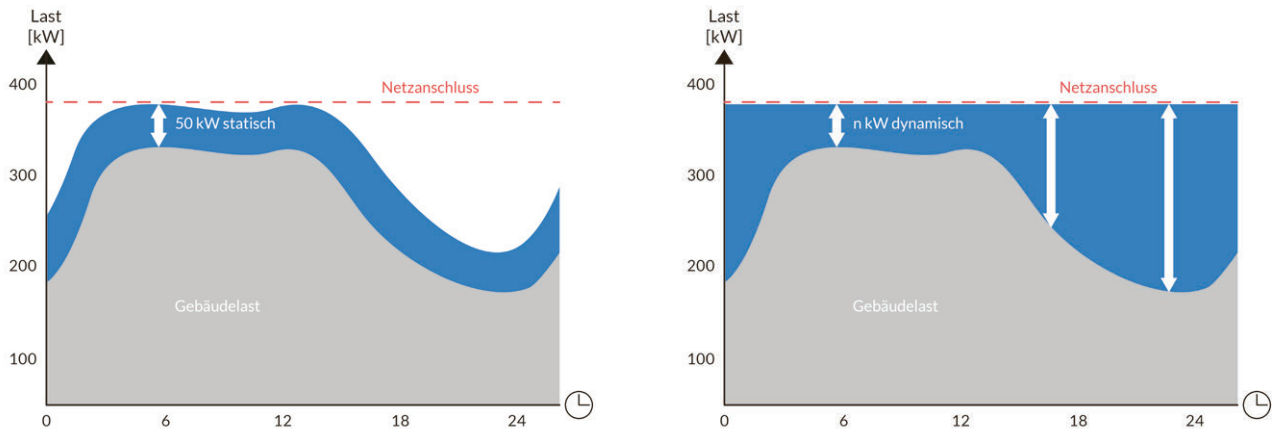


Abb. 78: Die 2 Arten des Lastmanagements: statisch (links) und dynamisch (rechts) (Quelle: The Mobility House).

alle Fahrzeuge komplett geladen sind. Ein anderer Ansatz im Fall von nicht ausreichender Leistung ist eine phasengenaue Verteilung der Leistung nach dem first-come-first-serve Prinzip. Dabei werden die Fahrzeuge - sofern nicht priorisiert - möglichst gleichmässig unter Einhaltung eines Mindestladestroms geladen. Falls Abfahrtszeiten und Batteriezustände der Fahrzeuge vorliegen, können diese zusätzlich für eine sequentielle Regulierung verwendet werden. Das bedeutet, die Fahrzeuge werden je nach Dringlichkeit nacheinander voll bzw. bis zum gewünschten Zielbatteriezustand geladen. Die Vorteile ggü. einer karussellartigen Regulierung liegen insbesondere darin, dass die Leistungselektronik auf Grund weniger Ab-/Anschaltungen der Ladevorgänge entlastet wird.

### 11.1.3 Art des Lastmanagements

Im Zusammenhang mit Lade- und Energiemanagement Systemen wird primär unterschieden zwischen statischer sowie dynamischer Lastmanagement-Funktion:

- Statisches Lastmanagement (Abb. 78, links): Es wird ein konstanter Gesamtleistungswert für die verschiedenen Ladestationen vordefiniert unabhängig von anderen Verbrauchern oder Erzeugungssystemen auf Basis erneuerbarer Energien (es erfolgt keine Berücksichtigung der aktuellen Last im Gebäude). Die gleichbleibende, verfügbare Ladeleistung wird auf alle angeschlossenen Fahrzeuge verteilt. Es gibt Systeme, die die fahrzeugspezifische Ladeleistung für die Verteilung berücksichtigen und zuteilen können, falls genügend Leistung verfügbar ist.
- Dynamisches Lastmanagement (Abb. 78, rechts): Die maximal für die Ladung der angeschlossenen Elektrofahrzeuge zur Verfügung stehende Leistung wird in Abhängigkeit zur gesamten Gebäudelast in Echtzeit dynamisch geregelt. D.h. bei einer steigenden Gebäudelast (steigende Leistung durch andere Verbraucher im Gebäude, z.B. ein Aufzug) reduziert sich die Ladeleistung entsprechend. Umgekehrt kann bei ei-

ner angeschlossenen PV-Anlage bei Einspeisung die Ladeleistung entsprechend erhöht werden. Die einzige Beschränkung besteht darin, dass die mit dem Energieversorger vertraglich angewandte Höchstleistung nicht überschritten werden kann.

### 11.1.4 Systemaufbau

Grundsätzlich gibt es drei Schemas (Abb. 79). Die Ladestationen sind mit einem Kontrollsteuergerät verbunden (zentraler Aufbau), die Ladestationen sind miteinander verbunden (dezentraler Aufbau) und benötigen kein Steuergerät; die Ladestationen sind unabhängig (unabhängiger Aufbau). In den zwei ersten Modi ist ein Informationsaustausch zwischen Stationen und Steuergerät oder zwischen Stationen notwendig. Zusätzliche Merkmale sind:

- Zentraler Aufbau: Hier lässt sich grundsätzlich unterscheiden zwischen einer Steuerung mittels eines lokalen Steuergeräts sowie über eine Cloud-Anbindung. Das Steuergerät kann örtlich oder abgelegen sein (je nach System verfügt das lokale Steuergerät über eine Cloud-Anbindung). Im Falle einer Cloud-Lösung sind die Ladestationen mit einem Router verbunden, der wiederum eine Internetverbindung hat. Aus Sicht schneller Reaktionszeiten (z.B. für dynamisches Lastmanagement) sind lokale Steuerungseinheiten zu bevorzugen, da es bei Cloud-Lösungen zu ungewollten Verzögerungszeiten kommen kann, welche negativen Einfluss auf das Lastmanagement haben. In beiden Fällen gibt es proprietäre Lösungen, d.h. dass Ladestationen und Steuergeräte vom gleichen Hersteller geliefert sind und offene Lösungen, bei denen die Ladestationen mit dem Steuergerät über das Open Source-Protokoll (OCPP) kommunizieren. In diesem Fall sind die Benutzer in der Wahl des Ladestationslieferanten frei. Mit Hinblick auf Modularität, Flexibilität sowie Zukunftssicherheit sind offene Systeme wie ChargePilot zu empfehlen, welche in Bezug auf die Anzahl der zu verwenden-

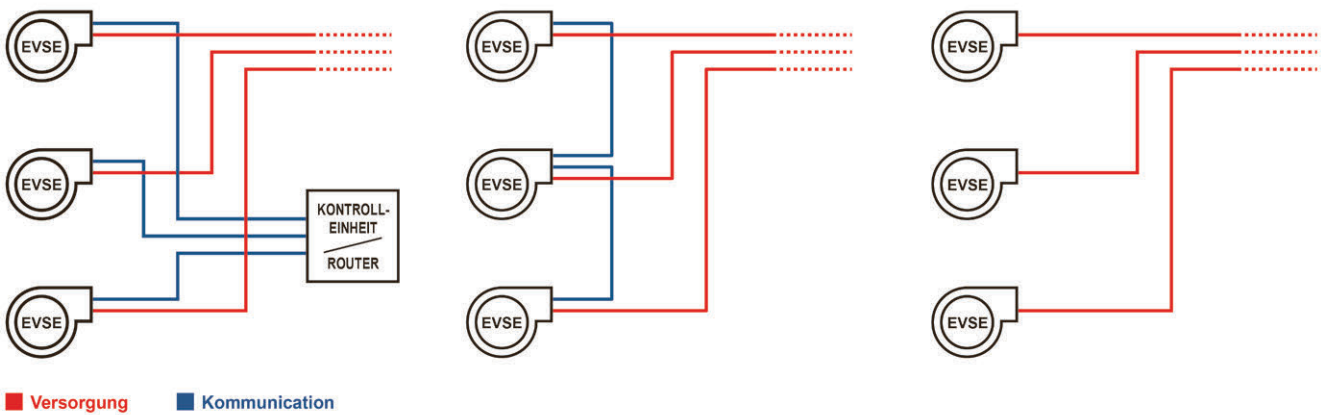


Abb. 79: Aufbau des Kontrollsystems: zentralisiert (links), dezentralisiert (in der Mitte), unabhängig (rechts).

den Ladepunkte nicht limitiert sind. Zudem sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass ein Lade- und Energiemanagement über entsprechende Netzbetreiber-Schnittstellen (z.B. Rundsteuerempfänger) verfügt, um bei Bedarf die kontrollierte Steuerung der angebotenen Ladestationen durch den lokalen Netzbetreiber zu ermöglichen.

- Dezentraler Aufbau: die Intelligenz, welche die verfügbare Gesamtleistung mehr oder weniger gleichmässig unter den verschiedenen Stationen aufteilt, ist in den Ladestationen integriert. Die Benutzer müssen in diesem Fall die Stationen beim gleichen Anbieter oder untereinander kompatible Ladestationen kaufen. Abb. 80 zeigt eine Software, die im Stande ist für eine Gruppe von Ladestationen die verfügbare Höchstleistung zu ermitteln.
- Unabhängiger Aufbau: die Ladestationen sind mit

Algorithmen ausgestattet, die es ihnen ermöglichen, sich selbst zu regulieren, ohne untereinander kommunizieren zu müssen. Auch in diesem Fall müssen alle Benutzer die Stationen beim gleichen Anbieter kaufen, die Selbstregulierung gilt nämlich für Ladestationen, die das gleiche Eigentümeralgorithmus benutzen.

Da die zentralen und dezentralen Systeme die auf dem Markt meist verbreiteten sind, wird im vorliegenden Ratgeber immer empfohlen die elektrischen Anlagen so vorzubereiten, dass die Ladestationen mit dem Netz verbunden sein können.

Das Bild zeigt die Benutzeroberfläche der Software 'Smart Charging Network: TEST1'. Links ist eine Liste von Ladestationen mit ihren IDs, Namen und Sockelnummern zu sehen. Rechts ist eine Tabelle mit den aktuellen Leistungsdaten der Stationen.

Id	Name	Socket	State	Current L1	Current L2	Current L3	Clock	Info
0	PRO_0107	1	Idle (E0)	-	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
1	PRO_0107	2	Idle (E0)	-	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
2	PRO_0012		Idle (E0)	0.0	0.0	0.0	59034	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32
3	PRO_0047		Idle (E0)	-	-	-	58534	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32
4	PRO_0105	1	Idle (E0)	0.0	0.0	0.0	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
5	PRO_0105	2	Idle (E0)	0.0	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
6	PRO_0108	1	Charging (C2)	14.4	15.6	12.0	58834	Min 6, Max 32, SP 16, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
7	PRO_0108	2	Charging (C2)	14.9	14.9	14.8	58834	Min 6, Max 32, SP 16, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
<b>Total</b>				<b>29.3</b>	<b>30.5</b>	<b>26.8</b>		
<b>Available</b>				<b>32.0</b>	<b>32.0</b>	<b>32.0</b>		

Unter der Tabelle sind die Einstellungen für das Netzwerk zu sehen:

- Total current (A): 32
- Safe current (A): 6
- Alternating period (s): 360

Ein Hinweis unter den Einstellungen lautet: "When sockets are disconnected from the network, only the first 5 sockets are able to reach the safe current of 6A".

Abb. 80: Software für die Einstellung der gesamten Höchstleistung (hier 32 A pro Phase) für die verschiedenen Ladestationen (Quelle: Alfen).





Abb. 81: QR Kode (swisscharge.ch).



Abb. 82: Kartenleser (ewz).



Abb. 83: Bargeldzahlung (ebs).

