

Handbuch

# Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität

HBLE – CH 2022

VSE  
AES

## Impressum und Kontakt

### Herausgeber

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE  
Hintere Bahnhofstrasse 10  
CH-5000 Aarau  
Telefon +41 62 825 25 25  
Fax +41 62 825 25 26  
info@strom.ch  
www.strom.ch

### Autoren der Erstausgabe

|                    |                 |           |
|--------------------|-----------------|-----------|
| Marc Eisenreich    | BKW             |           |
| Cyril Käser        | Groupe-E        |           |
| Flurin Kunfermann  | Repower         |           |
| Urs Mathis         | Energie 360°    |           |
| Roland Meyer       | WWZ Energie AG  |           |
| Robert Pleisch     | Repower AG      | AG Leiter |
| Ralf Rienäcker     | EKZ             |           |
| Krispin Romang     | Swiss eMobility |           |
| Olivier Stössel    | VSE             |           |
| Roger Wisler       | Helion          |           |
| Christoph Woodtli  | Energie Thun AG |           |
| Christoph Zumbrunn | Primeo Energie  |           |

### Verantwortung Kommission

Für die Pflege und die Weiterentwicklung des Dokuments zeichnet die VSE-Kommission Versorgungsqualität verantwortlich.



# Chronologie

April 2021 bis  
Februar 2022  
2. Mai 2022

Erarbeitung

Genehmigung durch VSE Geschäftsleitung

Das Dokument wurde unter Einbezug und Mithilfe von VSE und Branchenvertretern erarbeitet.

Der VSE verabschiedete das Dokument am 02.05.2022.

---

**Druckschrift** Nr. 1050/d, Ausgabe 2022

## Copyright

© Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE

Alle Rechte vorbehalten. Gewerbliche Nutzung der Unterlagen ist nur mit Zustimmung vom VSE/AES und gegen Vergütung erlaubt. Ausser für den Eigengebrauch ist jedes Kopieren, Verteilen oder anderer Gebrauch dieser Dokumente als durch den bestimmungsgemässen Empfänger untersagt. Die Autoren übernehmen keine Haftung für Fehler in diesem Dokument und behalten sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.

## Sprachliche Gleichstellung der Geschlechter.

Das Dokument ist im Sinne der einfacheren Lesbarkeit in der männlichen Form gehalten. Alle Rollen und Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch sowohl auf Frauen wie auch auf Männer. Wir danken für Ihr Verständnis.



# Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Vorwort.....   | 7  |
| Einleitung.....  | 8  |
| 1. Grundlagen.....   | 8  |
| 1.1 Begriffsdefinitionen.....  | 8  |
| 2. Grundlagen zu Elektrofahrzeugen und dem Ladevorgang.....  | 11 |
| 2.1 Ladebetriebsarten.....   | 12 |
| 2.2 Ladeleistungen beim Laden von Elektrofahrzeugen.....   | 13 |
| 2.3 Übersicht der üblichen Leistungswerte mit den dazugehörigen Sicherungsgrößen.....                        | 15 |
| 2.4 Rollenverteilungen und Akteure.....  | 15 |
| 2.5 Zusätzliche Hinweise zur Ladung von Elektrofahrzeugen.....   | 17 |
| 3. Planung und Administration.....   | 17 |
| 3.1 Meldewesen.....  | 17 |
| 3.1.1 Meldepflicht.....  | 17 |
| 3.1.2 Prüfung der Angaben für die Bewilligung durch den VNB.....   | 17 |
| 3.1.3 Installationsanzeige (IA).....   | 18 |
| 3.1.4 Technisches Anschlussgesuch (TAG).....   | 18 |
| 3.1.5 Sicherheitsnachweis (SiNa).....  | 18 |
| 3.1.6 Kontrollperioden.....  | 18 |
| 3.2 Anlagen und Personenschutz.....  | 18 |
| 3.3 Phasenlastverteilung.....  | 19 |
| 3.4 Erdungsanlage.....   | 20 |
| 3.5 Feuchtigkeitsschutz.....   | 20 |
| 3.6 Feuerwehr und Brandschutz.....   | 20 |
| 3.7 Flachbandkabel.....  | 20 |
| 3.8 Installation von Ladestationen in Gemeinschaftsgaragen hinter mehreren (Haus-<br>)Anschlusspunkten:..... | 20 |
| 3.9 Mietverhältnis und Stockwerkeigentümerschaften.....  | 22 |
| 3.10 Bauliche Anforderungen.....   | 23 |
| 3.11 Steckdosen für mobile Ladestationen (gesteckte Ladestationen).....                                      | 23 |
| 3.12 Leistungsbedarf.....  | 23 |
| 3.12.1 Minimaler Leistungsbedarf pro Ladepunkt - Beispielrechnung.....                                       | 23 |
| 3.12.2 Empfehlung Absicherung von Ladeanlage.....  | 25 |
| 3.12.3 Empfehlung zum Ausbau von Ladeanlage.....   | 25 |
| 3.13 Netzurückwirkungen.....   | 25 |
| 3.13.1 Spannungsänderung.....  | 25 |
| 3.13.2 Oberschwingungen.....   | 26 |
| 3.13.3 Grobbeurteilung.....  | 27 |
| 3.13.4 Detaillierte Beurteilung.....   | 28 |
| 3.13.4.1 Gruppierung von Oberschwingungserzeugenden Geräten.....   | 28 |
| 3.13.4.2 Oberschwingungslastberechnung.....  | 28 |
| 3.13.5 Bewertung des Oberschwingungslastanteil:.....   | 28 |
| 3.13.6 Bei Nichteinhalten der Netzurückwirkungen.....  | 29 |
| 3.14 Installationsarten.....   | 29 |
| 3.14.1 Flachband über den Allgmeinzählerstromkreis oder einen separaten Zähler.....                          | 29 |
| 3.14.2 Einzelne Erschliessung pro Wohnungszähler.....  | 31 |
| 4. Lastmanagement.....   | 32 |
| 4.1 Lademanagement.....  | 34 |
| 4.2 Lokales Lastmanagement.....  | 34 |
| 4.2.1 Statisches Lastmanagement ohne externe Steuerung.....  | 34 |
| 4.2.2 Dynamisches Lastmanagement (Anschluss wird geteilt mit anderen Verbrauchern).....                      | 35 |



|  |  |    |
|--|--|----|
| 4.3  | Übergeordnetes Lastmanagement für diverse Anwendungen (Freiwillige Teilnahme) .....    | 36 |
| 4.4  | Übergeordnetes Lastmanagement zur Netzoptimierung (Freiwillige Teilnahme) .....        | 36 |
| 4.5  | Lastreduktion zur Gewährleistung des sicheren Netzbetrieb (Gesetzlich Vorgegeben)..... | 37 |
| 4.6  | Bidirektionales Laden .....  | 37 |
| 5.   | Messung und Marktzugang .....  | 38 |
| 6.   | Netznutzungstarife .....   | 38 |
| 6.1  | Einmalige Anschlussgebühren .....  | 39 |
| 6.2  | Wiederkehrende Netznutzungstarife.....   | 39 |
| 7.   | Energietarife .....  | 40 |
| Anhang 1: Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität .....                       |  | 41 |
| 1.1  | Einleitung.....  | 41 |
| 1.2  | Spezielle Regelungen für die Schweiz.....  | 41 |
| 1.2.1  | Beispiele für die Nutzung der Kontakte für Wahltarife.....                             | 41 |
| Anhang 2: Netznutzungstarife für die Elektromobilität .....                                |  | 50 |
| 2.1  | Einheitstarif.....   | 50 |
| 2.2  | Tarif mit maximaler Bezugsleistung .....   | 50 |
| 2.3  | Dynamischer Tarif in Abhängigkeit der aktuellen Bezugsleistung .....                   | 50 |
| 2.4  | Tarif mit angepassten Tarifzeiten und -höhen .....                                     | 50 |
| Anhang 3: Beispiele Berechnung der Netzurückwirkungen von Ladestationen / Ladeanlagen..... |  | 51 |
| 3.1  | Begriffserklärung.....   | 51 |
| 3.2  | Beispiel zur Berechnung einer gängigen 11 kVA AC-Ladestation.....                      | 51 |
| 3.2.1  | Angaben zur Ladestation.....   | 51 |
| 3.2.2  | Angaben am Verknüpfungspunkt.....  | 51 |
| 3.2.3  | Relative Spannungsänderung (d) am Verknüpfungspunkt.....                               | 51 |
| 3.2.3.1  | Grenzwerte: .....  | 51 |
| 3.2.4  | Oberschwingungsanalyse.....  | 52 |
| 3.2.4.1  | Grobe Beurteilung:.....  | 52 |
| 3.2.5  | Zusammenstellung Oberschwingungserzeuger.....  | 52 |
| 3.3  | Beispiel zur Berechnung von mehreren Ladestationen an einem Verknüpfungspunkt .....    | 53 |
| 3.3.1  | Angaben zu den Ladestationen .....   | 53 |
| 3.3.2  | Angaben am Verknüpfungspunkt.....  | 53 |
| 3.3.3  | Relative Spannungsänderung (d) .....   | 53 |
| 3.3.3.1  | Grenzwerte: .....  | 53 |
| 3.3.4  | Oberschwingungsanalyse.....  | 53 |
| 3.3.4.1  | Grobe Beurteilung.....   | 53 |
| 3.3.4.2  | Zusammenstellung Oberschwingungserzeuger .....   | 54 |
| 3.3.4.3  | Bewertung Oberschwingungslastanteil mithilfe von Diagramm .....                        | 54 |
| 3.3.4.4  | Errechnung der maximal möglichen Ladeleistung.....                                     | 55 |
| Anhang 4: Beispiel für ein Anschlussgesuch.....  |  | 56 |
| Anhang 5: Grundlagendokumente .....  |  | 57 |



## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1 Begriffsdefinitionen beim Laden  | 10 |
| Abbildung 2 Ladegeräte Ein- und Dreiphasig   | 12 |
| Abbildung 3 Die Beziehung zwischen den Akteuren  | 16 |
| Abbildung 4 Phasenlastverteilung in einer Ladeanlage   | 19 |
| Abbildung 5 Gemeinschaftsgarage mit Trennmöglichkeit an einem Ort  | 22 |
| Abbildung 6 Gemeinschaftsgarage ohne Trennmöglichkeit an einem Ort   | 22 |
| Abbildung 7 Beispiel für Oberschwingungen (Quelle: Berner Fachhochschule, Zentrum<br>Energiespeicherung)                       | 26 |
| Abbildung 8 (Haus-)Anschlusspunkt und Verknüpfungspunkt  | 27 |
| Abbildung 9 Diagramm zur Beurteilung des zulässigen Oberschwingungslastanteils (Quelle: D-A-CH-<br>CZ 3. Ausgabe)              | 29 |
| Abbildung 10 Installation mehrere Ladepunkte hinter dem Zähler für den Allgemeinstrom  | 30 |
| Abbildung 11 Installation mehrere Ladepunkte hinter einem eigenen Zähler für die Ladeanlage                                    | 31 |
| Abbildung 12 Installation mehrere Ladepunkte hinter den Wohnungszählern  | 32 |
| Abbildung 13 Schematische Darstellung statisches Lastmanagement  | 35 |
| Abbildung 14 Schematische Darstellung dynamisches Management   | 36 |
| Abbildung 15 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 1<br>(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe) | 52 |
| Abbildung 16 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 2<br>(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe) | 54 |
| Abbildung 17 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 3<br>(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe) | 55 |
| Abbildung 18 Beispiel für ein Anschlussgesuch  | 56 |

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit kleinerem Verbrauch           | 14 |
| Tabelle 2 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit grösserem Verbrauch           | 14 |
| Tabelle 3 Übersicht der üblichen Leistungswerte, Phasen und Absicherungen   | 15 |
| Tabelle 4 Sicherungseinrichtungen   | 19 |
| Tabelle 5 minimaler Leistungsbedarf pro Ladepunkt eines grösseren Ladeparks | 24 |
| Tabelle 6 Empfehlung Absicherung Ladeanlage in Wohngebäuden                 | 25 |
| Tabelle 7 Übersicht zum Lade- und Lastmanagement                            | 33 |
| Tabelle 8 Beispiele für dynamische Tarife und Flexibilitätsnutzung          | 41 |



## Vorwort

Beim vorliegenden Dokument handelt es sich um ein Branchendokument des VSE. Es ist Teil eines umfassenden Regelwerkes für die Elektrizitätsversorgung im offenen Strommarkt. Branchendokumente beinhalten branchenweit anerkannte Richtlinien und Empfehlungen zur Nutzung der Strommärkte und der Organisation des Energiegeschäftes und erfüllen damit die Vorgabe des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) sowie der Stromversorgungsverordnung (StromVV) an die Energieversorgungsunternehmen (EVU).

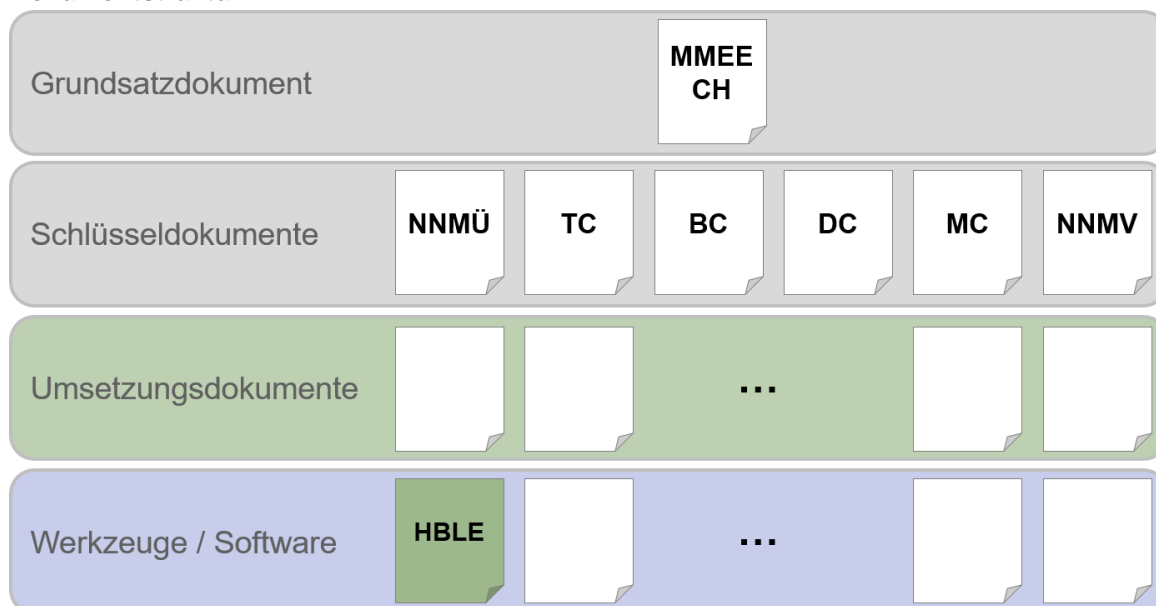
Branchendokumente werden von Branchenexperten im Sinne des Subsidiaritätsprinzips ausgearbeitet, regelmässig aktualisiert und erweitert. Bei den Bestimmungen, welche als Richtlinien im Sinne des StromVV gelten, handelt es sich um Selbstregulierungsnormen.