## 11.2 Zugangs- und Zahlungssysteme

Nachstehend die verschiedenen Zugangsarten:

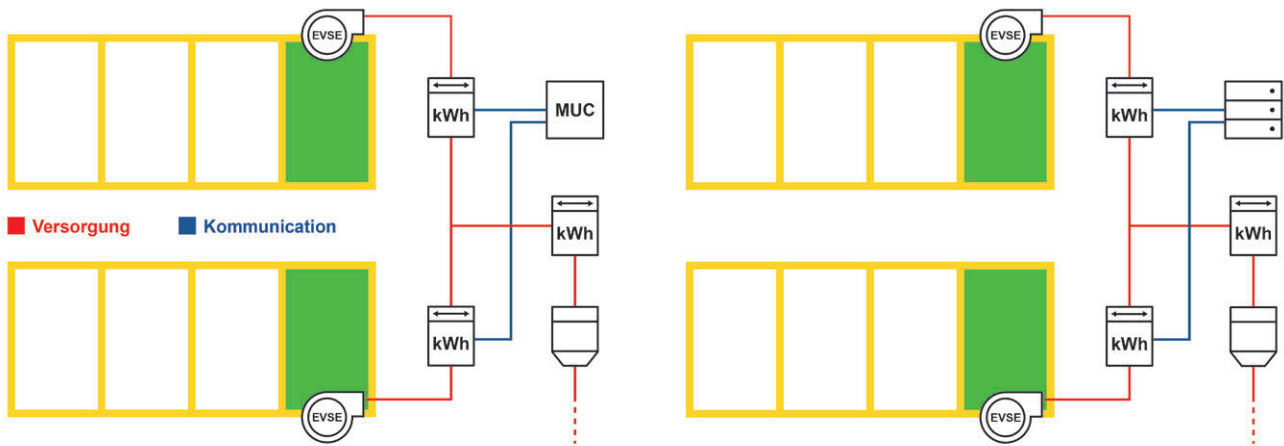
- Frei: der Benutzer muss während des Ladevorgangs nicht identifiziert werden und es ist nicht notwendig zu kontrollieren, wer den Ladevorgang tätigt. Typisch für Einfamilienhäuser oder wenn es nicht notwendig ist die Ladung zu verrechnen (z. B. bei Kunden).
- Mittels privater RFID Karte (oder Token): der Benutzer muss identifiziert werden, damit gewährleistet wird, dass nur bestimmte Profile Zugang zur Ladestation haben. Typisch für Wohngemeinschaften/Mitbesitzer oder Besucherparkplätze, wo nicht jedermann die Lademöglichkeit nutzen soll oder wo der Benutzer identifiziert werden muss, um zu einem späteren Zeitpunkt die Rechnungsstellung auszuführen. Die private RFID Karte kann für eine bestimmte Ladestation vorprogrammiert werden oder mit einem Kartenverwaltungssystem (Backend) verbunden sein, welches dann verifiziert und eventuell die Ladungen den einzelnen Benutzern verrechnen kann.
- Mittels öffentlicher RFID Karte (oder Token): der Benutzer muss eine öffentliche Zugangskarte haben, um sich auszuweisen und eventuell später die Rechnung zu bekommen. Die häufigsten Systeme in der Schweiz sind: TCS-Zugangskarte, swisscharge.ch, Move, Plug&Roll, Easy4you, EV Pass, PlugSurfing, usw.

Nachstehend die verschiedenen Zahlungssysteme:

- Kostenlos: der Benutzer zahlt nicht für den Ladevorgang. Es ist zu beachten, dass die Ladekosten indirekt eingeholt werden können, z.B. durch Einkäufe in den Geschäften, Parkgebühr usw.
- Via SMS: die Zahlung wird durch den Versand einer SMS getätigt. Der Nachteil dieses Systems ist, dass der Betrag vor Beginn des Ladevorgangs festgesetzt wird und steht dadurch nicht im Verhältnis mit der erhaltenen Dienstleistung (z.B. Zeit und ge-

ladene Energie).

- Mittels RFID Karte (oder Token) eines privaten Systems: der Ladevorgang wird sofort oder im Nachhinein belastet, z.B. Ende Monat, wenn die statistischen Benutzungsdaten analysiert werden. Die Ladestation ist typischerweise mit einem privaten Backend oder mit dem Backend des Verwalters durch eine Open-Source-Schnittstelle Typ OCPP verbunden. Mit einer Anbieter-RFID-Karte hat der Benutzer Zugang zum Ladevorgang und wird vom Backend erkannt. So zahlt der Benutzer den Strom direkt dem Anbieter des Zugangs und Zahlungssystems und dieser erstattet wiederum den Eigentümer. Typische Benutzer dieses Systems sind Miteigentümer, Angestellte oder Flotten.
- Mittels RFID Karte (oder Token) eines öffentlichen Systems: der Ladevorgang wird dem Benutzer mittels der gleichen Karte verrechnet, die zur Zugangsidentifizierung dient. Es gibt Pre- und Postpaid Systeme. Der Preis des Ladevorgangs variiert je nach Systemanbieter, benutztes Ladenetz und Ladestation (Leistung und Standort). Der Ladevorgang wird aufgrund von einem oder einer Kombination der drei nachstehenden Faktoren verrechnet: Transaktionskosten, erbrachte Energie, Ladezeit.
- Mittels App: normalerweise erlauben Anbieter von Zahlungs- und Zugangssysteme die Zahlung und Identifikation auch über die App (nach vorgängiger Eingabe der eigenen Daten). Darüber hinaus ermöglicht die App die Vorreservierung der Ladestation. Einige Systeme ermöglichen sogar das Herunterladen der App ohne vorgängige Registrierung und die Zahlung durch einfache Eingabe der eigenen Kreditkartendaten.
- Mittels Kreditkarte: Kreditkarten sind unter den Zahlungssystemen auf Grund der relativ hohen Bearbeitungsgebühren und der Lesegerätkosten nicht sehr verbreitet. Die Zahlung mit Kreditkarte kann wie folgt vollzogen werden:



**Abb. 84:** Die automatische Energieablesung kann durch die Verbindung der einzelnen Zähler mit einem internen Server (MUC) stattfinden (links) oder jeder einzelne Zähler/Ladestation sendet die Daten an einen externen Server via Internet (rechts).

- Eingabe der Daten über Web (QR-Code): auf dem Ladestation-Display erscheint ein QR-Code, durch Einscannen dieses Codes, erscheint eine Webseite, auf der die Kreditkartendaten eingegeben werden können, nach Bestätigung dieser, kann der Ladevorgang beginnen. Dieses System benötigt keine Voranmeldung und kann somit von jedermann benutzt werden (Abb. 81).
- Einstecken der Karte in den Kartenleser: einige Ladestationen verfügen über einen Kartenleser, der sich innerhalb oder ausserhalb der Ladestation befindet (Abb. 82).
- Mittels Bargeldes: in seltenen Fällen kann die Zahlung, so wie in den Parkplätzen, mit Bargeld getätigt werden. Diese Lösung wird selten umgesetzt, denn sie ist weder für den Endkunden (der über genügend lokalem Münzgeld verfügen muss) noch für den Betreiber optimal (Abb. 83).
- Mittels Zählermesswerte: die Ablesung des Zählers wird fast nur in einem Miteigentümer Kontext getätigt, und zwar für diejenigen Miteigentümer, deren Ladestation mit dem Gemeinschafts- und nicht mit dem Wohnungszähler verbunden ist. In diesem Fall wird ein spezieller Zähler eingerichtet oder man benutzt den in der Ladestation integrierten Zähler. Die Ablesung kann wie folgt geschehen:
  - Auf Veranlassung des Verwalters durch manuelle Ablesung: visuelle Ablesung der Zähler, egal ob extern oder in der Ladestation integriert. Die Ablesung kann direkt durch den Verwalter erfolgen oder durch den Eigentümer selbst mit Mitteilung an die Verwaltung (Selbstablesung).
  - Auf Veranlassung des Verwalters durch automatische Ablesung: die Energiezähler, egal ob extern oder in der Ladestation integriert, senden die Informationen einer externen und vom Verwalter zugänglichen Software (Backend) s. Abb. 84. Es gibt Eigentümer Systeme, Zähler und Backend oder Ladestationen und Backend müssen vom gleichen

- Anbieter sein, oder offene Systeme. Diese Letzten sind bei einigen Modellen von Ladestationen mit integriertem Energiemesser sehr verbreitet und benutzen ein Open-Source-Kommunikationssystem, wie das OCPP (Open Charge Point Protocol). Die Wohnungseigentümer sind somit in der Wahl des Ladestation Anbieters freier, vorausgesetzt, dass die Ladestationen im Stande sind Informationen gemäss OCP-Protokoll zu übersenden.
- Es gibt weitere Zahlungsarten, die mit einem oder mehreren obengenannten Systemen angewendet werden können. Z.B. mit Paypal, Kryptowährungen (mittels eWallet) oder mit pauschalen Zahlungen (bspw. für Mietwohnungen, Angestelltenladestationen oder Hotelgäste). Eine interessante Alternative ist die Lösung für öffentliche sleep&charge Ladeplätze, bei denen der Zähler im Ladebetriebsart 3-Kabel integriert ist. Der Benutzer verbindet mit dem speziellen Ladebetriebsart 3-Kabel die vorgesehene Steckdose (z.B. auf dem Laternenpfahl) und das Fahrzeug. Der im Kabel integrierte Zähler ermittelt die verbrauchte Energie und sendet dem Backend die Information zur Verrechnung (Abb. 85).



**Abb. 85:** Zähler im Kabel integriert (Ubitricity).

## 12. Rechtliche Grundlagen

- 1: Norm SN 411000, Niederspannungs-Installations-Norm (NIBT), 2015.
- 2: Norm SN 640291a, Parkieren – Geometrie, 2006.
- 3: Norm SIA 181, Schallschutz im Hochbau, 2006.
- 4: ISO 61518 u. ff.: Voraussetzungen für das Laden Fahrzeug und Versorgungsseitig. Vorgabe der Merkmale von Ladestationen und Low Level- Kommunikation zwischen Auto und Ladestation vor. Alle Sicherheitsanforderungen sind in dieser Norm enthalten.
- 5: ISO 62196 u. ff.: Legt die Geometrie und die Merkmale der speziellen Steckverbinder fest.
- 6: ISO 15118 u. ff.: Legt die High Level-Kommunikation zwischen Auto, Ladestation und Stromnetz fest.



# 13. Anhang

- 1 Installation von CEE-Steckdosen für TCS Heimpladestationen (S. 70).
- 2 Einfamilienhäuser:
  - A) Versorgung (1P) über den Stromzähler (S. 71).
  - B) Versorgung (3P) über den Stromzähler (S. 72).
- 3 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen:
  - C) Versorgung (1P) über den Stromzähler des einzelnen Hausbewohners (S. 73).
  - D) Versorgung (3P) über den Stromzähler des einzelnen Hausbewohners (S. 74).
  - E) Versorgung (1P) über den Gemeinschafts-Stromzähler; Stromzähler der Ladestation im Schaltschrank (S. 75).
  - F) Versorgung (3P) über den Gemeinschafts-Stromzähler; Stromzähler der Ladestation im Schaltschrank (S. 76).
  - G) Versorgung (1P) über den Gemeinschafts-Stromzähler; Stromzähler in der Ladestation integriert (S. 77).
  - H) Versorgung (3P) über den Gemeinschafts-Stromzähler; Stromzähler in der Ladestation integriert (S. 78).
  - I) Versorgung (1P/3P) über den Stromzähler des einzelnen Hausbewohners, vorbereitet für künftige Erweiterung, mit Anschluss- und Bezüger-Überstromunterbrecher (S. 79).
- 4 (L) Besucher- u. Kundenparkplätze (S. 80).
- 5 (M) eBike-Parkplätze (S. 81).
- 6 Merkblatt Ladeinfrastrukturen im Mietverhältnis oder Stockwerkeigentum (S. 82-83).