Die Dokumente sind hierarchisch in vier unterschiedliche Stufen gegliedert

- Grundsatzdokument: Marktmodell für die elektrische Energie – Schweiz (MMEE – CH)
- Schlüsseldokumente
- Umsetzungsdokumente
- Werkzeuge/Software

Beim vorliegenden Handbuch Ladeinfrastruktur für Elektromobilität handelt es sich um ein Werkzeug / Software.

### Dokumentstruktur



# Einleitung

Das vorliegende Handbuch soll eine Hilfsstellung bei der Planung, Installation und dem Betrieb von Ladeanlagen, Ladestationen, Wallboxen und ähnlichen Geräten bieten. Im Fokus sind dabei private und öffentliche Ladeanlagen mit weniger als 50 kW Ladeleistung AC (Wechselstrom engl. Alternating Current) oder DC (Gleichstrom engl. Direct Current), welche in Wohngebäuden und bei Gewerbetreibenden installiert werden. Auf Ladeanlagen mit DC Schnellladung können die Regeln grösstenteils auch angewendet werden, aber sie stehen nicht im Zentrum des Handbuchs.

Dieses Handbuch richtet sich an Elektroplaner, Installateure und VNB. Es wurden keine neuen Regelungen speziell für die Ladeinfrastruktur getroffen, sondern nur die wichtigsten Punkte, vorhandenen Vorgaben für alle an das Verteilnetz angeschlossenen Apparate aus verschiedenen Dokumenten zusammengetragen. Diese Grundlagendokumente sind im Anhang 5: aufgeführt.

## 1. Grundlagen

### 1.1 Begriffsdefinitionen

|   |  |
|---|--|
| AC-Ladung   | Ladevorgang, bei dem die Umwandlung von Wechselstrom auf Gleichstrom innerhalb des Fahrzeugs erfolgt. Ladebetriebsart Mode 1, Mode 2 und Mode 3 (AC-Ladestationen).  |
| Bidirektionalität   | Definiert bei Elektrofahrzeugen und Ladestationen die Möglichkeit, elektrische Energie in beide Richtungen fließen zu lassen, d. h. von der Ladestation zur Fahrzeugbatterie des Elektrofahrzeugs und in umgekehrter Richtung.   |
| Bezugsberechtigte Anschlussleistung                         | Die bezugsberechtigte Anschlussleistung ist diejenige die beim VNB bestellt und bezahlt wurde.   |
| DC-Ladung   | Ladevorgang, bei dem die Umwandlung von Wechselstrom auf Gleichstrom innerhalb der Ladestation erfolgt. Ladebetriebsart Mode 4 (DC-Ladestationen).   |
| CEE-Steckdose   | Steckdose, die auf SN EN 60309-1 basiert. Im vorliegenden Merkblatt wird damit die dreiphasige Steckdose für eine Spannung von 3x400 V bezeichnet.   |
| Fahrzeugbatterie (auch Hochvoltakku oder Traktionsbatterie) | Dieser Begriff bezieht sich auf den im Fahrzeug verbauten Energiespeicher für den Fahrstrom. Dieser Begriff hat sich durchgesetzt und wird für das einfachere Verständnis auch in diesem Dokument verwendet.   |
| Ladebetriebsart (Mode)                                      | Beschreibt die Art der Verbindung zwischen Elektrofahrzeug und Stromnetz. Jede Ladebetriebsart weist spezifische Eigenschaften bezüglich der elektrischen Komponenten, der Kommunikationskomponenten und der Sicherheitskomponenten auf. Es wird zwischen vier Modi unterschieden (siehe auch Kap. 2.1). |
| Ladepunkt   | Einrichtung zum Aufladen von Elektrofahrzeugen, an der zur selben Zeit ein einziges Elektrofahrzeug aufgeladen werden kann.  |
| Ladestation   | Einrichtung zum Aufladen von Elektrofahrzeugen. Eine Ladestation kann einen oder mehrere Ladepunkte beinhalten.  |
| Ladeanlage  | Eine Ladeanlage beinhaltet mehrere Ladestationen und idealerweise ein dazugehöriges Lastmanagementsystem.  |
| Ladeinfrastruktur   | Die Ladeinfrastruktur beinhaltet eine Ladestation oder Ladeanlage sowie die dazugehörigen Installationen, Überstromunterbrecher, Mess- und Steuerleitungen, etc.   |



|                              |   |
|------------------------------|---|
| Ladegerät                    | Das Ladegerät (Onboard Charger) ist ein AC/DC-Wandler mit einer zugehörigen Steuereinheit im Fahrzeug für die AC Ladung und somit nicht Teil der Ladeinfrastruktur.<br>Bei der DC Ladung ist das Ladegerät Teil der Ladeinfrastruktur (Wallbox).  |
| Wallbox                      | Eine Wallbox ist eine Ladestation, die für die Befestigung an einer Wand, auf einem Standfuss oder hängend von der Decke vorgesehen ist.  |
| Lademanagement               | Das Lademanagement beschreibt die Regelung eines Ladevorgangs. Dabei werden für die Steuerung des Ladevorgangs unter anderem Parameter wie der Ladezustand und die Temperatur der Fahrzeugbatterie (Hochvoltakku), die Leistung des Ladegeräts und die Anschlussleistung der Ladestation (Wallbox) sowie die zulässige Ladeleistung des Ladekabels berücksichtigt.  |
| Lastmanagement               | Das Lastmanagement beschreibt die Regelung des Ladevorgangs innerhalb eines Gebäudes oder Areals. Dies kann beispielsweise eine Tiefgarage eines MFH oder ein Parkplatz eines Unternehmens sein. Es verhindert die Überschreitung der maximalen Bezugsleistung am (Haus-)Anschlusspunkt und berücksichtigt weitere Eingangsgrößen (z.B. für die Optimierung mit der PV Anlage, Umsetzung spezieller Tarife) des lokalen und übergeordneten Lastmanagements. |
| Lastmanagement, Lokal        | Das lokale Lastmanagement regelt die gesamte Ladeleistung und berücksichtigt dabei die maximale bezugsberechtigte Leistung am Anschlusspunkt, Sollwerte aus dem übergeordneten Lastmanagement und andere Apparate wie eine Wärmepumpe oder Produktionsanlagen.  |
| Lastmanagement, Übergeordnet | Ein Dienstleister (z.B. SDL Pooler, Community Betreiber) kann mit dem übergeordneten Lastmanagement sein Businessmodell umsetzen oder ein Lieferant seine Energiebeschaffung optimieren. Ein VNB kann ein übergeordnetes Lastmanagement für die Optimierung des Netzausbaus und Netzbetriebs nutzen.  |
| Lastreduktion                | Um eine unmittelbare erhebliche Gefährdung des sicheren Netzbetriebs abzuwenden, darf der VNB auch ohne Zustimmung oder Entschädigung des betroffenen Endverbrauchers, Erzeugers oder Speicherbetreibers die Bezugs- und Einspeiseleistung steuern. Dies wird als Lastreduktion bezeichnet. Im Gegensatz zum Lastabwurf wird die Last dabei nicht einfach von der Versorgung getrennt.  |
| Notladekabel                 | Kabel mit welchem an einer Steckdose mit 230 V geladen werden kann. Es wird bei den meisten Fahrzeugen mitgeliefert und sollte nur an von Elektrikern geprüften Installation (Steckdose, Zuleitung zur Steckdose, Absicherung) verwendet werden, um eine Beschädigung der Installation zu vermeiden.  |
| SDL Pooler                   | Ein SDL (Systemdienstleistung) Pooler ist ein Anbieter der Leistung (positive wie auch negative z.B. Produktionsanlagen oder Ladestationen) bündelt und diese beispielsweise der Swissgrid als Systemdienstleistung oder einem Lieferanten zur Optimierung der Ausgleichsenergie anbietet.  |



|   |  |
|---|--|
| Steckvorrichtung                                | <p>Damit werden die Steckvorrichtungen für das Laden von Elektrofahrzeugen gemäss SN EN 62196-2 bezeichnet. Diese werden für die Ladebetriebsarten Mode 3 und Mode 4 benutzt. Grob kann zwischen fünf Typen unterschieden werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Typ 1: Steckvorrichtung mit fünf Steckkontakten, davon zwei Signalkontakte. Wird für die Ladebetriebsart Mode 3 fahrzeugeitig benutzt.</li> <li>- Typ 2: Steckvorrichtung mit sieben Steckkontakten, davon zwei Signalkontakte. Wird für die Ladebetriebsart Mode 3 benutzt.</li> <li>- CCS (Combined Charging System): Steckvorrichtung wie Typ 2, jedoch mit zwei zusätzlichen DC-Steckkontakten erweitert. Diese werden für die Ladebetriebsart Mode 4 benutzt.</li> <li>- CHAdeMO: In Japan entwickelte Steckvorrichtung für DC-Ladung. Wird für Ladebetriebsart Mode 4 benutzt.</li> </ul> <p>Weitere proprietäre Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Typ 2 DC: Steckvorrichtung wie Typ 2, jedoch für Schnellladung. Wird von Tesla für einzelne Fahrzeugtypen für die Ladebetriebsart Mode 4 benutzt.</li> </ul> |
| S <sub>os</sub> (Scheinleistung Oberschwingung) | Oberschwingungserzeugender Anteil der Anschlussleistung der Anlage des Netzbenutzers   |
| THDi  | THDi (total harmonic distortion) bezeichnet den Gesamtverzerrungsfaktor für den Strom.   |
| ZEV   | Zusammenschluss zum Eigenverbrauch   |

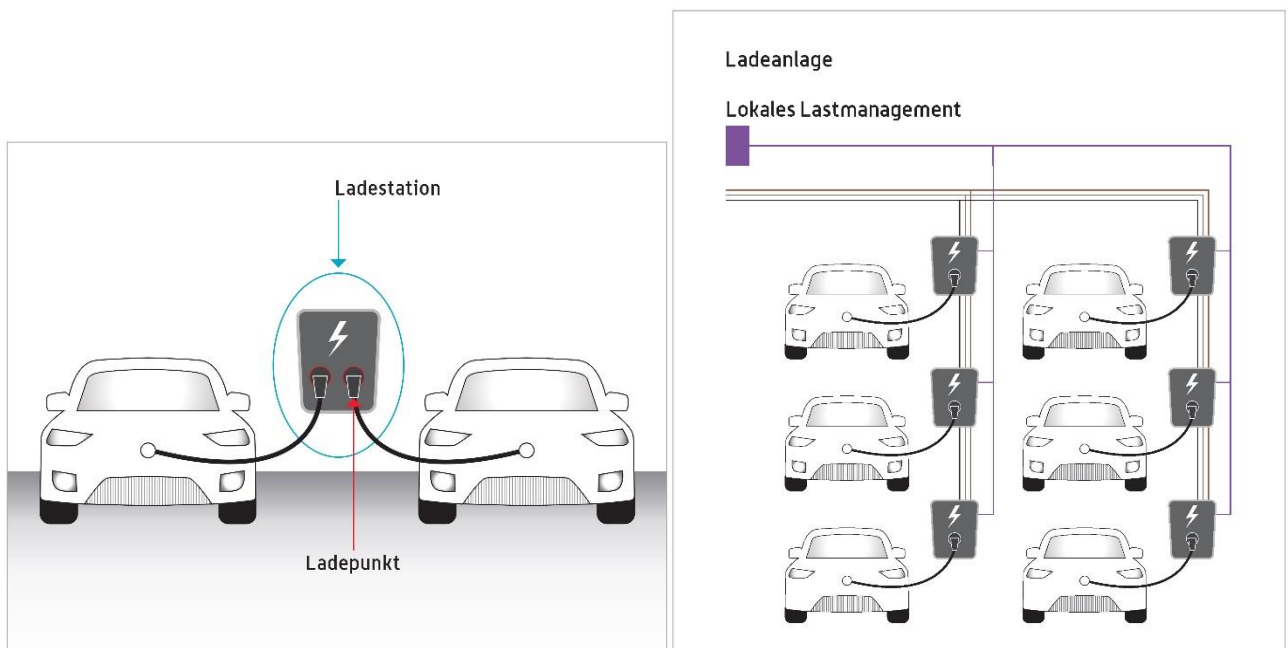


Abbildung 1 Begriffsdefinitionen beim Laden

## 2. Grundlagen zu Elektrofahrzeugen und dem Ladevorgang

- (1) Im Sinne der Fahrzeugbatterie und des lokalen sowie überregionalen Stromnetz ist eine möglichst kleine Ladeleistung zu empfehlen. Deshalb sollten die Autos immer geladen werden;
  - wenn sie stehen,
  - das Stromnetz durch den Ladevorgang nicht gestört wird und
  - genügend Energie zur Verfügung steht («Auto steht, Auto lädt»).
- (2) Das Motto «Auto steht, Auto lädt» trägt wesentlich zur Umsetzung der Energie Strategie 2050 bei. Einerseits ergibt sich ein konstante und über den Tag verteilte Ladeleistung der Fahrzeuge anstelle einer Spitze am Abend (effizientes Netz). Zudem ist davon auszugehen, dass die Elektrofahrzeuge in Zukunft auch als Speicher für überschüssige erneuerbare Energie, zur Entlastung vom Verteilnetz oder zur Stützung der Netzfrequenz (Regelleistung) eingesetzt werden.
- (3) Grundsätzlich wird zwischen Gleichstromladen (DC) und Wechselstromladen (AC) unterschieden. Da die Fahrzeugbatterien ausschliesslich mit Gleichstrom geladen bzw. entladen werden, muss der Wechselstrom aus dem Stromnetz umgewandelt werden. Dies geschieht:
  - Beim AC-Laden über das Ladegerät im Fahrzeug. Diese Ladeart erfolgt heute in allen Bereichen.
  - Beim DC-Laden befindet sich der Gleichrichter in der Ladestation. Diese Ladestationen werden im öffentlichen Bereich insbesondere bei hohen Ladeleistungen eingesetzt.
- (4) Der Anschluss des Ladegeräts im Fahrzeug und der Ladestation am Verteilnetz kann ein-, zwei- oder dreiphasig erfolgen. Dies hat Konsequenzen auf die maximal mögliche Ladeleistung. Empfohlen wird stets das langsame/normale dreiphasige Laden, welche im Betrieb alle Aussenleiter möglichst gleichmässig belasten. Es schont die Fahrzeugbatterie und belastet das Stromnetz nicht unnötig oder unsymmetrisch.
- (5) Die Ladeleistung resp. Ladegeschwindigkeit hängt von mehreren Komponenten ab:
  - Der Ladeart und Ladeleistung des meist im Fahrzeug eingebauten Ladegerätes
  - dem Anschluss an die Hausinstallation oder das Verteilnetz
  - dem Ladekabel
  - Temperatur der Fahrzeugbatterie
  - Ladezustand der Fahrzeugbatterie
- (6) Bei der Bemessung der Ladeleistung müssen die Komponenten einzeln berücksichtigt werden, da die maximale Ladeleistung durch das schwächste Glied definiert wird. Ist im Fahrzeug beispielsweise ein einphasiges Ladegerät verbaut, muss die Ladeleistung durch die Ladestation auf die maximale Ladeleistung von 3.7 kW für einphasiges Laden begrenzt werden. Dies gilt auch für den Fall, in dem das Fahrzeug mit einem dreiphasigen Kabel an die Ladestation verbunden und diese wiederum dreiphasig an der Hausinstallation angeschlossen ist.
- (7) Alle Verbraucher und Stromerzeuger müssen Grenzwerte betreffend störende Rückwirkungen auf das Stromnetz einhalten. Diese Grenzwerte gelten somit auch für Ladestationen und Ladegeräte in Elektrofahrzeugen (siehe Kapitel 3.13).
- (8) Steuerbare Ladegeräte respektive Ladestationen ermöglichen einen intelligenten und gezielten Ladeprozess. Das führt zu einer optimalen und effizienten Integration der Elektromobilität in die Verteilnetze. Zudem lassen sich damit vielfach Kosten für eine Erhöhung der Anschlussleistung sparen.



## Ladegeräte ein- und dreiphasig

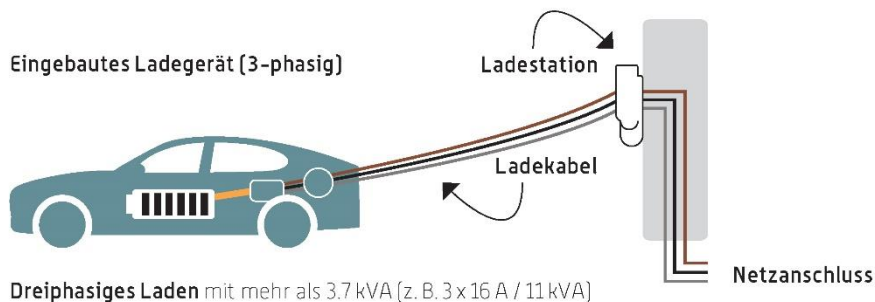
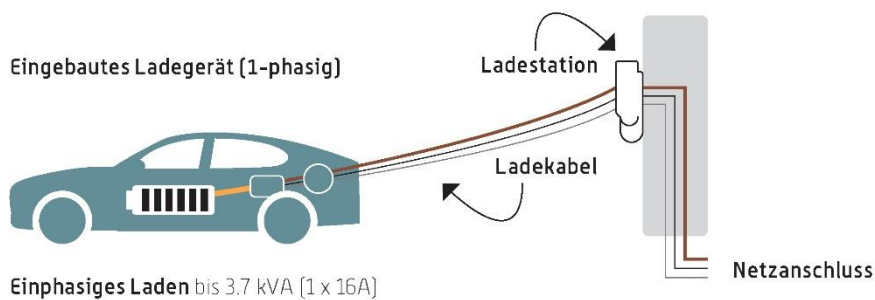


Abbildung 2 Ladegeräte Ein- und Dreiphasig

### 2.1 Ladebetriebsarten

- (1) In der SN EN 61851 und SN EN 62752 sind folgende Ladebetriebsarten definiert:

#### Mode 1

- (2) Mit Mode 1 wird die Ladung an Steckdosen (Typ 13/23 mit 230 V/10 A, 13 A, 16 A, CEE 16 mit 230 V, 16 A oder 3x400 V, 16 A) bezeichnet und wird vor allem für E-Bikes, Kleinmotorräder und ähnliche Fahrzeuge mit kleinen Ladeströmen empfohlen. Dies ergibt eine theoretische maximale Ladeleistung von 2,3 kW, 2,9 kW, 3,7 kW (230 V, einphasig) respektive 11 kW (3x400 V, dreiphasig). Die Ladung über Mode 1 erfolgt ohne Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation.
- (3) Gemäss Werkvorschriften ist die maximal zulässige Unsymmetrie 3,7 kW. Zudem darf die maximal zulässige Dauerleistung (tiefer als die Spitzenleistung) der Steckdose nicht überschritten werden. Die SN 441011 empfiehlt zudem, bei Haushaltsteckvorrichtungen die Ladeleistung auf maximal 80% der Nennleistung zu begrenzen.

#### Mode 2

- (4) Auch bei einer Ladung mit Mode 2 wird über eine Steckdose (z.B. Typ 13/23 oder CEE) geladen. Im Ladekabel ist ein fest installiertes Gerät montiert, welches grundsätzliche Schutzfunktionalitäten wahrnimmt. Dieses wird als In-Kabel-Kontrollbox (engl. In-Cable-Control-Box ICCB) oder umgangssprachlich «Ladeziegel» bezeichnet. Die theoretische maximale Ladedauerleistung ist abhängig vom eingesetzten Steckertyp und deren thermischer Belastbarkeit. Diese Ladungsart wird üblicherweise für die einphasige Notladung verwendet.
- (5) Gemäss Werkvorschriften ist die maximal zulässige Unsymmetrie 3,7 kW. Zudem darf die maximal zulässige Dauerleistung (tiefer als die Spitzenleistung) der Steckdose nicht überschritten werden.



### Mode 3

- (6) Für die Ladung mit Mode 3 wird eine Ladestation einphasig (bis 3.7 kW), zweiphasig (bis 7.2 kW) oder dreiphasig (11 kW, 22 kW, 43 kW) fest angeschlossen. Die Ladestation kommuniziert mit dem Ladegerät des Fahrzeugs und überwacht den Ladevorgang. Diese Variante wird grundsätzlich für die Ladung von Elektroautos empfohlen.

### Mode 4

- (7) Mit Mode 4 wird das Laden per Gleichstrom (DC) bezeichnet. Diese Ladungsart wird aktuell noch überwiegend an öffentlichen Ladestationen und für grössere Ladeleistung angewendet<sup>1</sup>.

## 2.2 Ladeleistungen beim Laden von Elektrofahrzeugen

- (1) Die folgenden Tabellen 1 und 2 geben eine grobe Übersicht über die geladene Reichweite für unterschiedliche Ladeleistungen und Fahrzeug-Energieverbräuche. Es wird für kleinere und effiziente Fahrzeuge ein Verbrauch von 20 kWh pro 100 km und bei grösseren und schweren Fahrzeugen ein Verbrauch von 30 kWh pro 100 km angenommen. Die durchschnittlich täglich gefahrene Strecke in der Schweiz, beläuft sich auf ca. 30 km<sup>(2)</sup>. Mit diesen Tabellen kann sich jeder Anwender aufgrund seines Fahrzeugs und Fahrprofil einordnen und so die notwendige **minimale** Ladeleistung definieren.
- (2) Die Ladeverluste liegen je nach Fahrzeug, Fahrzeugbatterietemperatur und Ladegeschwindigkeit typischerweise bei 10 % bis 20 %. In den folgenden Tabellen 1 und 2 wurden die Ladeverluste aber nicht berücksichtigt.
- (3) Die Tabellen 1 und 2 dienen lediglich zur realistischen und notwendigen Einordnung des eigenen Fahrprofils. Es soll aufzeigen, welche Ladeleistung über welche Zeit wirklich notwendig ist, um die Mobilitätsbedürfnisse zu erfüllen. Eine langsame oder leistungsbegrenzte Ladung aus dem Stromnetz ist aus Sicht vom lokalen sowie auch vom überregionalen Versorgungsnetz anzustreben, da der Anteil der batterieelektrischen Fahrzeuge stark zunimmt.
- (4) Wenn man das Prinzip «Auto steht, Auto lädt» weiter vorantreibt (also die Anzahl Ladepunkte ausbaut), werden die Fahrzeuge über viele Stunden am Tag (Zuhause, Arbeitgeber, Einkauf, Freizeitaktivitäten) laden können. Somit würden auch längere Strecken als 30 km kein Problem darstellen, denn das Fahrzeug kann über viele Stunden am Tag geladen werden.

---

<sup>1</sup> Ein erster Fahrzeughersteller hat eine DC Wallbox für die private Ladung angekündigt, was in diesem Handbuch aber noch keine weitere Beachtung findet.

<sup>2</sup> Gemäss Bundesamt für Statistik wurden im privaten Verkehr durch inländische PKW in 2019 50'717 Mio km zurückgelegt. Bei 4'623'952 zugelassenen Personenwagen ergibt das durchschnittlich 10'968 km pro Jahr oder 30.05 km pro Tag.



| Verbrauch     | Ladezeit             | Ladeleistung | Energie geladen | Reichweite geladen | Anteil an der durchschnittlichen Fahrdistanz pro Tag<br>(100% entsprechen 30 km) |
|---------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------------|--|
| 20 kWh/100 km | 1 h                  | 3.7 kW       | 3.7 kWh         | 19 km              | 63 %   |
|               |                      | 11 kW        | 11 kWh          | 55 km              | 183 %  |
|               |                      | 22 kW        | 22 kWh          | 110 km             | 367 %  |
|               | 3 h                  | 3.7 kW       | 11 kWh          | 56 km              | 187 %  |
|               |                      | 11 kW        | 33 kWh          | 165 km             | 550 %  |
|               |                      | 22 kW        | 66 kWh          | 330 km             | 1'100 %  |
|               | 9 h<br>über<br>Nacht | 3.7 kW       | 33 kWh          | 167 km             | 557 %  |
|               |                      | 11 kW        | 99 kWh          | 495 km             | 1'650 %  |
|               |                      | 22 kW        | 198 kWh         | 990 km             | 3'300 %  |

Tabelle 1 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit kleinerem Verbrauch

| Verbrauch     | Ladezeit             | Ladeleistung | Energie geladen | Reichweite geladen | Anteil an der durchschnittlichen Fahrdistanz pro Tag<br>(100% entsprechen 30 km) |
|---------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------------|--|
| 30 kWh/100 km | 1 h                  | 3.7 kW       | 3.7 kWh         | 12 km              | 40 %   |
|               |                      | 11 kW        | 11 kWh          | 37 km              | 123 %  |
|               |                      | 22 kW        | 22 kWh          | 73 km              | 243 %  |
|               | 3 h                  | 3.7 kW       | 11 kWh          | 37 km              | 123 %  |
|               |                      | 11 kW        | 33 kWh          | 110 km             | 367 %  |
|               |                      | 22 kW        | 66 kWh          | 220 km             | 733 %  |
|               | 9 h<br>über<br>Nacht | 3.7 kW       | 33 kWh          | 111 km             | 370 %  |
|               |                      | 11 kW        | 99 kWh          | 330 km             | 1'100 %  |
|               |                      | 22 kW        | 198 kWh         | 660 km             | 2'200 %  |

Tabelle 2 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit grösserem Verbrauch



- (5) Für die unterschiedlichen Ladeleistungen haben sich folgende Begriffe gefestigt:

|   |  |
|---|--|
| Notladen/Heimladen                            | AC Laden mit höchstens 2 kW<br>< 10 km Reichweite je Ladestunde.                               |
| Langsames/Normales Laden                      | AC Laden mit mehr als 2 kW aber weniger als 11 kW<br>von 10 bis 50 km Reichweite je Ladestunde |
| Beschleunigtes Laden                          | AC Laden mit typischerweise 11 kW oder 22 kW<br>bis 100 km Reichweite je Ladestunde            |
| Schnelles Laden                               | DC Laden mit typischerweise 50 kW<br>bis 200 km Reichweite je Ladestunde                       |
| Superschnelles Laden,<br>sog. «Supercharging» | DC Laden mit typischerweise von 120 kW bis 150 kW<br>bis 100 km Reichweite in 10 Minuten       |
| Ultraschnelles Laden                          | DC Laden mit typischerweise zwischen 250 kW bis 350 kW<br>100 km Reichweite in 5 Minuten       |

### 2.3 Übersicht der üblichen Leistungswerte mit den dazugehörigen Sicherungsgrößen

- (1) Die Tabelle 3 soll aufzeigen, welche Sicherung für welche Ladeleistung notwendig ist und welche Anschlüsse durch die Werkvorschriften zugelassen sind.

| Maximale Leistung in kW | Strom (Sicherung) in A | Spannung | Anzahl Phasen |
|-------------------------|------------------------|----------|---------------|
| 3.0                     | 13                     | 1x230 V  | einphasig     |
| 3.7                     | 16                     | 1x230 V  | einphasig     |
| 6.0                     | 13                     | 2x230 V  | zweiphasig    |
| 7.4                     | 16                     | 2x230 V  | zweiphasig    |
| 11.0                    | 16                     | 3x400 V  | dreiphasig    |
| 22.0                    | 32                     | 3x400 V  | dreiphasig    |
| 44.0                    | 63                     | 3x400 V  | dreiphasig    |

Tabelle 3 Übersicht der üblichen Leistungswerte, Phasen und Absicherungen

- (2) Werden mehrere Sicherungsgruppen über längere Zeit mit dem Nennstrom belastet, ist der thermischen Situation Beachtung zu schenken.

### 2.4 Rollenverteilungen und Akteure

- (1) Ein Akteur kann mehrere Rollen übernehmen.
- (2) **Netzanschlussnehmer (Hauseigentümer, Betriebsinhaber):**
- Muss die Ladestation durch einen konzessionierten Elektroinstallateur einbauen und melden lassen
  - Ebenfalls ist er für die intakte und vorschriftsgemässe vorgelagerte Hausinstallation verantwortlich
- (3) **Elektroinstallateur:**
- Reicht das technische Anschlussgesuch (TAG) und die Installationsanzeige (IA), den Sicherheitsnachweis (SiNa) mit Mess- und Prüfprotokoll (Praxis) sowie die Fertigstellungsanzeigen (FA) beim VNB ein



- Muss den Ladestationsbetreiber beraten
  - Installiert die Ladestation gemäss den Vorgaben aus den Werkvorschriften CH, den besonderen Bestimmungen des VNB und den Vorgaben des Herstellers
  - Stellt die Parameter zur Ladung ein (z. B. die Beschränkung des einphasigen Ladestroms auf 16 A oder Anforderungen zur Lastreduktion zur Bewältigung kritischer Netzsituationen)
- (4) **Ladestationsbetreiber:**
- Übernimmt verschiedene Aufgaben wie Betrieb und Unterhalt der Ladestation
  - Bezahlung der Energie- und Netznutzungsrechnung an den VNB resp. Lieferanten und
  - Rechnungsstellung an den Elektroautofahrer.
- (5) **Verteilnetzbetreiber (VNB):**
- Prüft das technische Anschlussgesuch und die Installationsanzeige
  - Prüft, ob die bezugsberechtigte Anschlussleistung erhöht werden muss und/oder eine Verstärkung der Anschlussleitung nötig ist
  - Prüft, ob im Verteilnetz entsprechende Netzverstärkungen notwendig sind
  - Prüft ob Massnahmen zur Begrenzung von Netzzrückwirkungen nötig sind
- (6) **Autoverkäufer:**
- Macht den Nutzer über die Vorteile einer korrekt erstellten Ladeinfrastruktur (insbesondere Mode 3) aufmerksam
  - Informiert den Autokäufer über das Vorgehen mit dem Elektroinstallateur
- (7) **Fahrzeugnutzer:**
- Lädt sein Fahrzeug an einer eigenen oder fremden Ladestation auf
- (8) **SDL Pooler:**
- Installiert und betreibt ein System, um viele eher kleine dezentrale Lasten, Produktionsanlagen oder Ladestationen zu steuern.
  - Bietet mit diesem System und den gesteuerten Lasten z.B. der Swissgrid Regelleistung an und ermöglicht es so auch kleinen Wärmepumpen, dezentralen Batteriespeichern, PV Anlagen oder Ladestationen für Elektrofahrzeugen am SDL Markt teilzunehmen und Erlöse zu erwirtschaften.