# Installation von CEE-Steckdosen für TCS Heimladestationen

Für den Anschluss der TCS Heimladestation wird eine dreiphasige CEE-Steckdose benötigt. Die Installation erfolgt durch einen Elektriker.

## CEE-Steckdose:

Pro plug&play Ladestation ist eine CEE-Steckdose notwendig. Diese ist für kontinuierliche Belastung ideal dimensioniert.

Die CEE-Steckdose muss 16A 3-phasig (11kW rot) sein, auch wenn die Ladestation nur 1-phasig ist (alle TCS plug&play Ladestationen werden mit 3-phasigen CEE-Stecker geliefert). Beachten Sie bitte, dass eine 32A 3-phasige (22kW rot) CEE-Steckdose mit dem CEE-Stecker der Ladestation nicht kompatibel ist.

Für die private Nutzung wird empfohlen, die CEE-Steckdose mit einer zusätzlichen Haushalt-Steckdose **(A)** auszustatten. So können auch weitere Elektroapparate angeschlossen werden z.B. eBike, Staubsauger und andere Haushaltsgeräte.



Für die halböffentliche Nutzung wird empfohlen, eine einfache mit Schloss abschliessbare CEE-Steckdose **(B)** zu installieren.



## Elektrischer Anschluss und Sicherungen:

Sicherung: ein FI-LS Typ A muss für die CEE-Steckdose vorhanden sein (die Gleichstromerkennung ist in den Alfen-Ladestationen bereits integriert).

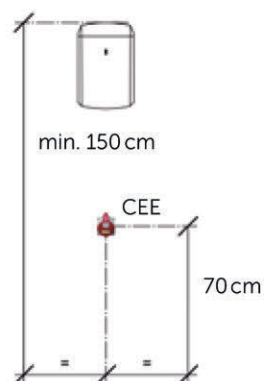
Phase L1, L2, L3 für unterschiedliche Ladestationen rotieren. So ist gewährleistet, dass bei 1-phasiger Ladung (die Mehrheit der eFahrzeuge laden nur mit 1 Phase), die Phasen gleichmässiger belastet werden.

Jetzt passende Ladestation finden und Richtofferte für die Elektroinstallation erhalten: [tcs.ch/ladestation](https://tcs.ch/ladestation)

## Positionierung der CEE-Steckdose:

Die Steckdose muss auf einer Höhe von ca. 70 cm vom Boden positioniert werden.




Sicherstellen, dass die CEE-Steckdose max. 50 cm von der zu installierenden Ladestation entfernt ist. Die Ladestation muss so positioniert werden, dass es für das zu ladende eFahrzeug passt (Bemerkung: falls das Ladekabel an der Ladestation angebracht ist, sollte die Kabellänge 4m betragen). Die Positionierung des Anschlusses auf der eFahrzeug-Seite ist unter folgendem Link ersichtlich [tcs.ch/autosuche](https://tcs.ch/autosuche) (das gewünschte eFahrzeug suchen und dann «Spezifikation» wählen)



## Vorteile von TCS Heimladestationen:

- Tiefe Installationskosten für den Kunden
- Einfacher Wechsel von PHEV zu BEV und umgekehrt
- Problemloser Umzug
- Tausch einer defekten Ladestation innerhalb von 6 Stunden
- Notladung mittels Mode2 möglich
- Sicherstellung der Rotation der Phasen
- Kompatibel mit Lastmanagement
- Zukunftscompatibel (z.B. DC und Induktiv)
- Die CEE-Steckdose muss erst nach 20 Jahren für den Erhalt des Sicherheitsnachweises (SiNa) getestet werden

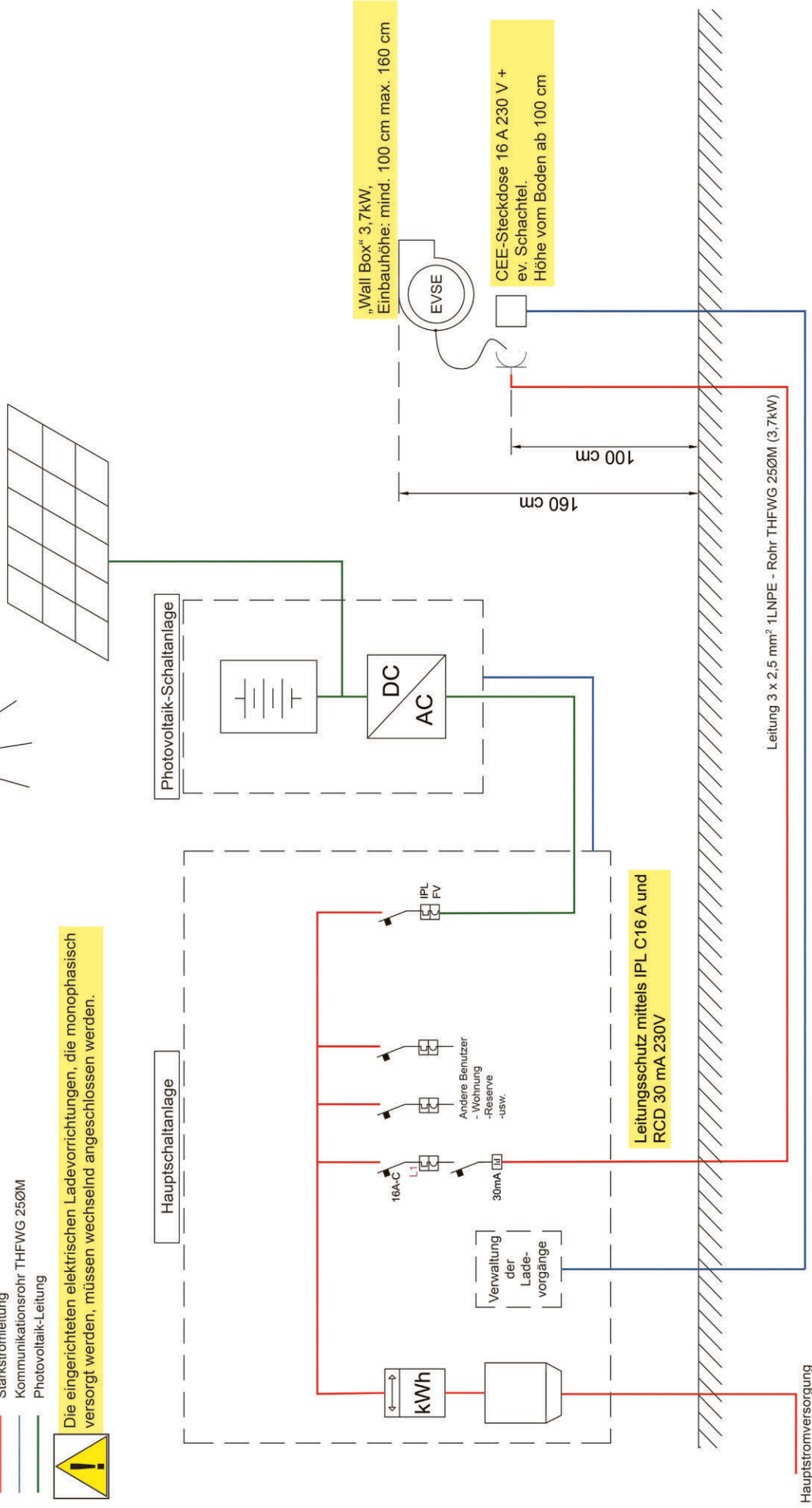
# A BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN EINFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

-  Starkstromleitung
-  Kommunikationsrohr THFWG 25ØM
-  Photovoltaik-Leitung



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die monophasisch versorgt werden, müssen wechselnd angeschlossen werden.

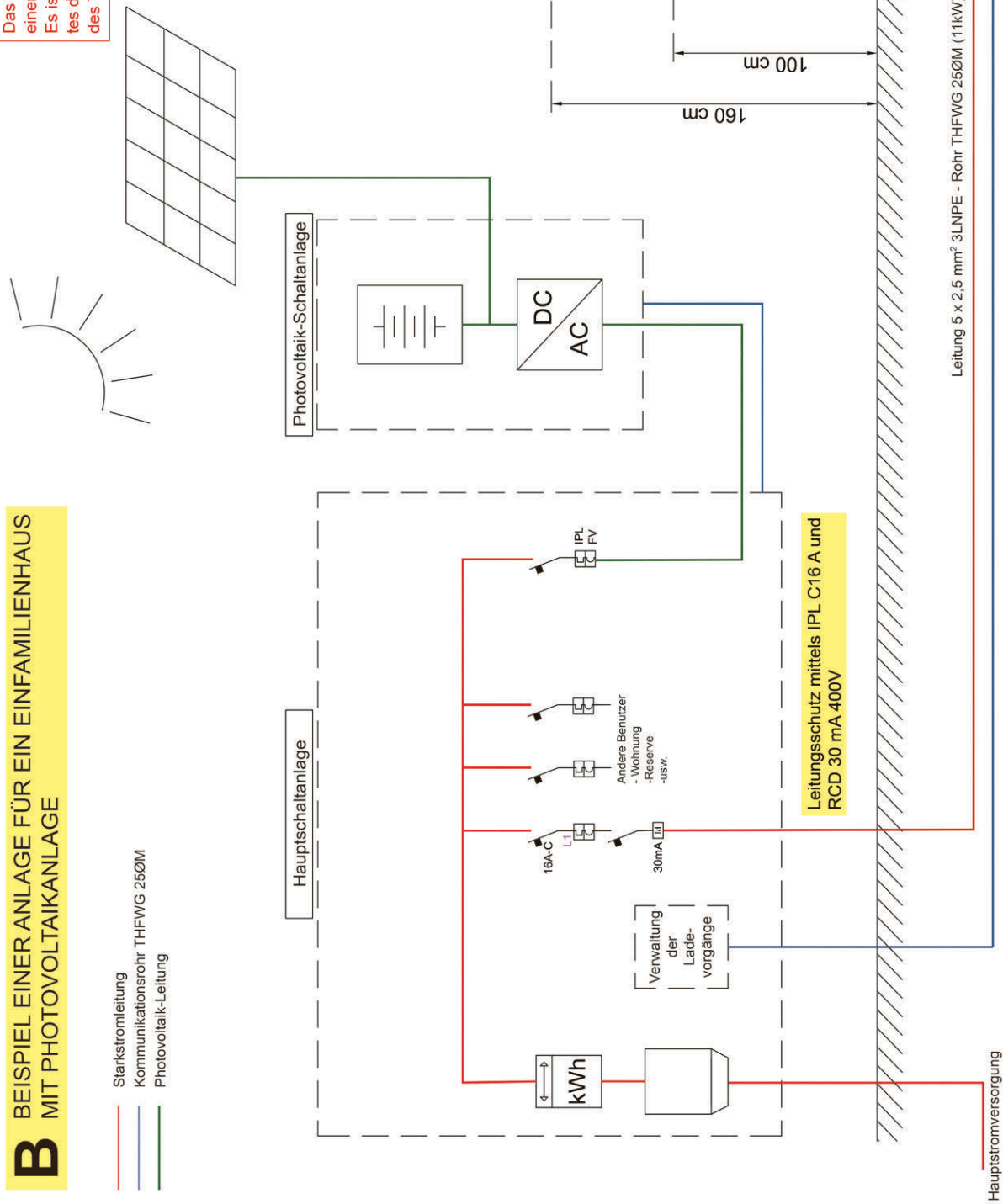
Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



# B BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN EINFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

- Starkstromleitung
- Kommunikationsrohr THFWG 250M
- Photovoltaik-Leitung

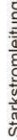
Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.