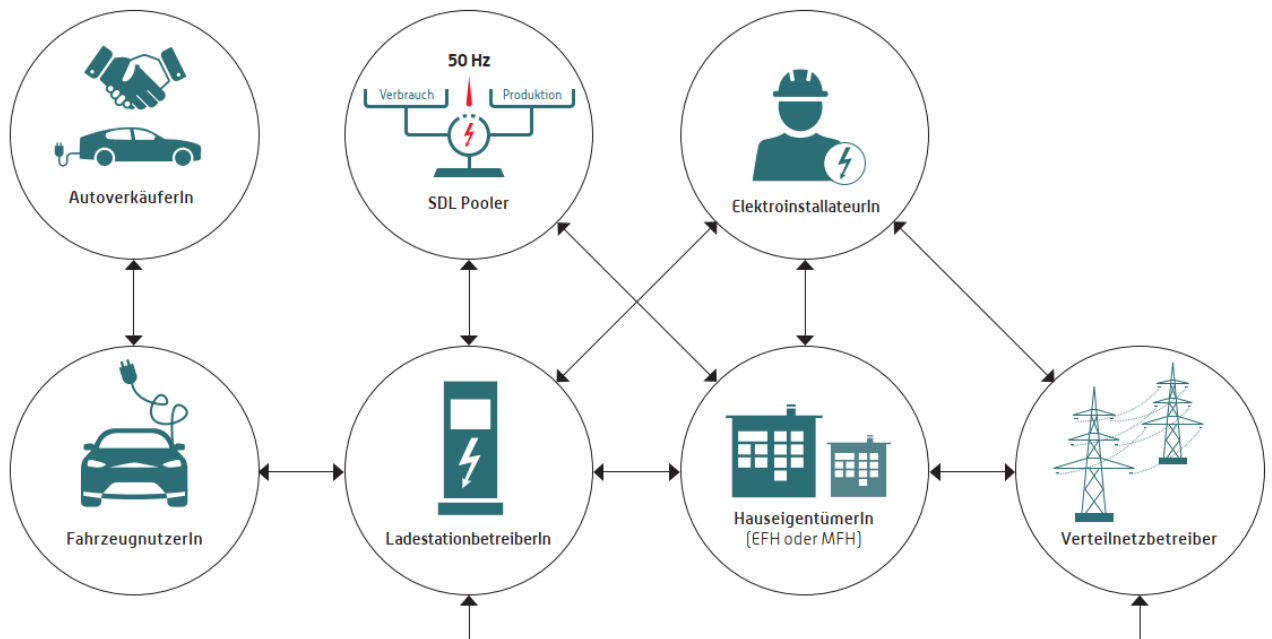


Abbildung 3 Die Beziehung zwischen den Akteuren



## 2.5 Zusätzliche Hinweise zur Ladung von Elektrofahrzeugen

- Faustformel Ladeleistung: Je höher die Ladeleistung, umso höher sind die Ladeverluste (da es höhere Ströme braucht) und Alterung der Fahrzeugbatterie.
- Ladevorgang: Die Ladeleistung entspricht nicht immer der maximal möglichen Ladeleistung, die gemäss Hersteller angegeben wird. Mit steigendem Ladestand der Batterie sinkt die Ladeleistung.
- Weicht die Temperatur der Fahrzeugbatterie von der idealen Temperatur ab, kann dies zu einer tieferen Ladeleistung (und Fahrleistung) führen (verminderte chemische Reaktion im Elektrolyten).
- Um den Eigenverbrauch zu optimieren, sollten Elektroautos möglichst dann geladen werden, wenn die PV Anlage der Liegenschaft / ZEV / etc. sonst Energie in das Verteilnetz einspeisen würde.
- Damit in grossen Tiefgaragen nicht unterschiedliche Geräte, Installationsarten und Messungen für die Ladung von Elektrofahrzeugen installiert werden, sollte von Anfang an ein Gesamtkonzept erarbeitet werden. Es ist ratsam zumindest eine Basisinfrastruktur für eine Ladeanlage, die für die gesamte oder ein Grossteil der Tiefgarage geeignet ist, zu realisieren. Dieses Vorgehen ist nicht nur im Sinne des Gebäudeeigentümers (einheitliche Lösung, keine teure Erhöhung der Anschlussleistung, etc.), sondern auch für den Nutzer (faire Lösung für alle Nutzer) und den VNB (Lastmanagement und Lastreduktion).
- Abrechnung von Ladeanlagen: Es gibt schon viele Anbieter, die Ladeanlagen betreiben und dementsprechend die Nutzung verrechnen. Im Wesentlichen gibt es diese Möglichkeiten:
  - Installation der Ladestationen jeweils hinter dem Wohnungszähler (keine zusätzlichen Verrechnungskosten)
  - Kauf und Installation durch Elektroinstallateur über den Allgemeinstromkreis oder einen eigens dafür installierten Stromkreis und Verrechnung durch einen Beauftragten (z.B. Eigentümer, Immobilienverwalter oder Dienstleister).
  - Miete einer Ladeanlage und Verrechnung durch einen Beauftragten (z.B. Eigentümer, Immobilienverwalter oder Dienstleister).
  - Full service provider; Installation, Betrieb und Verrechnung werden über einen Anbieter gemacht. Dabei wird die Energie, der Betrieb und die Dienstleistung über die Energie und/oder ein Abo abgerechnet.

## 3. Planung und Administration

### 3.1 Meldewesen

- (1) Die Melde- und Kontrollpflicht ist durch die Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) sowie den Werkvorschriften bestimmt.

#### 3.1.1 Meldepflicht

- (1) Installationen von Ladeeinrichtungen für die Elektromobilität sind gemäss den Werkvorschriften immer anzumelden. Für das Meldewesen sind in der Regel folgende Formulare zu verwenden:
  - Technisches Anschlussgesuch (TAG)
  - Installationsanzeige (IA)
  - allfällige Apparatebestellung Mess- und Steuereinrichtung (AB)
  - bei Kontrollperiode 20 Jahre: Sicherheitsnachweis (SiNa) / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV
  - bei Kontrollperiode < 20 Jahre: Sicherheitsnachweis (SiNa) und unabhängiger SiNa / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV

#### 3.1.2 Prüfung der Angaben für die Bewilligung durch den VNB

- (1) Wenn vom VNB gefordert muss die Möglichkeit zur Lastreduktion gemäss Anhang 1: und Art. 8c StromVV gegeben sein.



- (2) Bei einer Kontrollperiode von 20 Jahren sind Sicherheitsnachweis (SiNa) / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV notwendig. Bei einer Kontrollperiode von zehn und weniger Jahren sind Sicherheitsnachweis (SiNa) und unabhängiger SiNa / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV notwendig.
- (3) Die Rückplatten der Ausbaustufe C2 (gemäss Merkblatt SIA 2060) sind in der Schlusskontrolle mit-einzubeziehen. Beim Einsetzen der Ladestation(en) (werkzeuglos) in die Rückplatte(n) in einem späteren Installationsschritt sind die Messwerte mittels Erstprüfung und Schlusskontrolle festzuhalten. (NIV und NIN 2015)

### 3.1.3 Installationsanzeige (IA)

- (1) Gemäss Kapitel 7.22.2 der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) wird nach den Lademodi 1-4 unterschieden. Für den Lademodus 1 ist gemäss NIV Art. 23 keine Installationsanzeige notwendig. Für eine nachträgliche Installation von Ladestationen bei vorbereiteter Grundinstallation ist immer eine Installationsanzeige (inklusive TAG) einzureichen.
- (2) Folgende Dokumente müssen bei der Installationsanzeige mit eingereicht werden.
  - Datenblatt der Ladestation
  - Prinzipschema (mindestens einphasig), wenn der VNB eine Lastreduktionmöglichkeit verlangt

### 3.1.4 Technisches Anschlussgesuch (TAG)

- (1) Ein TAG ist notwendig um die gerätespezifischen Angaben zu prüfen und die Beeinflussung im Verteilnetz zu beurteilen.
- (2) Ein Beispiel für ein ausgefülltes Anschlussgesuch ist im Anhang 4 abgebildet.

### 3.1.5 Sicherheitsnachweis (SiNa)

- (1) Wenn der Gebäudeeigentümer nicht identisch mit dem Ladestationseigentümer ist, muss der Eigentümer der elektrischen Installation (resp. sein Installateur) den Sicherheitsnachweis (inkl. Schlusskontrolle und Abnahmekontrolle) einreichen. Der Gebäudeeigentümer muss vom Ladestationseigentümer vor Ausführung über jede Änderung unterrichtet werden und damit einverstanden sein. Ebenso erhält der Gebäudeeigentümer eine Kopie des SiNa vom Ladestationseigentümer.

### 3.1.6 Kontrollperioden

- (1) Für private Ladeanlagen gelten die gleichen Kontrollperioden wie für den Gebäudeteil, an dem die Ladeanlage angeschlossen ist.
- (2) Für öffentliche Ladeanlagen gilt gemäss NIV Art. 32 Abs. 4 und ESTI Weisungen eine Kontrollperiode von 5 Jahren.

## 3.2 Anlagen und Personenschutz

- (1) Bei Installationen mit langen Leitungslängen ist insbesondere die Ausschaltzeit im Kurzschlussfall sicherzustellen.
- (2) Alle Prüfungen müssen über die Ladepunkte erfolgen. Dies ist nur mit einem dafür vorgesehen Messgerät oder Prüfadapter möglich. Mit dem Prüfgerät wird über den Kommunikationskontakt vom Typ2 Stecker die E-Auto-Freigabe simuliert. Die Abschaltung "Control-Pilot", PE-Leiter-Unterbrechung und die NIV-Messungen sind durchzuführen und zu protokollieren.



- (3) Gemäss NIN 7.22 ist jeder Stromkreis welcher einen Anschlusspunkt (Ladestation) versorgt, durch eine eigene Schutzeinrichtung bei Überstrom zu schützen. Dies kann durch entsprechende Schmelzsicherungen / Leitungsschutzschalter oder in der Ladestation entsprechende Schutzeinrichtungen erfüllt werden. Die entsprechenden Herstellerangaben sind zu berücksichtigen.
- (4) Jeder Ladepunkt muss über einen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) (30 mA) und eine DC Fehlerstromerkennung (6mA) verfügen. Die Installation mit einem RCD Typ A-EV, Typ B oder aufgeteilt in RCD Typ A (oder eine Installation mit gleichwertiger Schutzwirkung) und die Gleichstromfehlererkennung in der Ladestation ist durch den Installateur so auszulegen, dass der Personenschutz in jedem Fall gewährleistet ist.

| Sicherungseinrichtung  | Fehlerstromerkennung 15-30 mA | Gleichstromfehlererkennung >6 mA | Zulässig für Ladepunkt |
|--|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| RCD Typ A  | Ja                            | Nein                             | <b>Nein</b>            |
| RCD Typ A-EV   | Ja                            | Ja                               | <b>Ja</b>              |
| RCD Typ B  | Ja                            | Ja                               | <b>Ja</b>              |
| Gleichstromfehlererkennung allein in Ladestation                     | Nein                          | Ja                               | <b>Nein</b>            |
| Kombinierter RCD Typ A und Gleichstromfehlererkennung in Ladestation | Ja                            | Ja                               | <b>Ja</b>              |

Tabelle 4 Sicherungseinrichtungen

### 3.3 Phasenlastverteilung

- (1) Bei dreiphasigen >11 kW Ladestationen muss sichergestellt werden, dass ein Elektroauto einphasig oder zweiphasig nicht mehr als 16 A pro Aussenleiter pro Phase geladen werden darf und entsprechend ein 11 kW (3 x 16 A) Ladekabel zu verwenden ist. Bei mehreren Ladestationen am selben Anschlusspunkt muss auf die Lastverteilung der Aussenleiter geachtet werden

#### Abwechselnde Reihenfolge der Phasenanschlüsse bei der Installation mit mehreren Ladestationen

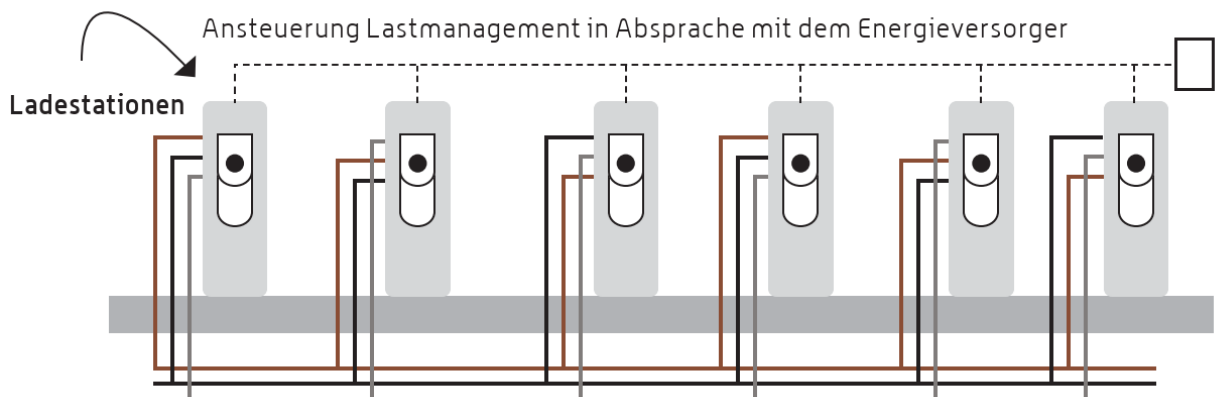


Abbildung 4 Phasenlastverteilung in einer Ladeanlage



### **3.4 Erdungsanlage**

- (1) Bei Ladeanlagen, die ausserhalb von Gebäuden mittels eines eigenen Netzanschlusses erstellt werden, ist eine geeignete Erdungsanlage (z.B. Fundamenterdung, Bänderer, Tiefenerder) einzuplanen. (NIN 5.4)

### **3.5 Feuchtigkeitsschutz**

- (1) Bei Ladestationen im Freien mit unterirdischen Rohreinleitungen ohne Kabelverschraubung ist darauf zu achten, dass die Rohre gasdicht (Luft) abgeschlossen sind. Dies unter anderem, weil in vielen Fällen in der Ladestation empfindliche Elektronik verbaut ist, und diese durch Kondenswasser Schaden nehmen kann. Dies kann zum Beispiel mit RDSS (Kabelschutzrohrabdichtung), mit Schrumpf-Reduktionen, plastisches Schutzband, Ringraumabdichtung oder in einfachen Anwendungen mit Dichtungskitt erreicht werden. Gemäss NIN 2015 ist die Mindestanforderung für eine Ladeanlage im Freien IPX4.