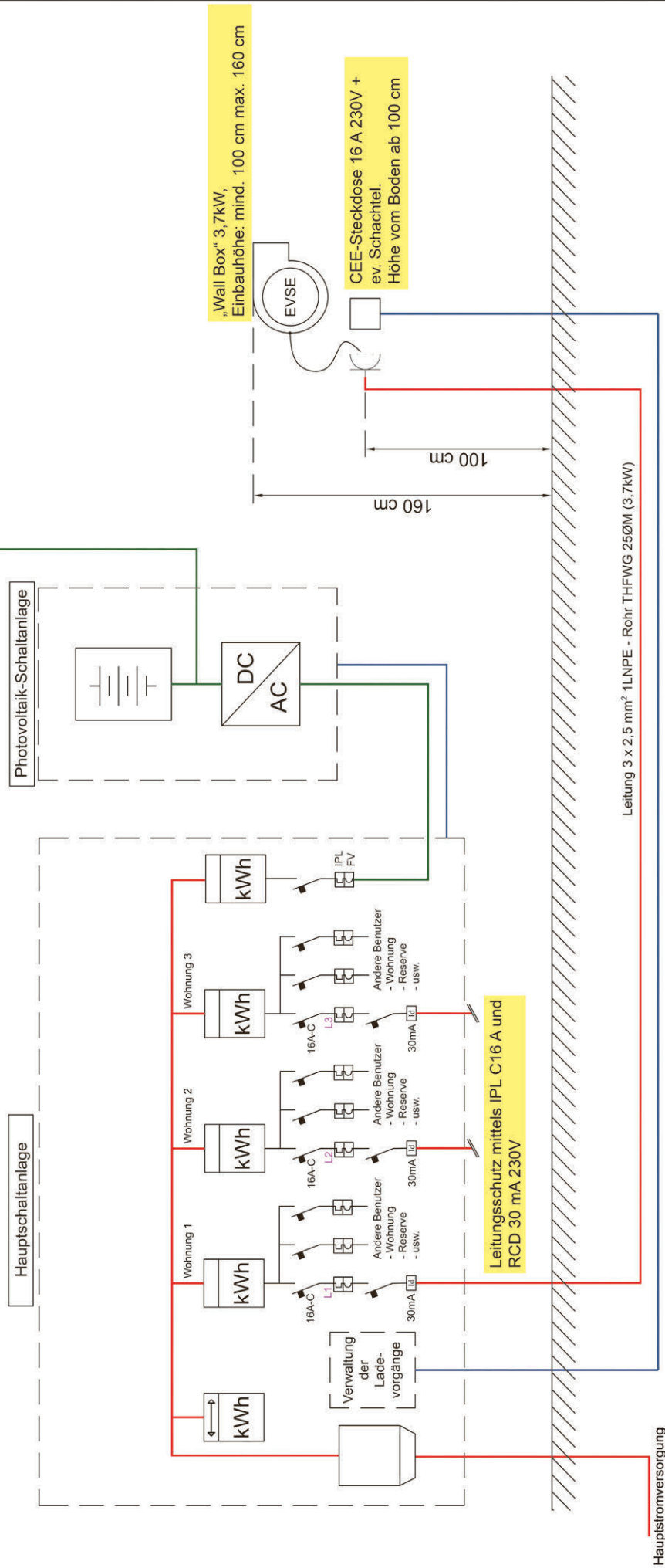
# C BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.

-  Starkstromleitung
-  Kommunikationsrohr THFWG 25ØM
-  Photovoltaik-Leitung



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die monophasisch versorgt werden, müssen wechsellnd angeschlossen werden.



Hauptstromversorgung

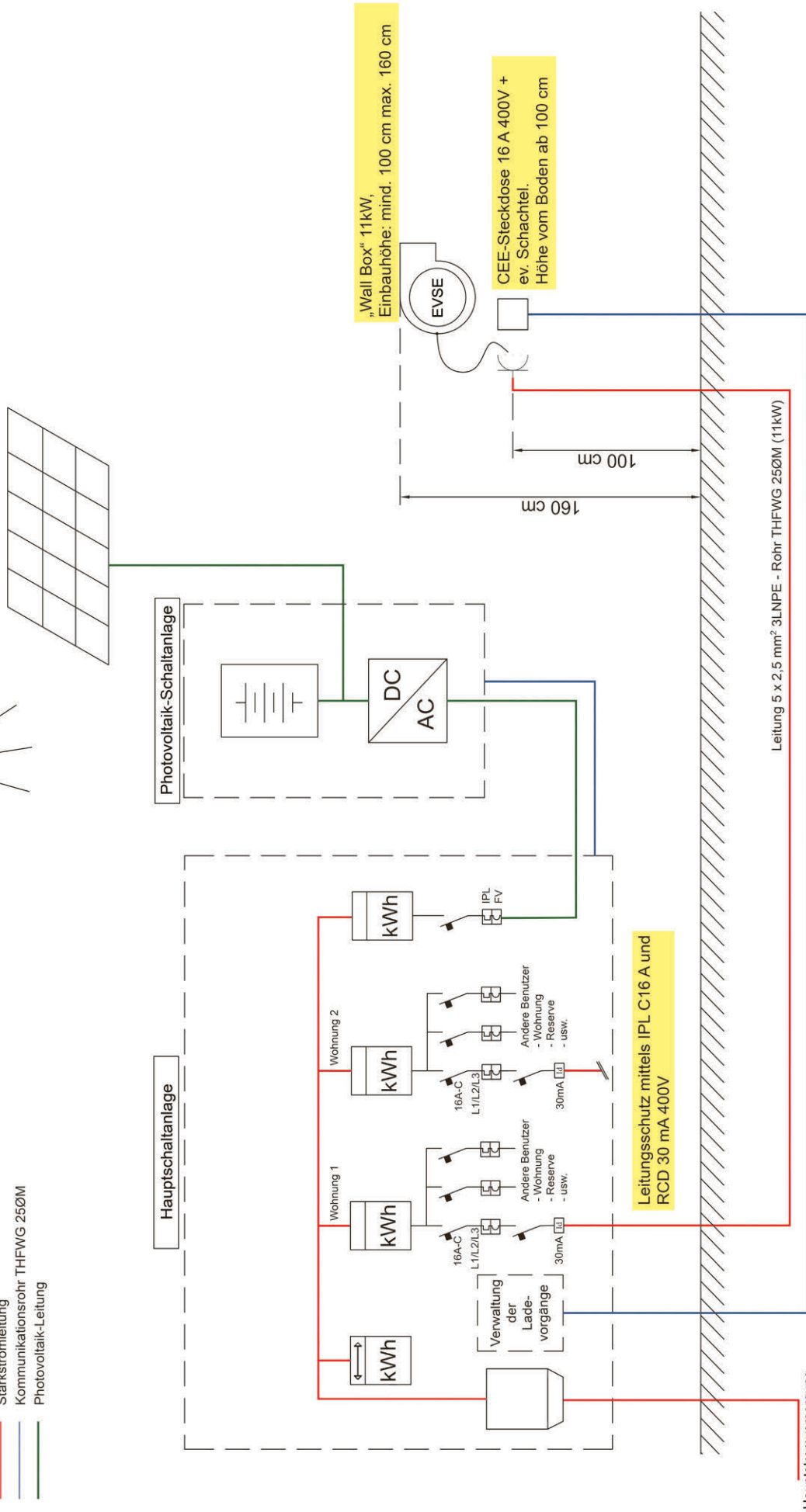


**IFEC Ingegneria SA**  
Via Liscardo 9 - CH 6802 Rivera  
T. +41 91 936 27 00  
info@ifec.ch  
www.ifec.ch

# D BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE


- Starkstromleitung
- Kommunikationsrohr THFWG 250M
- Photovoltaik-Leitung

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



Hauptstromversorgung

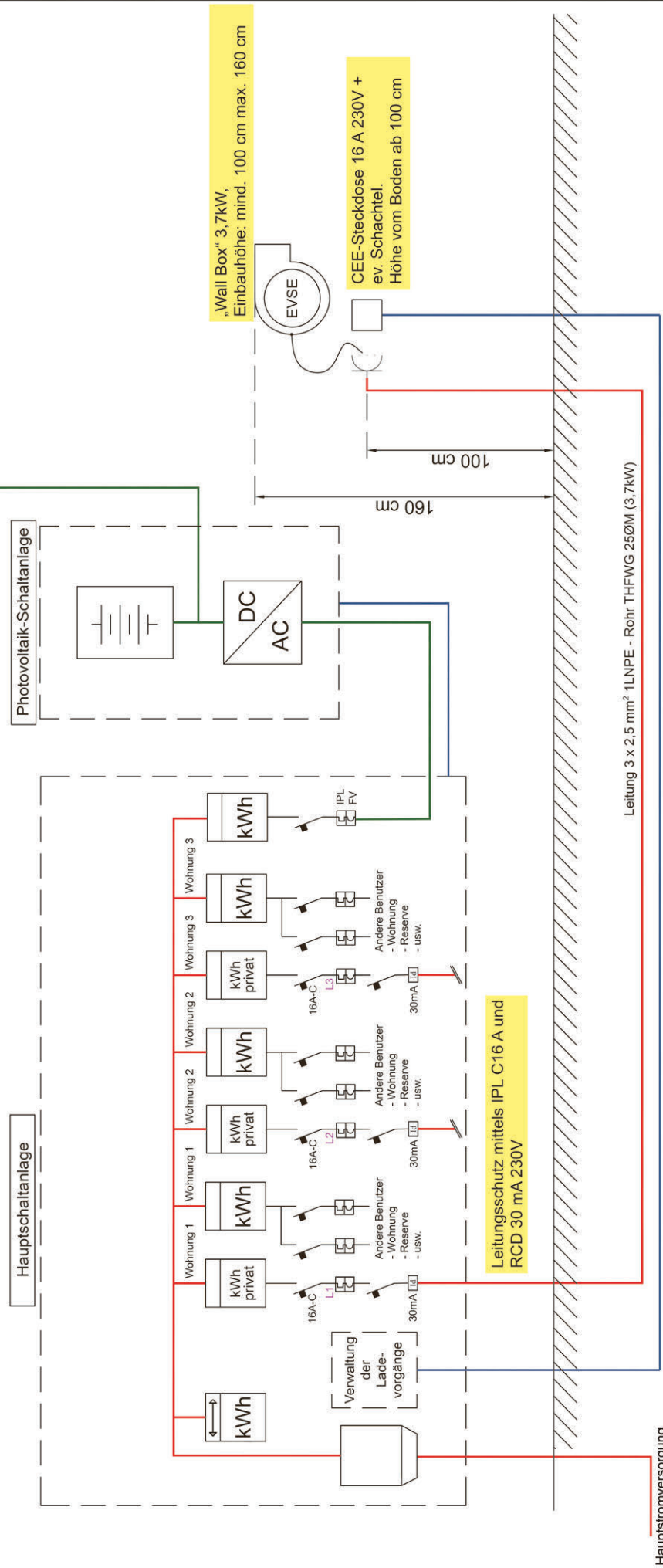
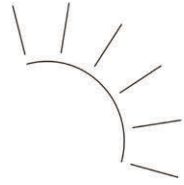
# E BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

-  Starkstromleitung
-  Kommunikationsrohr THFWG 25ØM
-  Photovoltaik-Leitung



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die monophasisch versorgt werden, müssen wechselnd angeschlossen werden.