### **3.6 Feuerwehr und Brandschutz**

- (1) Der HAK muss sich an einem gut zugänglichen Ort befinden respektive sollte nicht in der Tiefgarage sein, damit der Zugang im Ereignisfall (Brand / Wasser (Leitungsbruch, Hochwasser, Überschwemmung) unabhängig zugänglich wäre.
- (2) Ein einfacher Brandschutzplan/Feuerwehrplan (Grundriss / Schnitt) mit Standorten der HAK (Schaltstellen) ist der zuständigen Feuerwehr bei grossen Ladeanlagen und Ladeanlagen mit mehreren Einspeisungen einzureichen oder zur Verfügung zu stellen.

### **3.7 Flachbandkabel**

- (1) Die Erschliessung der Ladeplätze in den Einstellhallen wird oft mit Flachbandkabel ausgeführt. Die Montage des Flachbandkabels wird mit Befestigungsbriden ausgeführt. Einspeisung des Flachbandkabel und Abgänge zur Ladestation (und/oder Rückplatte) erfolgen mit Anschlussdosen für Flachbandkabel. Die Querschnitte der Flachbandkabel und Vorsicherungen sind gemäss der üblichen Installationspraxis zu dimensionieren. Der Teilausbau oder der Vollausbau der Einstellhalle kann somit später fortgesetzt werden. Für das Projektieren der Einstellhallen kann die SIA2060 angewendet werden.
- (2) Bei der Installation einer Ladeinfrastruktur mit Flachbandkabel ist eine Querschnittsreduktion gemäss NIN zulässig, wenn
  - die reduzierte Leitung nicht länger als 3 m ist
  - die Leitung vom Flachband zum Ladepunkt mechanisch geschützt wird (z.B. mittels einem Aluminiumrohr)
  - der reduzierte Querschnitt thermisch geschützt wird (Umgebungstemperatur, Kabelhäufung, Überlast und Kurzschluss)
  - die Leitung nicht innerhalb brandgefährdeter Räume verlegt wird.

### **3.8 Installation von Ladestationen in Gemeinschaftsgaragen hinter mehreren (Haus-)Anschlusspunkten:**

- (1) Bei Gemeinschaftsgaragen, die hinter mehreren HAK angeschlossen sind, ist die elektrische Installation für Ladestationen mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen. Auf keinen Fall dürfen die Ladestationen zu einem gemeinsamen Stromkreis zusammengeschaltet werden (Ringschaltung von HAK zu HAK), da sonst gefährliche Situationen entstehen können.
- (2) Es ist sicherzustellen, dass die HAK hinter dem gleichen VK oder der gleichen Trafostation liegen, damit die Feuerwehr im Brandfall oder der VNB die gesamte Garage spannungslos schalten kann.



Trennstellen müssen leicht von aussen zugänglich sein und die Anschlussüberstromunterbrecher aller HAK müssen beschriftet werden, um auf den Anschluss der Garage hinter weiteren HAK aufmerksam zu machen.

- (3) Im Grundsatz sind gebäudeübergreifende elektrische Installationen aus Gründen des Brandschutzes und der elektrischen Sicherheit zu vermeiden, da mit vermeintlicher Abschaltung trotzdem noch spannungsführende Leitungen und elektrischen Anlagen vorhanden sind. Jedes Objekt muss abtrennbar sein.
- (4) Unter zwingend erforderlichen Auflagen kann ein solches Projekt ausgeführt werden. Dabei müssen zumindest folgende Vorgaben erfüllt werden:
  - Der VNB stimmt dieser Installation zu und der Anschlussnehmer akzeptiert die Auflagen (z. B. Ansteuerung, Sperrung, Lademanagement).
  - Für die Erstellung der Ladeanlagen gelten die VKF-Brandschutzvorschriften und Niederspannungsinstallationsnorm (NIN). Allfällige feuerpolizeilichen Anforderungen sind einzuhalten und vorgängig mit der zuständigen kommunalen Brandschutzbehörde (Feuerpolizei) abzustimmen.
  - Die zuständige Brandschutzbehörde/ feuerpolizeiliches Organ stimmt dem Vorhaben unter deren Auflagen zu.
  - Beim Gebäudeübertritt ist jeweils eine Schalteinrichtung anzuordnen, welche durch Laien bedienbar ist, sowie mit Spannungsüberwachung bei Abschaltung je Objekt und Netzausfall auf diese Schalteinrichtung einwirkt. Der Standort dieser Schalteinrichtung muss bei den Hausanschlüssen der betroffenen Objekte und Verteilungen eindeutig gekennzeichnet sein.
  - Leitungsführungen in horizontalen oder vertikalen Fluchtwegen sind gemäss NIN 4.2.2.2.7 und VKF-Brandschutzrichtlinie «Verwendung von Baustoffen» Ziffer 5.2.1 auszuführen. In Fluchtwegen dürfen nur Kabel eingesetzt werden, die kein kritisches Verhalten (cr) aufweisen.
  - Handelt es sich um Fluchtwege bei der Leitungsführung so sind gemäss NIN 4.2.2.2.7 entsprechende Kabeltypen (Brandlast) für diese Verteilung einzusetzen.
  - Bei der Gebäudedurchführung ist eine entsprechende Brandabschottungen zu erstellen, damit der Brandabschnitt zwischen den Gebäuden erhalten bleibt.
  - Die Verteilung ist im Objekt ab dem Gebäudeeintritt an zugänglichen Stellen und Richtungsänderung bis zur und inklusive Schaltgerätekombination Allgemeinteil eindeutig zu kennzeichnen "Achtung Fremdspannung/ Einspeisung ab Objekt XXX"
  - Die einzelnen Ladestationen müssen mit einer dauerhaften Beschriftung (z.B. Gravur) versehen sein. In dieser Beschriftung muss ersichtlich sein, ab welchem HAK und ab welcher Sicherung die Ladestation mit elektrischer Energie versorgt wird.
- (5) Bei einer solchen Ausführung muss gewährleistet sein, dass bei Abschaltung des Netzanschlusses je Objekt und Netzausfall dieser gebäudeübergreifende Installationsteil abgeschaltet wird und gilt sinngemäss auch für die Ladestationen in der Einstellhalle.
- (6) Es gilt auch zu überlegen, ob die Einstellhalle und die Ladeinfrastruktur über einen gemeinsamen Hausanschluss versorgt werden könnten.



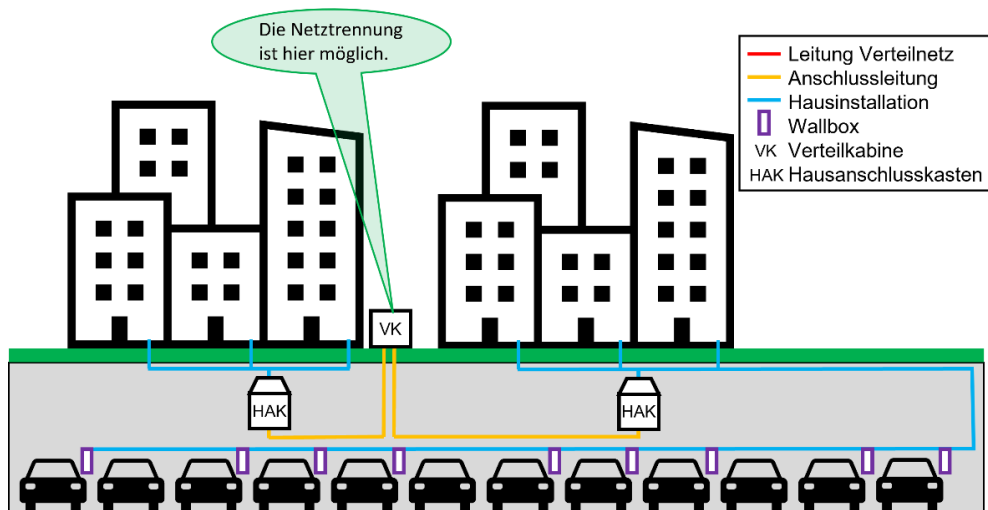


Abbildung 5 Gemeinschaftsgarage mit Trennmöglichkeit an einem Ort

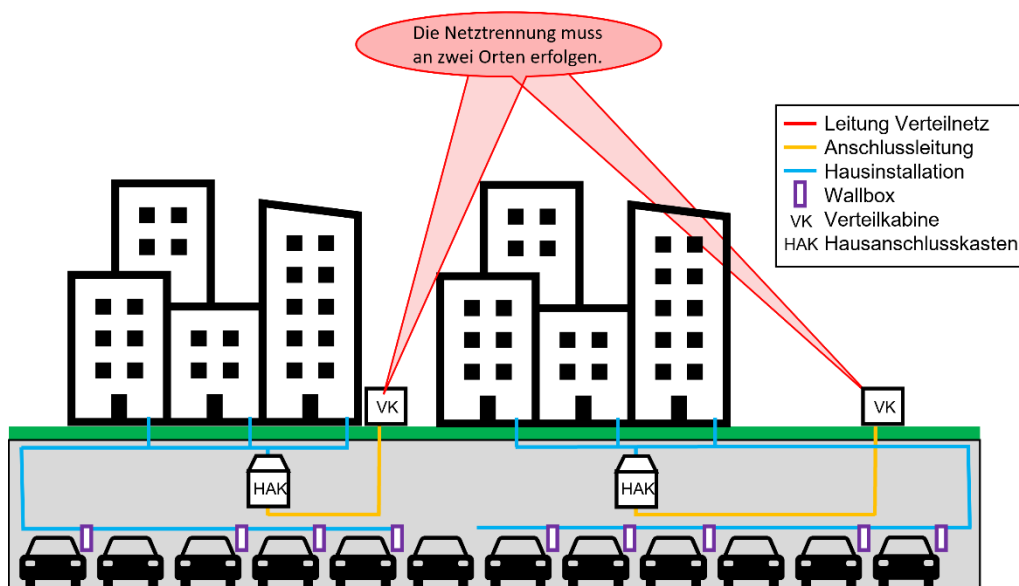


Abbildung 6 Gemeinschaftsgarage ohne Trennmöglichkeit an einem Ort

### 3.9 Mietverhältnis und Stockwerkeigentümerschaften

- (1) Die elektrische Installation gehört dem Netzanschlussnehmer. Mieter dürfen gemäss Art. 260a OR ohne schriftliche Zustimmung des Eigentümers keine Änderungen an der elektrischen Installation vornehmen oder vornehmen lassen. Stockwerkeigentümer benötigen die Zustimmung der Miteigentümer, wenn sie im allgemeinen Teil der Liegenschaft Installationen für Ladeinfrastruktur erstellen lassen wollen. Mietern wird empfohlen, vor Errichtung von Installationen für Ladeinfrastruktur die Zustimmung des Netzanschlussnehmers einzuholen und darin die vorgesehene Installation, die Eigentumsverhältnisse der Installation, die Kosten für allfälligen Unterhalt wie z.B. der gesetzlichen Kontrollpflicht sowie eine allfällige Entschädigung oder Rückbaukosten beim Auszug in einer schriftlichen Vereinbarung festzuhalten.
- (2) Die Einrichtung einer Ladestation für Elektrofahrzeuge stellt beim Stockwerkeigentum/Miteigentum eine bauliche Massnahme gemäss Art. 647c-e ZGB dar, wofür das Gesetz je nach Art der Massnahme unterschiedliche Anforderungen für die Zustimmung der Eigentümerversammlung festlegt. Die Erschliessung (der Ladestation) dürfte angesichts der wachsenden Bedeutung der Elektromobilität als „notwendige Massnahme“ zu sehen sein. Demzufolge wird ein Mehrheitsentscheid der Eigentümer benötigt (Art. 647c ZGB).



### 3.10 Bauliche Anforderungen

- (1) Bei Parkplätzen mit Ladestationen sind gegebenenfalls andere Abstände (Manövrieren des Ladekabels) und andere Anpassungen notwendig.
- (2) Für reines Parkieren von Elektrofahrzeugen gelten dieselben Brandschutzvorschriften wie für konventionelle Fahrzeuge (Benzin, Diesel). Weitere Informationen zu Brandschutzmassnahmen sind im Brandschutzmerkblatt Lithium-Ionen-Batterien der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen aufgeführt.
- (3) Öffentlich zugängliche Ladeplätze sollten auch für Menschen mit Behinderung benutzbar sein. Bei Parkplätzen am Arbeitsplatz und im Wohnungsbau gilt der Grundsatz der Anpassbarkeit. Bei der Planung von öffentlichen Parkplätzen mit Ladepunkten sind Aspekte wie rollstuhlgerechte Parkplätze, Bewegungsflächen, Bedienelemente, Trennelemente im Verkehrsraum, etc. zu berücksichtigen. Weiterführende Informationen sind der SIA Norm 500 «Hindernisfreie Bauten» und VSS 640 075 «Hindernisfreier Verkehrsraum» zu entnehmen.

### 3.11 Steckdosen für mobile Ladestationen (gesteckte Ladestationen)

- (1) Übliche Steckdosen gemäss der Norm SN 441011-1:2019 (z.B. Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke) sind nicht für eine Dauerbelastung ausgelegt. Insbesondere sind Steckdosen, die beispielsweise mit 13 A abgesichert sind, nicht für 13 A Dauerbelastung gebaut<sup>3</sup>. Auch bei Industriesteckdosen (CEE Steckdose nach IEC 60309) darf die vom Hersteller vorgegebene Dauerlast nicht überschritten werden. Ebenso muss die Elektroinstallation bis zur Steckdose hierfür ausgelegt sein. Aus diesem Grund ist es nicht zu empfehlen, Steckdosen mit hohen Ladeströmen zu belasten. Üblicherweise wird der Ladestrom durch die ICCB auf 8 A oder 6 A Dauerstrom begrenzt. Es gibt Möglichkeiten, über sogenannte Notladekabel über solche Steckdosen zu laden, dieser Ladestrom befindet sich dann aber in einem Bereich, der für die Steckdose unbedenklich ist.
- (2) Auch gesteckte Ladestationen mit mehr als 3.7 kVA Leistung müssen beim VNB angemeldet werden und eine Lastreduktion gemäss Anhang 1: ermöglichen, sofern der VNB dies verlangt (vgl. Werkvorschriften CH Kapitel 12 und Anhang 1).