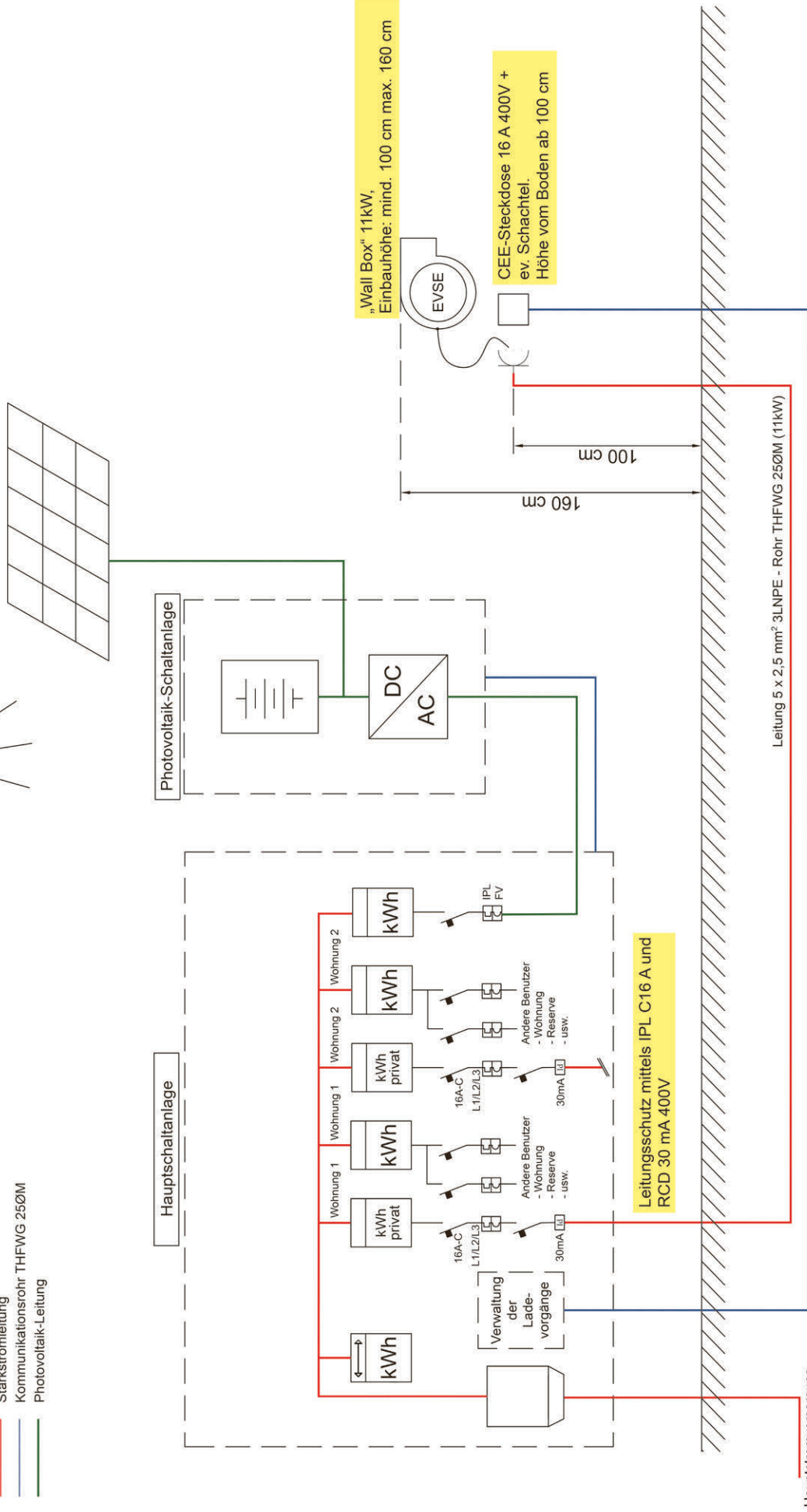
Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



# F BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

- Starkstromleitung
- Kommunikationsrohr THFWG 250M
- Photovoltaik-Leitung

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



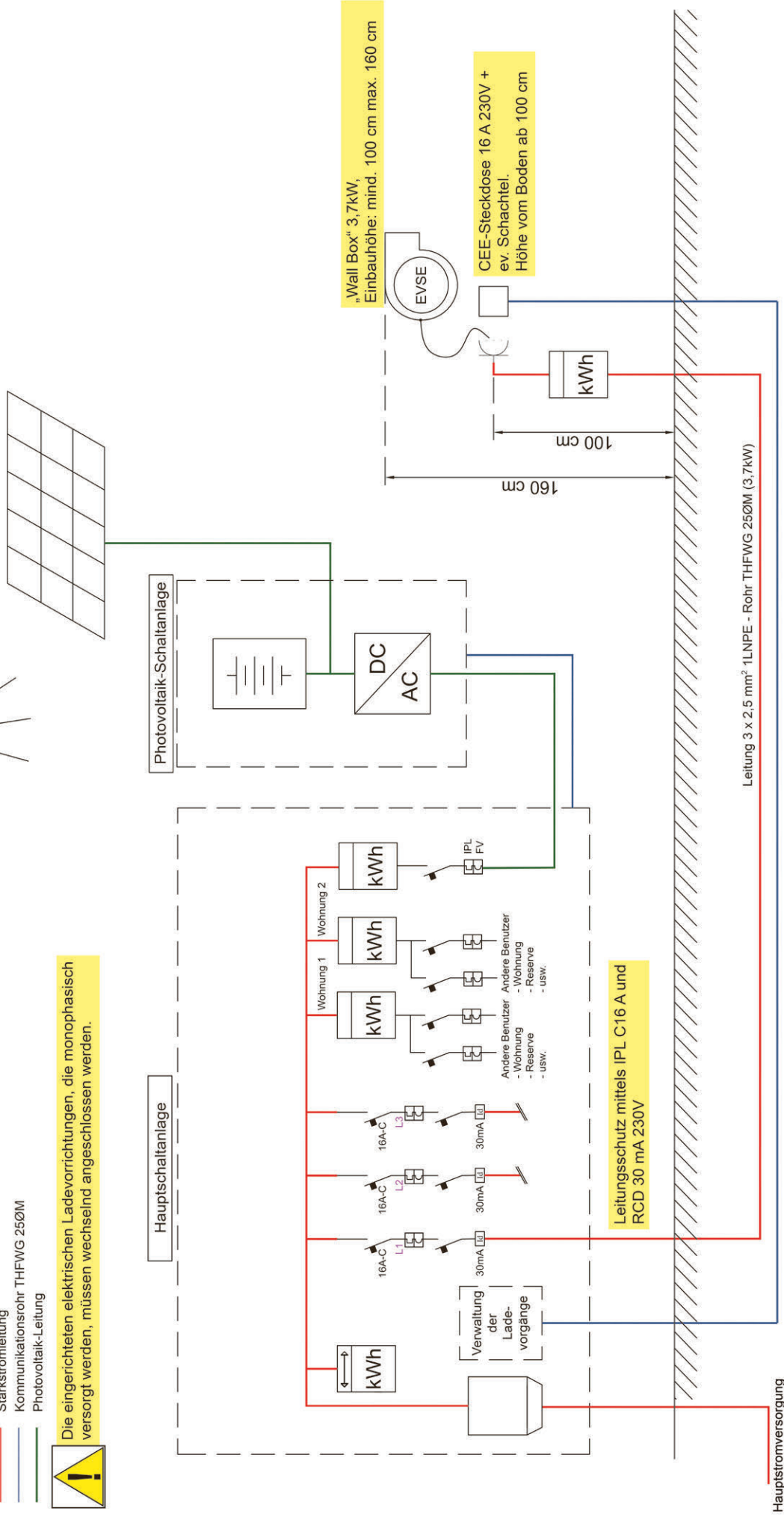
# G BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

-  Starkstromleitung
-  Kommunikationsrohr THFWG 25ØM
-  Photovoltaik-Leitung



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die monophasisch versorgt werden, müssen wechsellnd angeschlossen werden.

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.

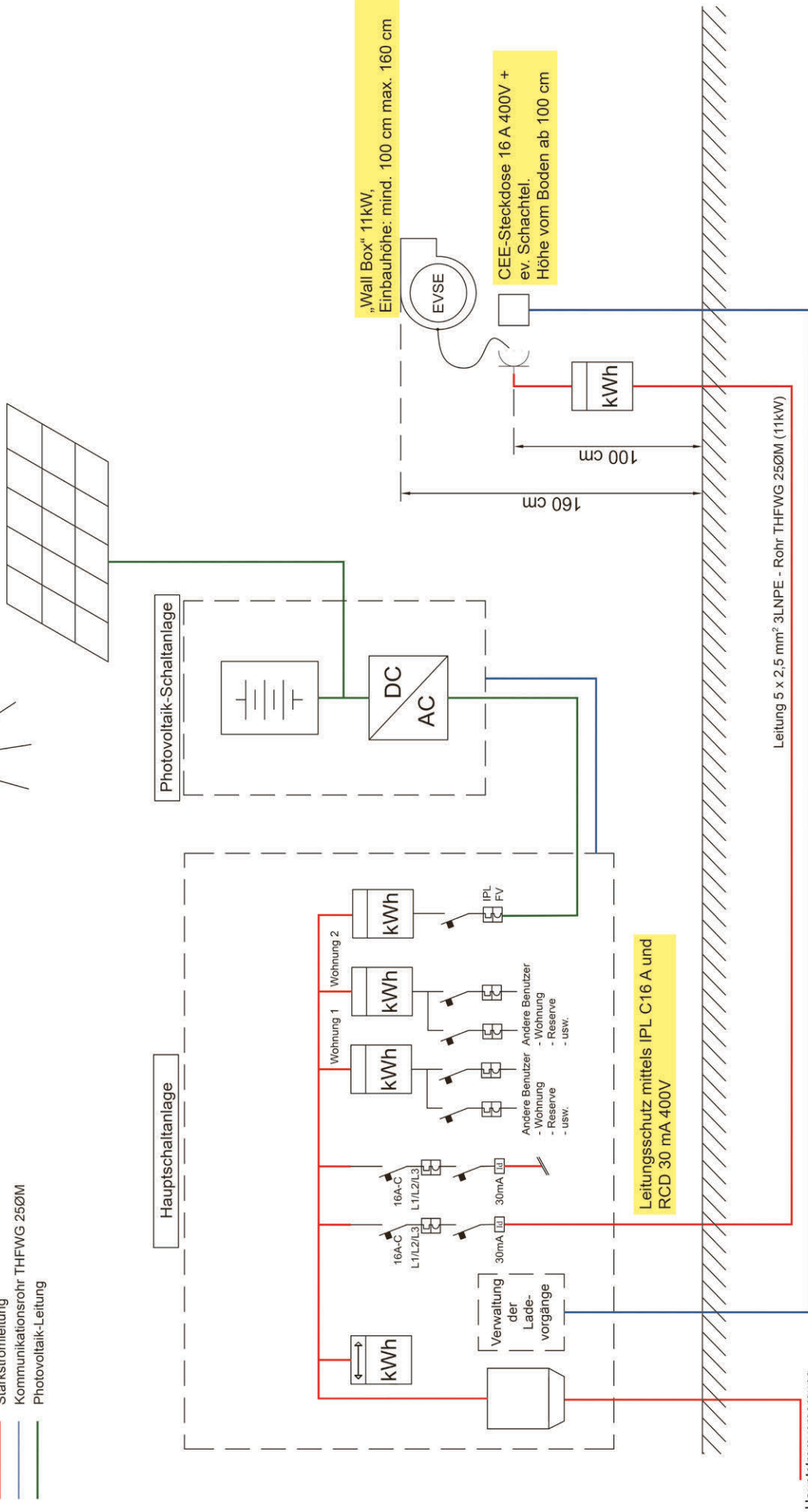


Hauptstromversorgung

# H BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

- Starkstromleitung
- Kommunikationsrohr THFWG 250M
- Photovoltaik-Leitung

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



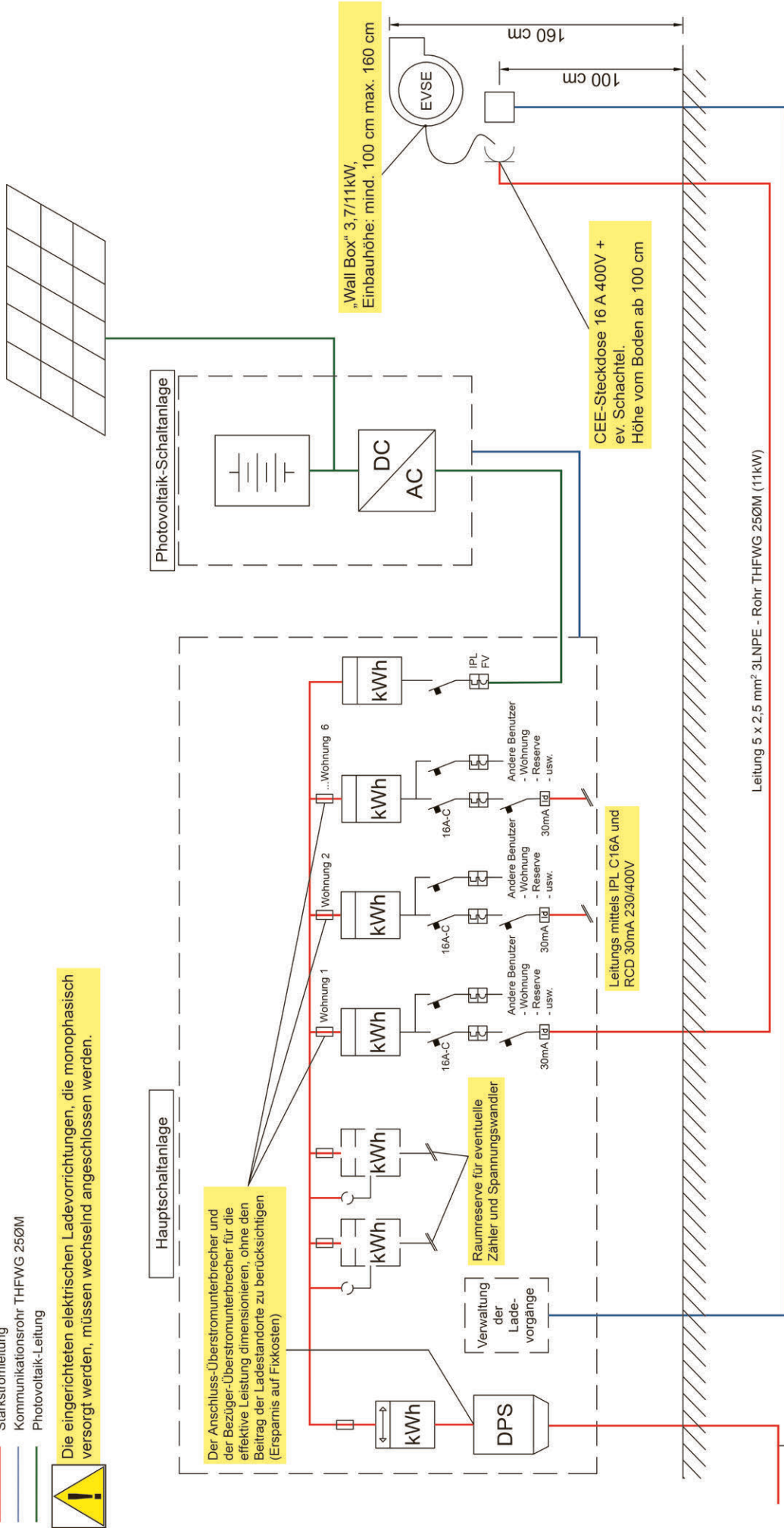
# BEISPIEL EINER ANLAGE FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS MIT PHOTOVOLTAIKANLAGE

- Starkstromleitung
- Kommunikationsrohr THFWG 250M
- Photovoltaik-Leitung



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die monophasisch versorgt werden, müssen wechsellnd angeschlossen werden.

Das abgebildete Schema gilt als Beispiel und ist für die Ladung auf einer Distanz von unter 50m mit einer Ladesäule ohne FI gedacht. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften jedes einzelnen Elementes des Bauplanes abhängig von der Ladeleistung, des Abstandes und des Typs der Ladesäule sind.



Darauf achten, dass der Netzbetreiber basierend auf die geplante Ladepunkt-Leistung die benötigten Einleitungen und den genauen Durchmesser für die Zuleitung vorsieht.



**ifec**  
 Via Liscardo 9 - CH 6802 Rivera  
 T. +41 91 936 27 00  
 info@ifec.ch  
 www.ifec.ch

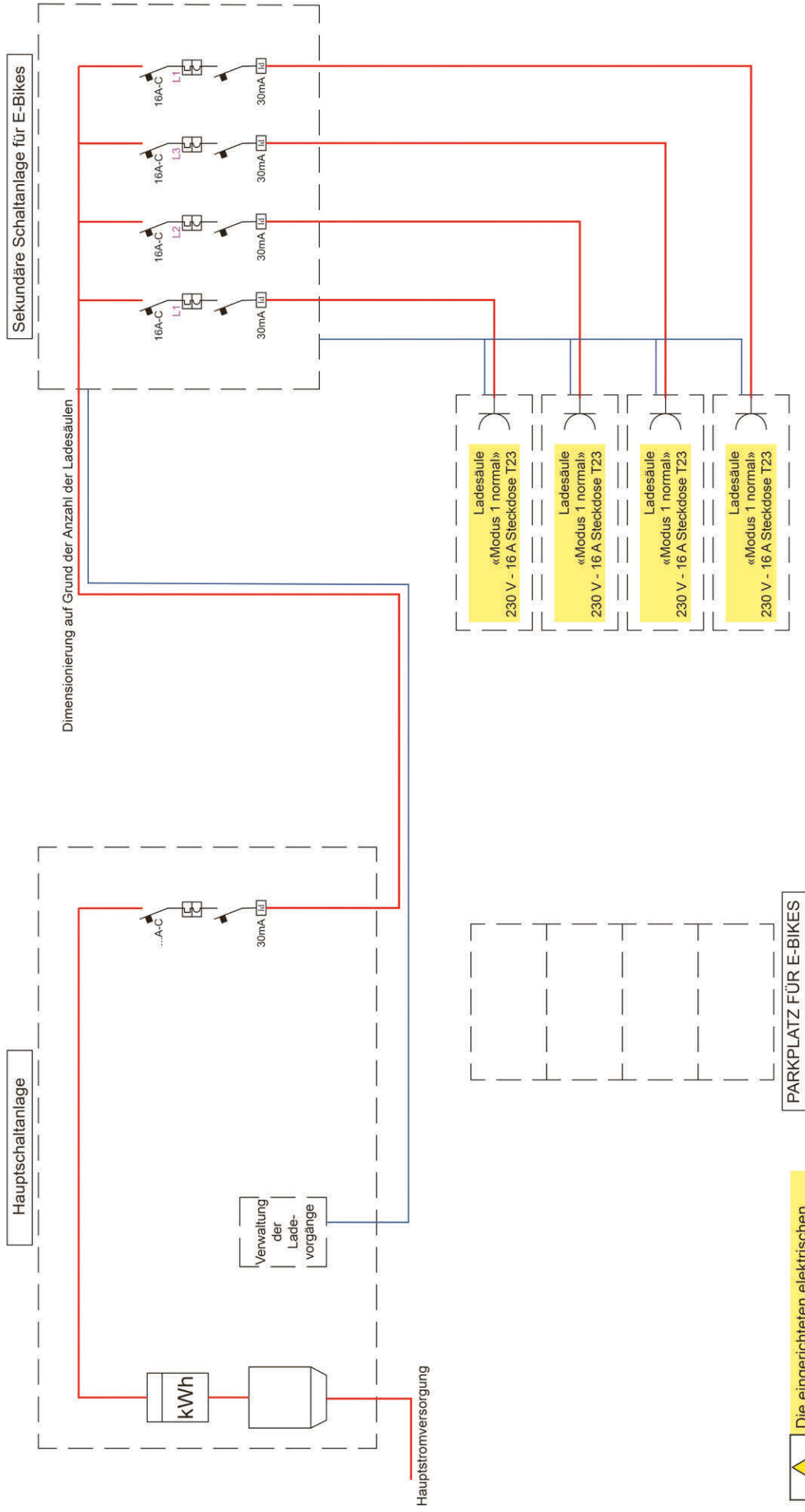
© Copyright 2019 IFEC Ingegneria SA - Rivera / Si riserva la proprietà del presente disegno. È vietata la riproduzione e la comunicazione a terzi senza autorizzazione.





# M BEISPIEL FÜR EINE ANLAGE FÜR EINEN ÖFFENTLICHEN PARKPLATZ FÜR E-BIKES

— Starkstromleitung  
— Kommunikationsrohr THFWG 25ØM



Die eingerichteten elektrischen Ladevorrichtungen, die mono-phasisch versorgt werden, müssen wechsellnd angeschlossen werden

## SIE WOLLEN FÜR IHR E-AUTO LADEINFRASTRUKTUREN IM MIETVERHÄLTNIS ODER STOCKWERKEIGENTUM ERSTELLEN?

### Folgendes müssen Sie wissen:

Elektroautos werden bestmöglich überall dort geladen, wo sie über längere Zeit stehen. Sprich vor allem zuhause. Die Schweiz ist das Land der Mieter und Stockwerkeigentümer, die Elektroautos sind oftmals in Tiefgaragen oder geteilten Garagen untergebracht. Wie können diese Abstellplätze mit Ladeinfrastrukturen ausgerüstet werden? Wenn Sie im Mietverhältnis oder Stockwerkeigentum sind, müssen Sie folgendes wissen:

### Für den Mieter:

- Sie brauchen für den Einbau einer Ladeinfrastruktur das **Einverständnis des Vermieters**, resp. des Vertreters des Vermieters. Dies ist in der Regel eine Verwaltung.
- Die regelmässige Nutzung von Gemeinschaftsstrom zum Laden ist in den allermeisten Fällen vertraglich nicht geregelt. Sie benötigen nicht nur für die Erstellung der Ladeinfrastruktur das **Einverständnis**, sondern auch **für den Strombezug**.
- Es empfiehlt sich eine Verrechnung des Stroms zu einem Pauschalpreis.
- Auch möglich (aber teurer) ist der Einbau eines Zählers oder eines Anschlusses zum Zähler Ihrer Wohnung oder Liegenschaft.
- Sie haben **grundsätzlich keinen Anspruch auf Erschliessung** eines Stellplatzes oder die regelmässige Nutzung einer bestehenden Ladeinfrastruktur wenn diese nicht vereinbart ist (Art. 256 OR). Wenn Sie bereit sind, die Kosten ganz oder teilweise zu tragen, lässt sich aber in der Regel eine Lösung finden.
- Die Verwaltung dürfte unter diesen Umständen auch dazu bereit sein, **auf die Wiederherstellung** des früheren Zustandes am Ende der Mietdauer **zu verzichten**. Es empfiehlt sich, dies schriftlich zu vereinbaren (Art. 260a Abs. 2 OR).
- Es ist dienlich, dem Vermieter oder der Verwaltung ein **technisches Dossier der Ladeinfrastruktur vorzulegen**. Weisen Sie dabei die Kapazität (in kW) der Ladeinfrastruktur aus. Fordern Sie die nötigen Unterlagen beim Lieferanten oder oder Installateur Ihrer Ladeinfrastruktur an.
- Fragen Sie Ihren Elektroautohändler oder Installateur nach einem „Home Check“. Dabei wird die für Ihr Fahrzeug beste Ladelösung ermittelt.
- Es empfiehlt sich, die Möglichkeit und Notwendigkeit des Lastmanagements durch den Lieferanten oder Installateur mit dem Gebäudeelektriker abklären zu lassen. Der Austausch dieser Parteien findet in der Regel bei der Installationsauftragserteilung statt.