### 3.12 Leistungsbedarf

- (1) Diese einfache Formel soll helfen bei grösseren Ladeanlagen die eigene Situation zu beurteilen und dementsprechend die mindestens notwendige Ladeleistung zu berechnen. Eine passend gewählte Anlageleistung spart sowohl beim Endverbraucher als auch im Verteilnetz Kosten.

$$\frac{\text{Energieverbrauch Fz [kWh pro 100 km]} \times \text{täglich gefahrene Strecke in [km]}}{\text{Ladezeit in Stunden [h]} \times 100} = \text{kleinste Ladeleistung [kW]}$$

#### 3.12.1 Minimaler Leistungsbedarf pro Ladepunkt - Beispielrechnung

- (2) Für Ladeanlagen in privaten Tiefgaragen braucht es ein Vorgehen für die Definition der benötigten Anschlussleistung der Ladeanlage. In diesem Kapitel wird mit den beschriebenen Formeln und Tabellen ein Standardszenario als Beispiel und als Hilfestellung berechnet. Dabei wird von einer durchschnittlichen Fahrleistung und einem durchschnittlichen Verbrauch ausgegangen.
- (1) Vor jeder Installation sollte eine Abschätzung mit eigenen Werten vorgenommen und dabei auch zukünftige Ausbauten (insbesondere im MFH) berücksichtigt werden.

<sup>3</sup> Häufig sind Steckdosen sogar nur für 10A Spitzenstrom ausgelegt, auch wenn sie üblicherweise mit 13A abgesichert werden.



- (2) Für eine Empfehlung der Mindestladeleistung pro Ladepunkt wird ein Standardszenario angenommen. Dieses rechnet nur mit durchschnittlichen Parametern und deckt nicht alle Anwendungsfälle ab. Auf diese Weise ist es aber möglich eine Beispielrechnung aufzuzeigen. Für jedes Projekt kann mit eigenen Parametern die benötigte Ladeleistung pro Ladepunkt berechnet werden.

- Tägliche Fahrstrecke; 30 km (siehe Kapitel 2.2)
- Energieverbrauch pro 100 km; 25 [kWh/100 km] - (Autobahn, Winter)
- Ladezeit; 8 h

$$\frac{30 \text{ km} \times \left( \frac{25 \text{ [kWh/100 km]}}{100} \right)}{8 \text{ h}} = 0.9375 \text{ kW} \cong 937.5 \text{ W}$$

- (3) Dies entspricht 4.07 A (bei 230 V einphasig) oder 1.35 A (bei 3x400 V dreiphasig))

$$\text{einphasig, } I (A) = \frac{P (W)}{U (V)}$$

oder

$$\text{dreiphasig, } I (A) = \frac{P (W)}{\sqrt{3} \times U (V)}$$

- (4) Die Tabelle 5 soll aufzeigen, welche Ladeleistungen es im schlechtesten Fall (alle gleichzeitig am Laden) mit dem zuvor aufgezeigten Szenario braucht. Um optimierte Aufteilung der Ladeleistung auf mehrere Fahrzeuge sicherzustellen und eine Überlastung der Anschlussleitung zu verhindern, ist ein lokales Lastmanagement zwingend notwendig.
- (5) Hinweis; Viele Elektroauto können erst ab einer bestimmten Strommenge den Ladevorgang starten. Gemäss SN EN 61851 laden Elektrofahrzeuge mit einem Ladestrom von unter 6 A nicht mehr. (6 A x 230 V = 1.38 kW) Darum ist der beispielhaft berechnete Leistungsbedarf eines Ladepunktes mit 0.94 kW als theoretischer Wert zu verstehen. Dieser Leistungswert soll nur für die Dimensionierung der minimal möglichen Absicherung resp. des Leistungsbedarfs) der gesamten Ladeanlage dienen.

| Anzahl Ladepunkte | 8 h Ladezeit pro Tag |                  | 12 h Ladezeit pro Tag |                  |
|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------|------------------|
|                   | Leistung             | Strom dreiphasig | Leistung              | Strom dreiphasig |
| 1                 | 0.94 kW              | 1.35 A           | 0.63 kW               | 0.90 A           |
| 2                 | 1.9 kW               | 2.7 A            | 1.3 kW                | 1.8 A            |
| 3                 | 2.8 kW               | 4.1 A            | 1.9 kW                | 2.7 A            |
| 4                 | 3.8 kW               | 5.4 A            | 2.5 kW                | 3.6 A            |
| 5                 | 4.7 kW               | 6.8 A            | 3.1 kW                | 4.5 A            |
| 6                 | 5.6 kW               | 8.1 A            | 3.8 kW                | 5.4 A            |
| 7                 | 6.6 kW               | 9.5 A            | 4.4 kW                | 6.3 A            |
| 8                 | 7.5 kW               | 10.8 A           | 5.0 kW                | 7.2 A            |
| 9                 | 8.4 kW               | 12.2 A           | 5.6 kW                | 8.1 A            |
| 10                | 9.4 kW               | 13.5 A           | 6.3 kW                | 9.0 A            |
| 15                | 14.1 kW              | 20.3 A           | 9.4 kW                | 13.5 A           |
| 20                | 18.8 kW              | 27.1 A           | 12.5 kW               | 18.0 A           |
| 30                | 28.1 kW              | 40.6 A           | 18.8 kW               | 27.1 A           |
| 40                | 37.5 kW              | 54.1 A           | 25.0 kW               | 36.1 A           |
| 50                | 46.9 kW              | 67.7 A           | 31.3 kW               | 45.1 A           |
| 100               | 93.8 kW              | 135.3 A          | 62.5 kW               | 90.2 A           |

Tabelle 5 minimaler Leistungsbedarf pro Ladepunkt eines grösseren Ladeparks



### 3.12.2 Empfehlung Absicherung von Ladeanlage

- (1) Ausgehend von Tabelle 5 wird in Tabelle 6 die kleinste gängige Sicherung aufgezeigt.
- (2) Bei der Festlegung muss aber die Gebäudeart, Nutzung, und Installation in die Dimensionierung mit einbezogen werden. So ist eine Ladeanlage in einem MFH anders auszulegen als in einem Einkaufszentrum oder Spital.

| Anzahl Lade-<br>punkte | Empfehlung Absicherung Ladeanlage in Wohngebäuden |       |         |       |
|------------------------|---|-------|---------|-------|
|                        | Minimum   |       | Optimum |       |
| 1                      | 9 kW  | 13 A  | 11 kW   | 16 A  |
| 2                      | 9 kW  | 13 A  | 11 kW   | 16 A  |
| 3                      | 9 kW  | 13 A  | 11 kW   | 16 A  |
| 4                      | 9 kW  | 13 A  | 14 kW   | 20 A  |
| 5                      | 9 kW  | 13 A  | 22 kW   | 32 A  |
| 6                      | 11 kW   | 16 A  | 22 kW   | 32 A  |
| 7                      | 11 kW   | 16 A  | 28 kW   | 40 A  |
| 8                      | 11 kW   | 16 A  | 28 kW   | 40 A  |
| 9                      | 11 kW   | 16 A  | 35 kW   | 50 A  |
| 10                     | 11 kW   | 16 A  | 44 kW   | 63 A  |
| 15                     | 17 kW   | 25 A  | 55 kW   | 80 A  |
| 20                     | 22 kW   | 32 A  | 69 kW   | 100 A |
| 30                     | 28 kW   | 40 A  | 111 kW  | 160 A |
| 40                     | 44 kW   | 63 A  | 139 kW  | 200 A |
| 50                     | 55 kW   | 80 A  | 173 kW  | 250 A |
| 100                    | 111 kW  | 160 A | 246 kW  | 355 A |

Tabelle 6 Empfehlung Absicherung Ladeanlage in Wohngebäuden

- (3) Zusätzliche Hilfestellung für die Auslegung einer Ladeanlage gibt die SIA 2060.

### 3.12.3 Empfehlung zum Ausbau von Ladeanlage

- (1) Auch wenn die Absicherung der Ladeanlage aufgrund Kosten, Installation oder geringere Netzbelastung minimal gewählt wurde, ist eine Erschliessung ab der Elektroverteilung bis zu den Ladestationen und gegebenenfalls ein Netzanschluss mit ausreichendem Querschnitt zu empfehlen. So kann eine spätere Erweiterung ohne Anpassungen des Netzanschlusses oder der Installation erfolgen.

### 3.13 Netzurückwirkungen

- (1) Es sind generell die Technischen Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ) einzuhalten. Für die Beurteilung von Netzurückwirkungen gelten die technischen Regeln nach D-A-CH-CZ (Verknüpfungspunkt) und für die Spannungsqualität im Verteilnetz die SN EN 50160 ((Haus-)Anschlusspunkt). Betreffend Ladestationen wird empfohlen folgende Netzurückwirkungen zu prüfen:
  - Spannungsänderung
  - Oberschwingungen

#### 3.13.1 Spannungsänderung

- (1) Für Spannungsänderungen gilt unter anderem;
  - Die relative Spannungsänderung am Verknüpfungspunkt darf den Emissionsgrenzwert von 3% nicht überschreiten bei einer Wiederholrate von  $r > 0.01/\text{min}$ . (10 x pro Stunde  $\hat{=}$  alle 6 Minuten)



- Bei  $r < 0.01/\text{min}$  (einige Male pro Tag  $\triangleq$  kleiner 10 x pro Stunde) darf der Emissionsgrenzwert 6 % sein
- (2) Folgende Situationen werden mit  $d_{\text{max}} = 3\%$  berechnet;
    - öffentliche Ladestationen, öffentliche Ladeanlagen und halböffentliche Ladeanlage (z.B. Arbeitgeber Ladeanlagen und Poolfahrzeugflotte).
  - (3) Bei Ladeanlagen mit mehreren AC Ladepunkten ist die Leistung eines Ladepunktes für die Beurteilung relevant. Dies aufgrund dessen, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Ladepunkten gleichzeitig die volle Last abrufen, also die Summe der Leistung der gesamten Ladeanlage abgerufen wird. Es ist eher so, dass eine Ladepunkten nach der anderen einschaltet. Dies hat im Netz denselben Effekt, als wenn verschiedene Verbraucher nacheinander einschalten würden. Bei Ladeanlagen ist eher die Wiederholungsrate der Anzahl Ladepunkte zu berücksichtigen. So sollte zur Sicherheit mit dem Emissionsgrenzwert mit 3 % gerechnet werden, also Einschalthäufigkeit von mehr als 10 x pro Stunde.
  - (4) Folgende Situationen werden mit  $d_{\text{max}} = 6\%$  berechnet;
    - Private Ladestationen die nicht mehrfach pro Tag verwendet werden
  - (5) Ein Berechnungsbeispiel folgt im Anhang 3:.

### 3.13.2 Oberschwingungen

- (1) Ladestationen für Elektrofahrzeuge sind in Bezug auf Oberschwingungen gleich zu beurteilen wie vergleichbare Lasten. Es ist generell die D-A-CH-CZ einzuhalten;
- (2) Geräte die den Anforderungen nach [EN 61000-3-2] entsprechen, dürfen im Allgemeinen ohne weitere Prüfung angeschlossen werden.
- (3) Ein Beispielbild für Oberschwingung ist in Abbildung 7 abgebildet:
  - Grün        Grundschiwingung
  - Blau        Harmonische 3. Ordnung (3 fache Frequenz der Grundschiwingung)
  - Schwarz     Resultierende verzerrte Schwiwingung

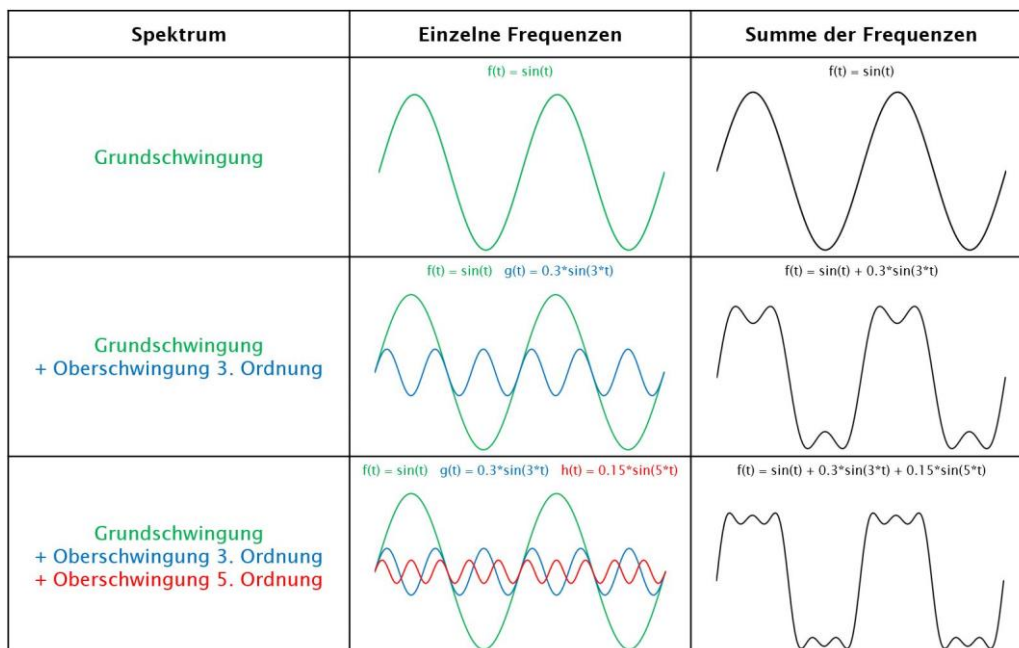


Abbildung 7 Beispiel für Oberschwingungen (Quelle: Berner Fachhochschule, Zentrum Energiespeicherung)



### 3.13.3 Grobbeurteilung

- (1) Zur Grobbeurteilung der Oberschwingungsemissionen am Verknüpfungspunkt müssen folgende Parameter bekannt sein:

|          |   |
|----------|---|
| $S_{KV}$ | Kurzschlusscheinleistung am Verknüpfungspunkt (1)                         |
| $S_A$    | Anschlusscheinleistung, Berechnung mittels Stromwert HAK Sicherung (2)    |
| $S_{Os}$ | Oberschwingungscheinleistung hinter der Messstelle (z.B. Ladestation) (3) |