### Für den Stockwerkeigentümer:

- Im Stockwerkeigentum sind Parkplätze, anders als abgeschlossene Garagenboxen, meist nicht zu Sonderrecht ausgeschieden. Sie brauchen für den Einbau einer Ladeinfrastruktur daher das Einverständnis der Eigentümerversammlung
- Die Erschliessung von Garagenplätzen mit Strom dürfte angesichts der wachsenden Bedeutung der Elektromobilität als „**notwendige Massnahme**“ zu sehen sein. Demzufolge benötigen Sie einen **Mehrheitsentscheid** der Eigentümer. Sie stützen sich dabei auf Art. 647c ZGB.
- Sollte der Einbau der Ladeinfrastruktur nur als „**nützliche Massnahme**“ betrachtet werden, benötigen Sie einen **Mehrheitsentscheid** der Eigentümer, die zu gleich auch die Mehrheit des Wertes der Sache auf sich vereinigen (**Wertquote**). Sie stützen sich dabei auf den Bundesgerichtsentscheid 5C.110/2001.
- Auch eine bauliche Änderung, die nur im Interesse eines einzelnen Stockwerkeigentümers ist, kann „nützlich“ in dem Sinne sein und bedarf daher zum Beschluss nur einer Mehrheit der Eigentümer, die zugleich auch die Mehrheit des Wertes der Sache auf sich vereinigen.
- Falls Sie als Einzelner den Einbau einer Ladeinfrastruktur planen, werden Sie den Mehrheitsentscheid wohl nur durch die **Übernahme der Erschliessungskosten** erreichen. Dies ist auch im Gesetz so vorgesehen (Art. 712h Abs. 3 ZGB).
- Falls zu einem späteren Zeitpunkt weitere Stockwerkeigentümer Ladeinfrastrukturen einbauen möchten, ist es nur fair, wenn diese sich **an den von Ihnen übernommenen Initialkosten beteiligen**. Eine entsprechende Regelung empfiehlt sich bei der Erstellung der ersten Ladeinfrastruktur.
- Erfordert die Erschliessung von **zu Sonderrecht ausgeschiedenen Garagen bauliche Massnahmen** an gemeinschaftlichen Bauteilen, müssen die übrigen Stockwerkeigentümer eine notwendige Durchleitung von Leitungen gegen Entschädigung dulden (Art. 691 ZGB).
- Es ist dienlich, der Eigentümerversammlung **ein technisches Dossier der Ladeinfrastruktur vorzulegen**. Weisen Sie dabei die Kapazität (in kW) der Ladeinfrastruktur aus. Fordern Sie die nötigen Unterlagen beim Lieferanten oder Installateur Ihrer Ladeinfrastruktur an.
- **Bereiten Sie** für die Eigentümerversammlung **einen Antrag** mit Begründung und den zu treffenden Abmachungen und Regelungen **vor**.
- Stellen Sie sicher, dass beim allfälligen Verkauf der Wohnung oder Liegenschaft die **vereinbarten Regelungen an den neuen Eigentümer übergehen**.
- Fragen Sie Ihren Elektroautohändler nach einem „Home Check“. Dabei wird die für Ihr Fahrzeug beste Ladelösung ermittelt.
- Es empfiehlt sich, die Möglichkeit und Notwendigkeit des **Lastmanagements** durch den Lieferanten oder Installateur mit dem Gebäudeelektriker abklären zu lassen. Der Austausch dieser Parteien findet in der Regel bei der Installationsauftragserteilung statt.





# Elektromobilität in Immobilien

Wie bereite ich mich vor?

Wie unterstütze ich die Mieter der Zukunft am besten?

## Sind Sie ein Immobilienbesitzer/-Verwalter? Wollen Sie die Attraktivität Ihrer Immobilien steigern?

- Elektromobilität in der Schweiz gewinnt immer mehr an Boden
- Verkäufe von Elektroautos sind im letzten Jahr um 120% gestiegen
- Die Kunden werden immer anspruchsvoller und die Automodelle immer zahlreicher
- Es wird geschätzt, dass etwa 80% der Ladevorgänge zu Hause oder am Arbeitsplatz vorgenommen werden
- Die Ladeinfrastruktur in Wohn- oder Bürogebäuden ist daher zunehmend gefragt

Protoscar begleitet Sie bei der Definition der zu verfolgenden Strategie und bei der Ermittlung der richtigen Ladelösung für Ihr Immobilienportfolio.

## Wir unterstützen Sie bei der Beantwortung folgender Fragen:

- Wie kann ich meinen Mietern eine angemessene Ladeinfrastruktur garantieren?
- Welche Infrastruktur muss ich einrichten? Wie viele Parkplätze muss ich zur Verfügung stellen und wie?
- Wie finde ich mich in den verschiedenen Ladestation-Angeboten auf dem Markt zurecht?
- Wie kann ich die Zahlungen und die Kostenverteilung unter den Mietern verwalten?

Protoscar hat als Sachbearbeiter das neu erschienene SIA Merkblatt 2060 über **Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden** entwickelt und veröffentlicht jährlich den **Ratgeber für die Installation von Ladesystemen für eFahrzeuge**.

### Dienstleistungen

- Strategische Beratung
- Massgeschneiderte Workshops
- Schulungen



### Referenzen

- Comptoir Immobilier
- Flughafen Zürich
- Flughafen Genf

## Haben Sie Fragen?

### Ilaria Besozzi

Key Account Manager  
+41 91 649 60 60  
i.besozzi@protoscar.com

### Milton Barella

Business Development  
+41 91 649 60 60  
m.barella@protoscar.com

[www.protoscar.com](http://www.protoscar.com)

## Protoscar ist Ihr bester Partner für die Beratung in Sachen Elektromobilität

Protoscar hat über 30 - Jahre Erfahrung im Bereich Elektromobilität. Dank unserer fundierten Marktkenntnis und Erfahrung bieten wir Ihnen einen wertvollen Mehrwert. Die Welt der Mobilität verändert sich: Wir geben unser Wissen gerne weiter, um allen den Schritt in die nachhaltige Elektromobilität zu ermöglichen.



 **PROJECT  
MANAGEMENT  
& CONSULTING**



 **ENERGIEEFFIZIENZ**



 **UMWELT**



 **BAUQUALITÄT  
UND -SICHERHEIT**



 **PLANUNG VON  
ANLAGEN**



 **AKUSTIK UND  
ERSCHÜTTERUNGEN**



**Lösungen und Projekte  
für ein nachhaltiges Wachstum**



**ifec**  
 A company of the AF Group

IFEC ingegneria SA  
Via Lischedo 9  
CH 6802 Rivera  
T. +41 91 936 27 00

[info@ifec.ch](mailto:info@ifec.ch)  
[www.ifec.ch](http://www.ifec.ch)



# Laden Sie Ihr Elektrofahrzeug 5% günstiger auf!

Mit der Gratis-Kreditkarte **TCS Member Mastercard®** und der **TCS eCharge App** sparen Sie beim Aufladen Ihres Elektrofahrzeugs stets 5%. Ein starkes Duo!

Jetzt mehr erfahren und Karte beantragen: [tcs.ch/mc-aufladen](https://tcs.ch/mc-aufladen)



Die TCS Member Mastercard ist eine Kreditkarte ohne Jahresgebühr, die von der Cembra Money Bank AG in Zürich herausgegeben wird. Das Angebot für die Gratis-Kreditkarte richtet sich ausschliesslich an TCS Mitglieder mit Wohnsitz in der Schweiz.



# charge@immo

für die skalierbare Ladeinfrastruktur

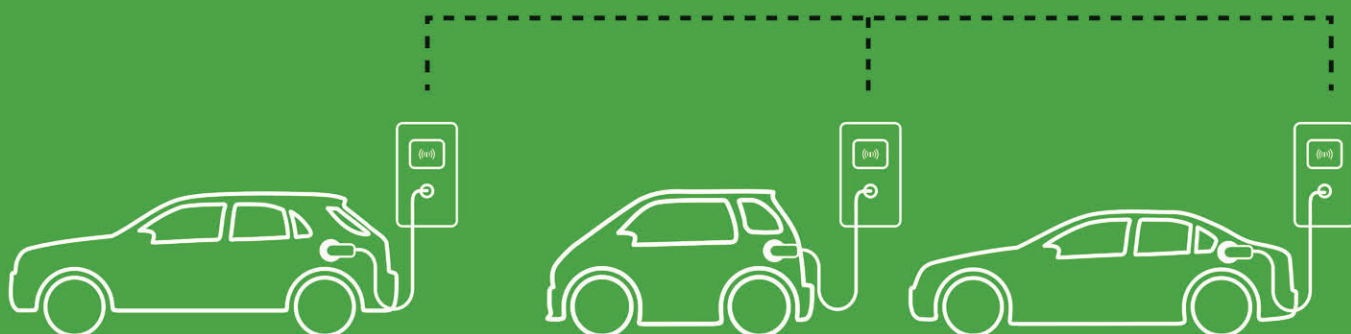


Nachhaltig ✓

Zukunftssicher ✓

Investitionsoptimiert ✓

Alles aus einer Hand ✓



Energie 360° AG  
Telefon +41 43 317 25 25 | [mobilitaet@energie360.ch](mailto:mobilitaet@energie360.ch)  
[e360.ag/e-mobilitaet-immo](https://e360.ag/e-mobilitaet-immo)

energie360°







# Strom im Tank

Wir glauben an die Technologien der Zukunft und fördern deshalb eine smarte Mobilität. Entscheiden auch Sie sich heute für die Elektromobilität und profitieren Sie von den Dienstleistungen unserer Gruppe.



# Einfach. Mehr. Für Sie.

Sichern Sie sich die Poleposition mit EM e-mobility.

- Werden Sie zum E-Mobilitäts-Spezialisten mit der EM e-mobility Schulung.
- Der EM e-mobility Berater unterstützt Sie bei der Bestandsaufnahme und den Abklärungen bei Ihrem Kunden vor Ort.
- Auf alle gekauften EM e-mobility Ladestationen erhalten Ihre Kunden eine 5-jährige Produktgarantie. Für private Ladestationen zusätzlich eine 24-monatige Soforthilfe.

Entdecken Sie jetzt das breite EM-Sortiment an Ladestationen und Zubehör: [e-m.info/073](mailto:e-m.info/073)

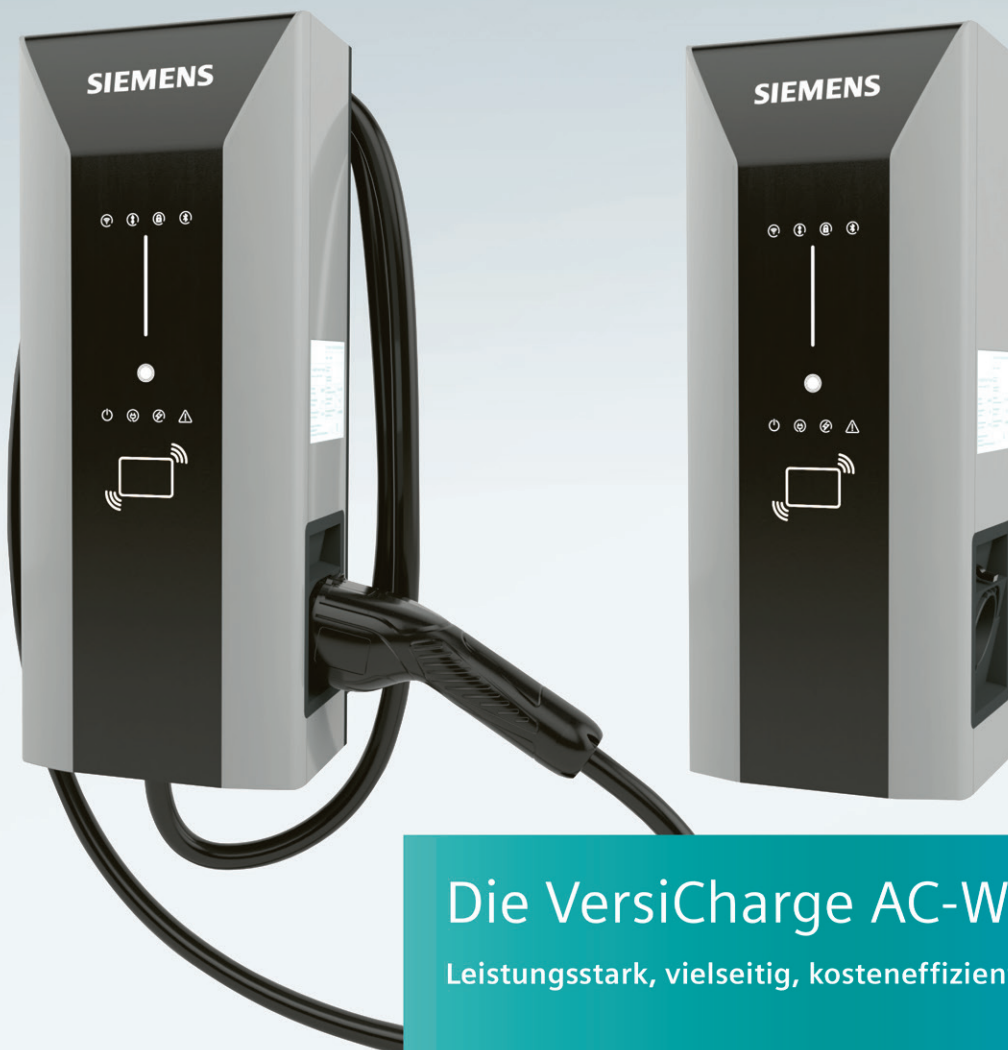


Einfach.Mehr.

e.mobility

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Die VersiCharge AC-Wallbox

Leistungstark, vielseitig, kosteneffizient

VersiCharge Wandladestationen von Siemens stehen seit mehr als einem Jahrzehnt für überlegene Qualität, Robustheit und bewährte Technologie. Die neue VersiCharge AC-Wallbox der dritten Generation setzt diese Tradition mit zahlreichen bahnbrechenden Verbesserungen, einem frischen und ansprechenden Design und bis zu 22 kW AC-Ladeleistung fort. Sie eignet sich sowohl für den Innen- als auch für den Aussenbereich und besticht durch ihr hervorragendes Preis-/Leistungsverhältnis.

Weitere Informationen finden Sie unter: [siemens.ch/e-mobility](https://www.siemens.ch/e-mobility)

Siemens Schweiz AG  
Smart Infrastructure  
Freilagerstrasse 40  
8047 Zürich, Schweiz  
Tel. +41 585 583 580  
[power.info.ch@siemens.com](mailto:power.info.ch@siemens.com)

[siemens.ch/e-mobility](https://www.siemens.ch/e-mobility)

# charging solutions

from 3.7kW AC to 165 kW DC



**espresso&charge**  
Up to 165kW DC + 65kW AC for all vehicles. Charges up to four vehicles at the same time.



**cappuccino&charge**  
60kW DC, including dynamic load distribution, charges up to three vehicles at the same time.



**coffee&charge**  
Fast and easy with 20kW DC + 22kW AC charging. Also available as a bidirectional charging station.



**move&charge**  
Plug & play 20kW DC + 22kW AC charging. Optionally available as a 1000V variant with all DC plugs.



**sospeso&charge**  
Charge and discharge bi-directionally with 10kW DC and thus easily supply house or business with electricity from the electric vehicle.

**barista**  
Regulates and controls the energy flow in a local building dynamically in real time.



**save&charge**  
Used and new batteries from EV's for storage solutions as well as peak shaving for homes or businesses.



development & production  
in Kriens-Obernau

# Helion – Schlüsselfertige Mobilitäts- und Energiewende aus einer Hand

ökologisch & wirtschaftlich sinnvoll

Elektroautos nehmen an Beliebtheit zu: 2019 wurden in der Schweiz mehr als doppelt so viele E-Fahrzeuge zugelassen wie im Vorjahr. Wie umweltfreundlich das Fahren mit einem Elektroauto ist, hängt jedoch auch von der Art des verwendeten Stroms ab: Wirklich klimafreundlich handelt nur, wer sein Elektroauto mit Strom aus nachhaltigen Quellen betreibt.

Wer eine Solaranlage hat, profitiert von günstigen Strompreisen. Wer sein Elektroauto mit selbst produziertem Solarstrom lädt, handelt nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll.

Besonders effektiv wird das Zusammenspiel aus Elektroauto, Photovoltaikanlage, Stromspeicher und der Heim-Ladestation durch ein Energiemanagement-System. Dieses kontrolliert den Energiefluss so, dass der erzeugte Strom optimal zwischen dem Laden des Elektroautos und den restlichen Verbrauchern aufgeteilt wird. So ist gewährleistet, dass möglichst wenig Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen werden muss.

In der Kombination von Photovoltaik, Stromspeicher, Elektroauto-Ladestationen und Energiemanagement-System kann Helion die ganze Lösung schlüsselfertig und alles aus einer Hand anbieten. Egal ob für Einfamilienhaus-Lösungen oder grosse Schnelllader-Anlagen für Unternehmen oder Raststätten.



## Helion

Bouygues E&S InTec Schweiz AG

**Geschäftseinheit Helion**

Allmendweg 8 | CH-4528 Zuchwil

Tel. +41 32 677 04 06 | [info@helion.ch](mailto:info@helion.ch) | [helion.ch](http://helion.ch)



swiss  charge.ch

## Intelligentes Laden zuhause und am Arbeitsplatz

Schlüsselfertige Ladelösungen für Tiefgaragen bei Firmen und Mehrfamilienhäusern. Alles aus einer Hand:

Beratung, Ladestationen und smarter Betrieb mit

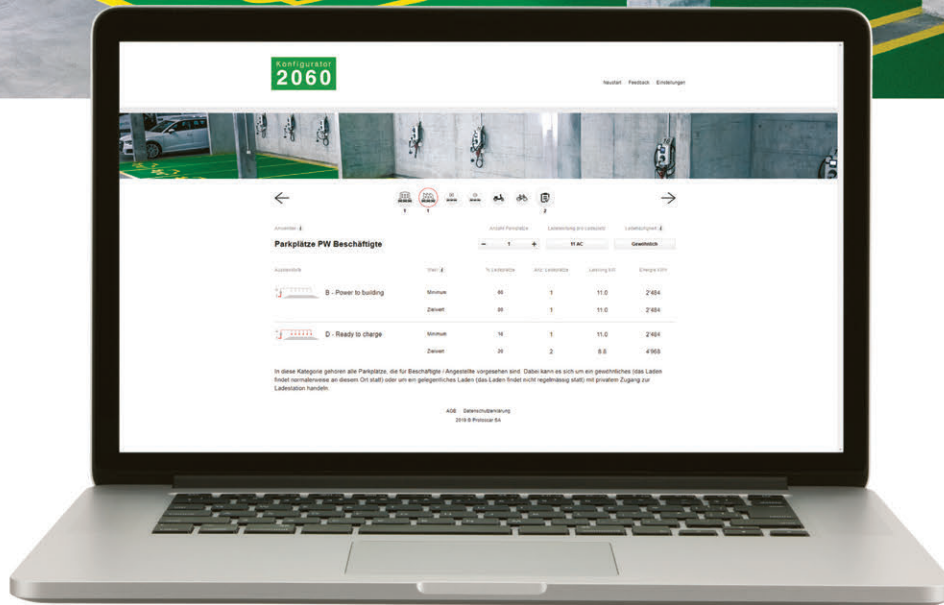
**immocharge** von [swisscharge.ch](http://swisscharge.ch)

- ✓ Zugang für Mieter und Mitarbeiter
- ✓ Verbrauchsgerechte und automatische Abrechnung
- ✓ Online Management Tool
- ✓ Frei wählbare Ladepreise
- ✓ Optionales Lastmanagement

Ihre individuelle Ladelösung in nur wenigen Klicks auf [swisscharge.ch/angebot](http://swisscharge.ch/angebot)



# Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden



Mit dem Konfigurator 2060 können Sie in wenigen Schritten die optimale Ladelösung für Ihre Immobilie berechnen und dabei gleichzeitig die Empfehlungen des Merkblatts SIA 2060 erfüllen.

[www.konfigurator2060.ch](http://www.konfigurator2060.ch)



# Planung, Realisation, Betrieb\*

**Alles zusammen: \*Planung,  
\*Realisation, \*Betrieb.**

Bei uns bekommen Sie schlüsselfertige  
Komplettlösungen von Ladestationen für  
E-Fahrzeuge. Erfahren Sie mehr:

**[ewz.ch/ladelösung](http://ewz.ch/ladelösung)**

 Ein Unternehmen  
der Stadt Zürich

**ewz**

## Impressum

Protoscar SA  
Via Ronchi 18  
6821 Rovio  
Tel.: +41 91 649 60 60  
info@protoscar.com  
www.protoscar.com

Redazione:  
Giorgio Gabba  
Marco Piffaretti  
Milton Barella  
Maud Rasmussen  
Angelo Bernasconi  
Enrico Biella  
Iwan Gehrig  
Peter Räber

Übersetzung ins Französische:  
Isabella Jaquier-Borella

Koordination Redaktion, Übersetzung und Korrektur:  
Maud Rasmussen

Layout:  
Luca Butti

Druck:  
TCS P&L

Ziel des Ratgebers ist es, die bestmöglichen Vorrichtungen für die Ladeinfrastruktur für eFahrzeuge zu planen und dabei die Investitionskosten und Fehlentscheide (resp. Fehlinvestitionen) zu minimieren.

Der Ratgeber bezieht sich primär auf die in der Schweiz geltenden Gegebenheiten. Dieses Instrument wurde nach bestem Wissen und Gewissen verfasst.

Die Verfasser bedanken sich bei all jenen, die, in diesen Jahren mit konstruktiven Kommentaren und Korrekturen zur Entstehung einer ergänzten und verbesserten Auflage beigetragen haben.

Darunter Mitarbeitende von Energie 360°, SIG, ASTRA, Bâtnergie Sàrl, CROHM, EKZ, ewz, Invisia, Juice Technology, Kanton Aargau, Kantonale Arbeitsgruppe eMobility – Kanton Basel, Kanton Genf, KZEI Alpiq InTec, NovaVolt, Park&Charge, Repower, Siemens, TCS, The Mobility House und WWZ.

Für die Ergänzung, insbesondere auch mit interessanten Fallbeispielen, und Verbesserung der aktuellen 5. Auflage danken wir den altbewährten sowie neubeitragenden Partnern. Zu den neuen Partnern zählen: HELION, SIEMENS, swisscharge.ch .

Den Altbewährten: Energie 360°, EKZ, EM, EVTEC, ewz, TCS und The Mobility House danken wir speziell.

Die Verfasser bitten den Leser Bemerkungen schriftlich an [info@protoscar.com](mailto:info@protoscar.com), mitzuteilen, so dass diese die nächste Auflage ergänzen können.