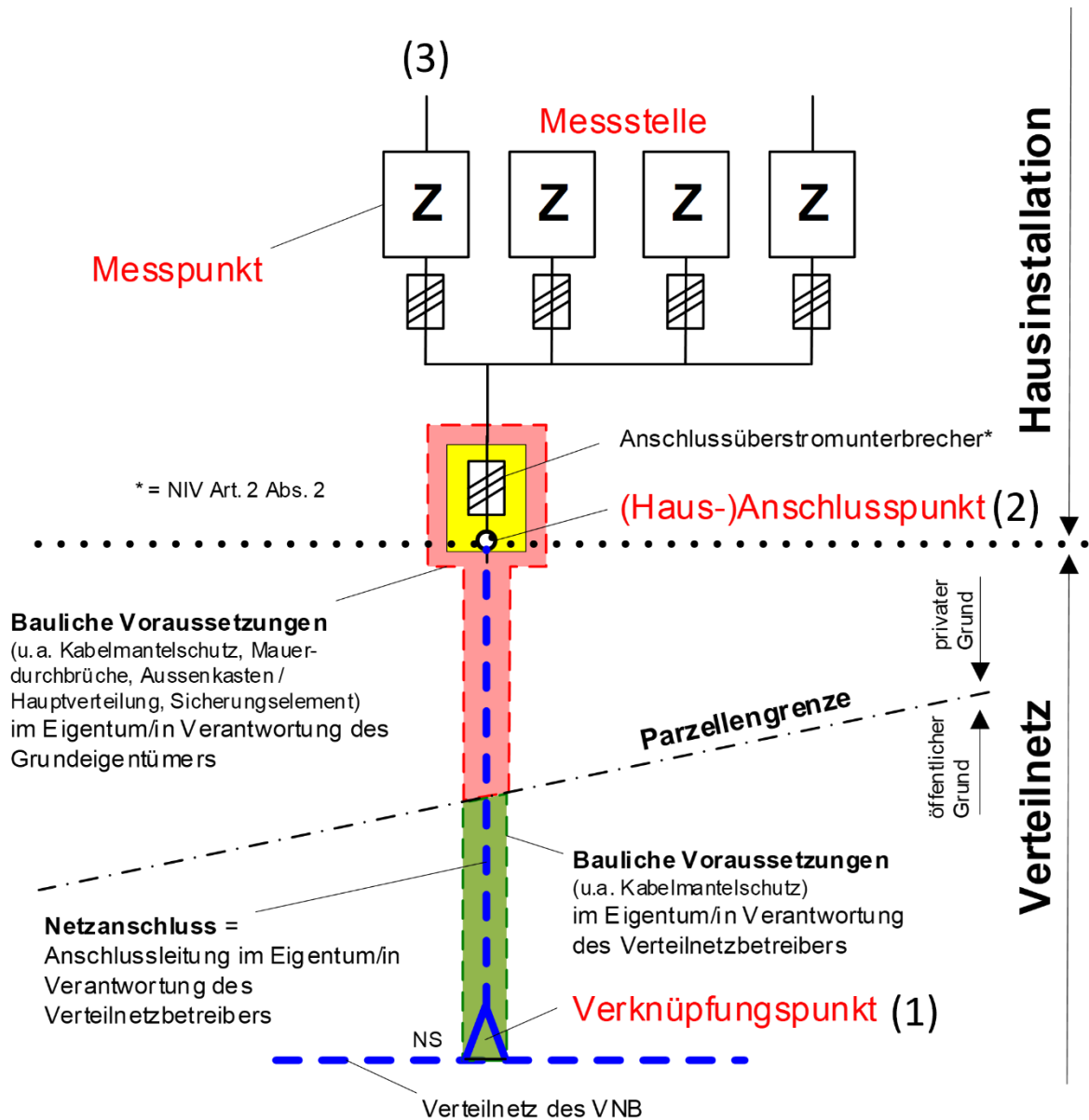


Abbildung 8 (Haus-)Anschlusspunkt und Verknüpfungspunkt

- (2) Beträgt das Leistungsverhältnis  $S_{KV} / S_A \geq 150$ , kann auf eine Detaillierte Beurteilung der Oberschwingungsemissionen verzichtet werden. Normalerweise ist das Leistungsverhältnis aber  $S_{KV} / S_A < 150$  und somit muss eine detaillierte Beurteilung erfolgen.

- (3) Beispiel;

$$150 = \frac{S_{KV}}{S_A} = \frac{4 \cdot 200 \text{ kVA} (\sim 6 \cdot 062 \text{ A Kurzschlussstrom})}{28 \text{ kVA} (40 \text{ A Hausanschlussicherung})}$$



- (4) Der Wert von  $6\text{ }062\text{ A}$  wird meist nur in der Nähe einer Trafostation erreicht. Somit ist eine detaillierte Beurteilung in den meisten Fällen notwendig. .

### 3.13.4 Detaillierte Beurteilung

- (1) Die detaillierte Beurteilung erfolgt mittels Gruppierung von Oberschwingungserzeugenden Geräten und der gesamten Oberschwingungslastberechnung.

#### 3.13.4.1 Gruppierung von Oberschwingungserzeugenden Geräten

- (1) Nebst den neuen Oberschwingungserzeugern, sind auch die bereits bestehenden Oberschwingungslasten in der Beurteilung zu berücksichtigen (wie z.B. schon bekannte, installierte Wärmepumpen und oder Lifte). Anhand des Oberschwingungsgehalts werden die Oberschwingungslasten in Gruppen eingeteilt:
- **Gruppe 1:  $\text{THDi} < 25\%$** ; Betriebsmittel mit geringer harmonischer Emission wie z.B. Stromrichter mit einer Pulszahl  $p > 12$ , Lampen mit induktivem Vorschaltgerät, selbstgeführte Stromrichter wie z.B. Wechselrichter für Photovoltaik und Geräte mit aktiver Leistungsfaktorkorrektur wie z.B. Ladegeräte für Elektrofahrzeuge.
  - **Gruppe 2:  $25\% < \text{THDi} < 50\%$** ; Betriebsmittel mit mittlerer harmonischer Emission wie z.B. 6-pulsige Stromrichter mit Stromzwischenkreis bzw. Spannungszwischenkreis und induktiver Glättung.
  - **Gruppe 3:  $\text{THDi} > 50\%$** ; Betriebsmittel mit hoher harmonischer Emission wie z.B. 6-pulsige Stromrichter mit Spannungszwischenkreis ohne induktive Glättung, Computer einschliesslich Peripheriegeräte, Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät.
- (2) Wenn bei DC Ladestation keine Angaben des Herstellers über den Gleichrichter vorhanden sind, werden die Ladestationen als Oberschwingungserzeuger der Gruppe 2 zugeordnet (der schlechteste Fall wird angenommen). DC-Ladestationen, welche in der Regel mit PFC-Gleichrichter (aktive Leistungsfaktorkorrektur) ausgestattet sind, werden der Gruppe 1 zugeordnet.
- (3) AC-Ladestationen haben keinen integrierten Gleichrichter. Dieser befindet sich jeweils in den Fahrzeugen und es gibt meist keine Angaben dazu. Da nicht sichergestellt werden kann, welches Elektrofahrzeug geladen wird, muss die Ladestation der Gruppe 2 zugeordnet werden.

#### 3.13.4.2 Oberschwingungslastberechnung

- (1) Oberschwingungslast

$$S_{OS} = (0.5 \times S_{\text{Gruppe1}}) + S_{\text{Gruppe2}} + (2 \times S_{\text{Gruppe3}})$$

$$S_{\text{Gruppe1}} = \text{Scheinleistung aller Verbraucher der Gruppe 1 (kVA)}$$

$$S_{\text{Gruppe2}} = \text{Scheinleistung aller Verbraucher der Gruppe 2 (kVA)}$$

$$S_{\text{Gruppe3}} = \text{Scheinleistung aller Verbraucher der Gruppe 3 (kVA)}$$

#### 3.13.5 Bewertung des Oberschwingungslastanteil:

- (1) Für die Beurteilung des Oberschwingungslastanteils sind die beiden Verhältnisse notwendig;

$$\text{Verhältnis} = \frac{S_{OS} = \text{Gesamtoberschwingungsleistung}}{S_A = \text{Anschlussleistung am Anschlusspunkt}}$$

$$\text{Verhältnis} = \frac{SKV = \text{Kurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt}}{S_A = \text{Anschlussleistung am Anschlusspunkt}}$$



- (2) Liegt der Schnittpunkt aus  $S_{OS} / S_A$  und  $S_{KV} / S_A$  unterhalb der Grenzkurve, ist die Oberschwingungslast zulässig, liegt der Punkt oberhalb der Grenzkurve sind Massnahmen nötig.

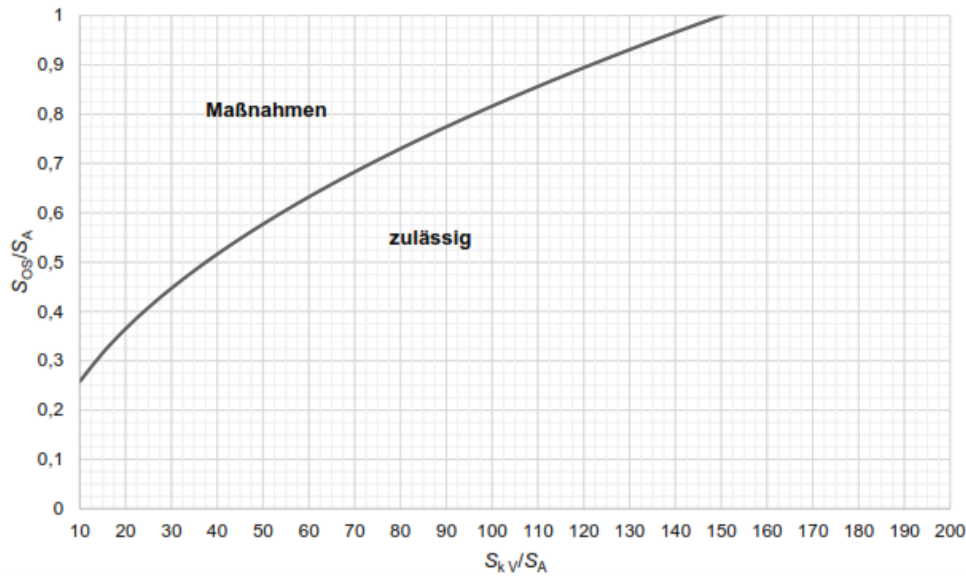


Abbildung 9 Diagramm zur Beurteilung des zulässigen Oberschwingungslastanteils (Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe)

### 3.13.6 Bei Nichteinhalten der Netzurückwirkungen

- (1) Die folgenden Massnahmen zur Verbesserung der Netzurückwirkungen können in der Anlage des Netzanschlussnehmer oder im Verteilnetz getätigt werden:
- Begrenzung der Oberschwingungslast (Lastmanagement Ladestation mit zulässiger maximaler Obergrenze)
  - Einsatz von Geräten mit geringerem Gesamtoberschwingungsgehalt THDi
  - Erhöhung der Kurzschlussleistung  $S_{KV}$  (stärkere Erschliessung bis zum Verknüpfungspunkt)
  - Verbesserung der Glättung im Zwischenkreis von Umrichtern
  - Einsatz passiver Filter (Saugkreisanlagen)
  - Einsatz aktiver Filter

### 3.14 Installationsarten

- (1) Ladeanlagen in grossen Tiefgaragen können auf verschiedene Arten erschlossen und abgerechnet werden.
- (2) Im Vorfeld einer Installation sollte geklärt werden, wie der Hausanschluss bereits ausgelastet wird. Dazu soll auf Basis der installierten Geräte, typischer Verbräuche etc. eine Einschätzung oder eine Lastflussmessung durchgeführt werden. Danach kann beurteilt werden, ob eine Leistungserhöhung oder sogar Verstärkung der Anschlussleitung erforderlich ist.
- (3) Hier im Beispiel sind zwei Arten mit deren Vor und Nachteilen aufgeführt:

#### 3.14.1 Flachband über den Allgemeinzählerstromkreis oder einen separaten Zähler

- (1) Hierbei wird das Flachbandkabel direkt am vorhandenen Allgemestromzählerkreis oder über einen eigenen E-Mobilitätszähler angeschlossen. Die Verrechnung der jeweiligen Energiebezüge kann z.B. mittels RFID Karte und einem Benutzerkonto des Ladestation Herstellers oder eines Dienstleisters geschehen. Die Gesamtstrommenge aller Ladestationen muss danach bei der Rechnung des EVU vom Allgemestromzähler in Abzug gebracht werden. So kann der restliche Strom wie z.B. für Licht und Lüftung des Allgemeinbereichs auf alle Mieter/Eigentümer wie bis anhin verteilt werden.



- (2) Die Abrechnung vom Allgemiestrom muss zwingend mit geeichten Zählern vorgenommen werden. Dies führt zu den folgenden Möglichkeiten.
- Ein zusätzlicher VNB E-Mobilitätszähler bedingt einen vorhandenen Zählerplatz, ermöglicht dafür den Rechnungsversand vom VNB direkt an den Dienstleister für die Ladeanlage.
  - Eine Lösung ohne eigenen E-Mobilitätszähler für die Ladeanlage ist in Bezug auf die Messung einfacher und günstiger.
- (3) Vorteile;
- Keinen oder nur ein weiterer Zähler vom VNB und die damit verbundene Kosten
  - Einfache Installation, ideal für bestehende Bauten
  - Modular erweiterbar durch Flachbandkabel
- (4) Nachteile;
- Der Allgemiestromzählerkreis muss allenfalls ausgebaut werden (höhere Strombelastung)
  - Es können weitere Kosten für den Zähler vom VNB, Kundenportal oder Dienstleistung anfallen

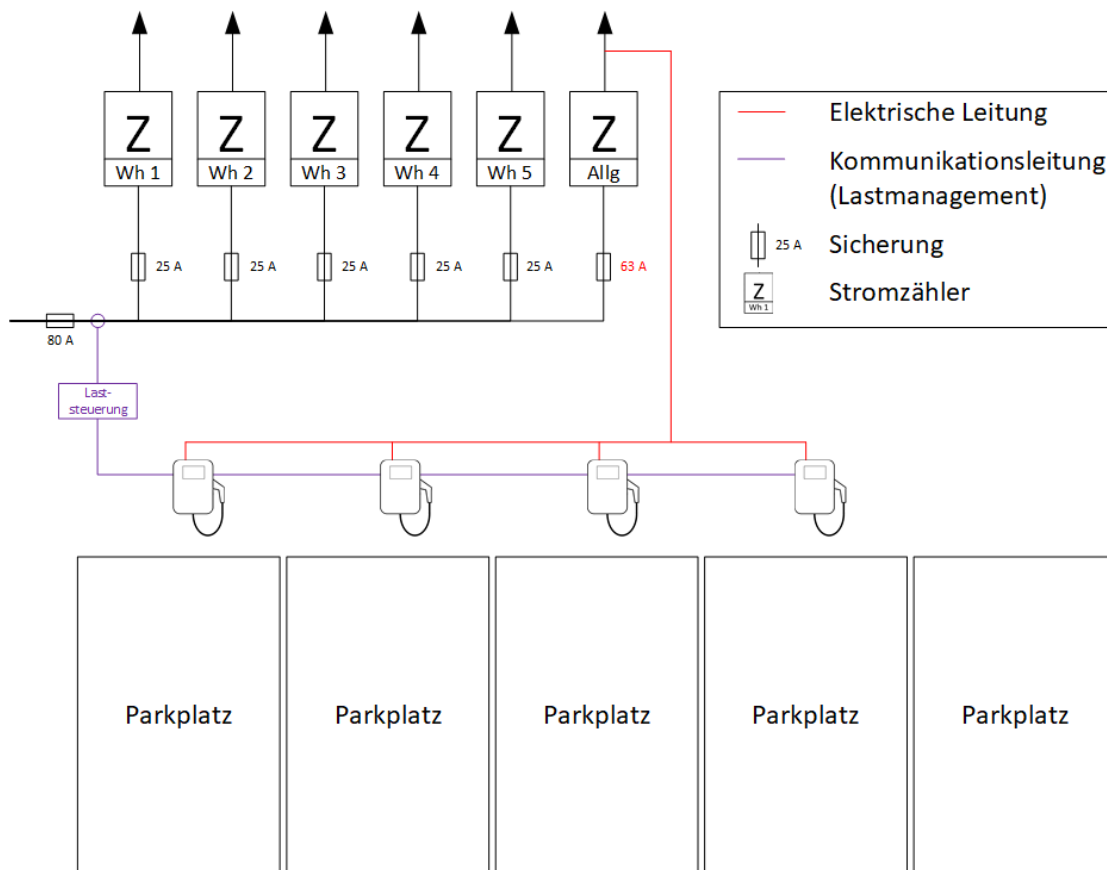


Abbildung 10 Installation mehrere Ladepunkte hinter dem Zähler für den Allgemiestrom

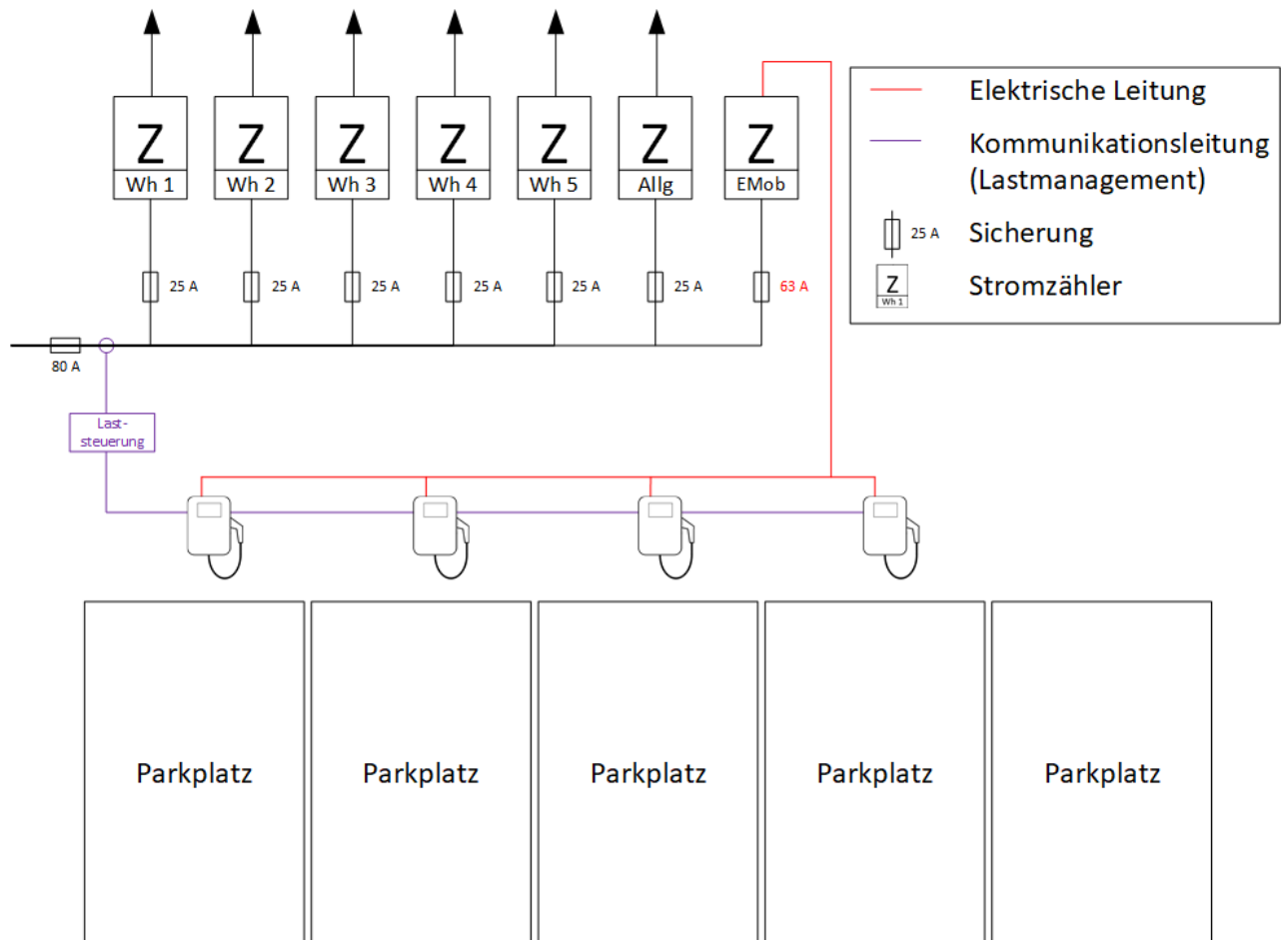


Abbildung 11 Installation mehrere Ladepunkte hinter einem eigenen Zähler für die Ladeanlage

### 3.14.2 Einzelne Erschliessung pro Wohnungszähler

- (1) Hierbei wird jede Ladestation direkt ab dem jeweiligen Wohnungszähler erschlossen. Der jeweilige Energiebezug wird somit auf dem vorhandenen Zähler gemessen und verrechnet. Damit die Bezügersicherung nicht überlastet wird, muss die zusätzliche Last eingerechnet werden und allenfalls eine höhere Absicherung pro Wohnung gewählt werden.
- (2) Vorteile;
  - Keinen weiteren Zähler notwendig
  - Einfache Planung und Installation bei Neubauten
- (3) Nachteile;
  - Höherer Ausbauraufwand da pro PP ein Kabel von der Hauptverteilung bis zum Parkplatz verlegt werden muss.
  - Grössere Hauptverteilung notwendig da pro Parkplatz eine weitere Sicherung eingeplant werden muss.
  - Es können weitere Kosten für den Zähler vom EVU, Kundenportal oder Dienstleistung anfallen.
  - Wenn eine PV Anlage auf dem Dach und mehrere Ladestationen hinter unterschiedlichen Zähler installiert werden, kann die Energie aus der PV Anlage ohne ZEV nicht direkt ins Auto geladen werden.



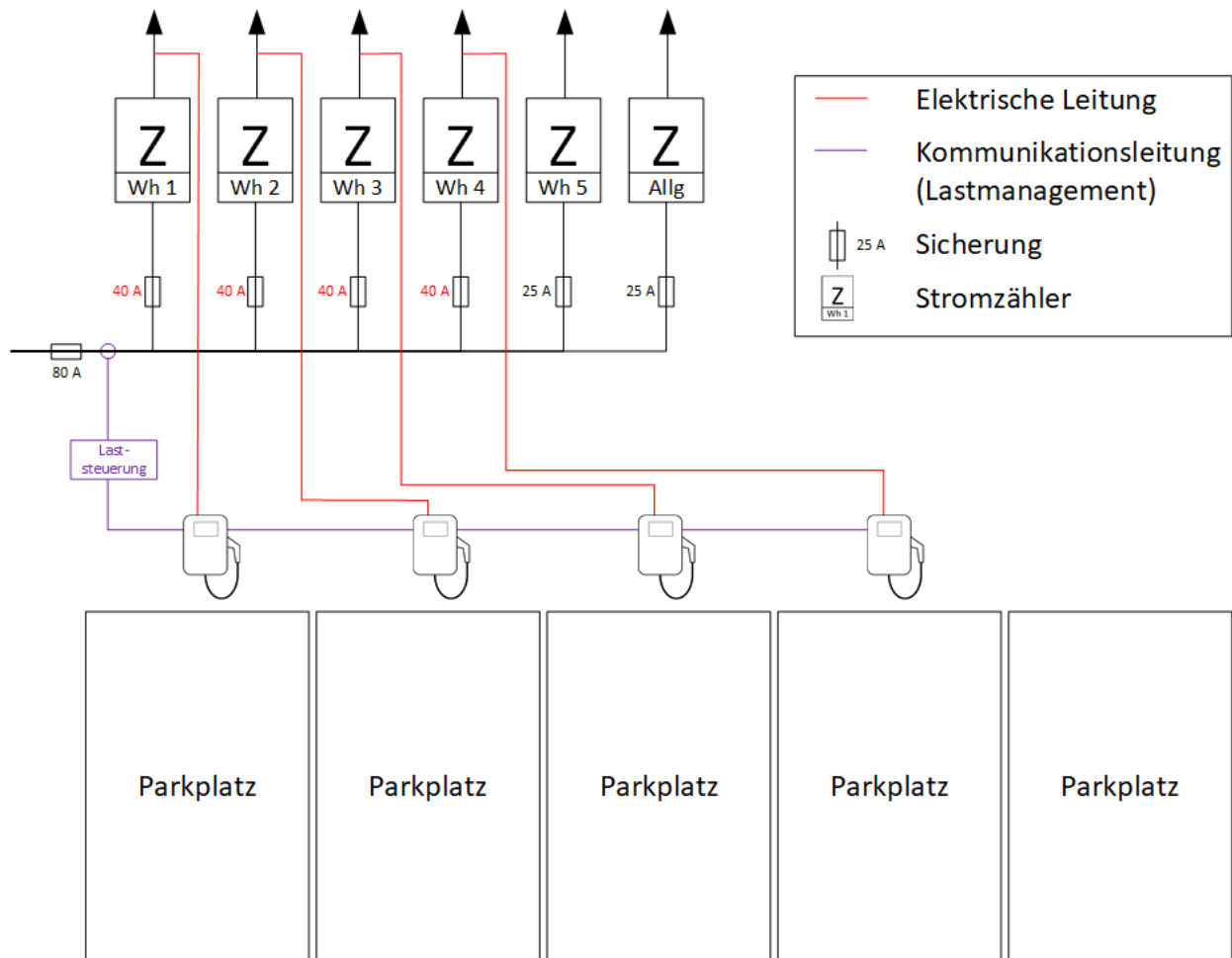


Abbildung 12 Installation mehrere Ladepunkte hinter den Wohnungszählern

#### 4. Lastmanagement

- (1) Die maximal zulässige Bezugsleistung am (Haus-)Anschlusspunkt darf auf keinen Fall überschritten werden. Zudem ist sicherzustellen, dass keine unzulässige Unsymmetrie entsteht. Es wird daher empfohlen ab > 22 kW Anschlussleistung der Ladeanlage oder > 3 Ladepunkte ein Lastmanagement zu installieren, um die maximale bezugsberechtigte Anschlussleistung nicht zu überschreiten, die bezugsberechtigte Anschlussleistung möglichst auszuschöpfen und eine Ansteuerung durch den VNB zu ermöglichen. Wenn die Ladestation in Kombination mit den bestehenden Geräten (z.B. WP, Kochfelder) die maximale Anschlussleistung überschreiten können, ist zwingend ein Lastmanagement notwendig.
- (2) Wird in einem Mehrfamilienhaus eine oder mehrere Ladestationen installiert, wird dringend empfohlen nur Ladestationstypen zu installieren, welche mit dem gleichen Lastmanagementsystem gesteuert werden können. Auf diese Weise kann ein Lastmanagementsystem installiert werden, wenn später durch den weiteren Ausbau der Bedarf dazu besteht.



- (3) Zunächst sollen die Begriffe Lademanagement und Lastmanagement eingeordnet werden. Die Tabelle 7 dient zur Strukturierung des Kapitels. Die Begriffe werden im Anschluss erläutert.

|                 | Lademanagement   | Lastmanagement   |   |  |
|-----------------|--|--|---|--|
|                 |  | lokal  | übergeordnet  |  |
|                 |  |  | Nutzung der Flexibilität  | Lastreduktion  |
| Zweck           | Sichere Ladung der Fahrzeugbatterie ohne Überlastung des Ladekabels und der Ladestation oder Steckdose. In zweiter Linie kann auch eine Kostenoptimierung (z.B. reduzierter Tarif) gemacht werden. | Optimierung des Eigenverbrauchs oder der Ladung mehrere Fahrzeuge, ohne die Anschlussleitung zu überlasten.  | Optimierung des Netzbetriebs durch den VNB braucht eine ausdrückliche Zustimmung durch den Endverbraucher.<br><br>Dienstleister nutzen die Flexibilität, um die Flexibilität zu vermarkten (z.B. als Systemdienstleistung). | Ist der sichere Netzbetrieb akut gefährdet kann die Ladeleistung in bestimmten Gebieten (z.B. Überlastung der Zuleitung) oder in der ganzen Schweiz (z.B. Frequenzabfall) reduziert werden. Dies kann bis 0 kW erfolgen, wobei im Gegensatz zum Lastabwurf die Versorgungsspannung nicht getrennt werden muss. Dies bedarf keiner Zustimmung des Anschlussnehmers und übersteuert das Signal zur Nutzung der Flexibilität. |
| Parameter       | Ladezustand und Temperatur der Fahrzeugbatterie, maximale Leistung vom Anschlusskabel und Ladestation resp. Steckdose, Tarifzeiten   | Produktion der PV Anlage, aktuelle und maximale Belastung vom Netzanschluss, Leistungsbedarf für die angesteckten Fahrzeuge, Zeit bis zum gewünschten Ladezustand, Priorisierungs- oder Verteilalgorithmus für mehrere Ladepunkte. | Optimierung der Auslastung des Verteilnetzes (z.B. Leistungsspitze des VNB gegenüber des vorgelagerten VNB) oder des Blindenergieausgleich<br><br>Reaktion auf Anforderungssignal der Swissgrid.                            | Belastung der Leitungen, Transformatoren, Netzfrequenz, Normen z.B. zur Spannungsqualität.   |
| Kommunikation   | Nur zwischen Fahrzeug, Ladestation und ggf. dem Mobiltelefon   | Zwischen Fahrzeugen, Ladestationen, PV Anlage, Smart Meter, Wärmepumpe, etc. und zentraler Steuereinheit oder auch mit App vom Autofahrer.   | Wie beim lokalen Lastmanagement und zusätzlich eine Kommunikation vom VNB oder SDL Pooler zur zentralen Steuereinheit des lokalen Lastmanagements   | Vom VNB beispielsweise Steuerung gemäss Anhang 1 oder durch Rundsteuerung angesteuerter Schütz   |
| Steuerung durch | Ladegerät resp. Laderegler im Fahrzeug.  | Lokaler Energiemanager, Steuerung, Hausautomation, smartgridready Geräten, etc.  | System des SDL Poolers oder VNB   | VNB System   |

Tabelle 7 Übersicht zum Lade- und Lastmanagement



## 4.1 Lademanagement

- (1) Beim Lademanagement geht es um den eigentlichen Ladevorgang. Das Ladegerät im Fahrzeug (resp. der Laderegler beim DC Laden) steuert das Lademanagement und berücksichtigt dabei Soll- oder Grenzwerte der Fahrzeugbatterie wie aktuelle Temperatur oder Ladezustand sowie die gewünschte Ladeleistung bzw. Zeitdauer bis zum gewünschten Ladezustand (z.B. 80 % um 07.00). Auch die maximal zulässige Stromstärke des Ladepunkts und des Ladekabels werden für die Steuerung vom Ladevorgang berücksichtigt. Dazu ist eine Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug notwendig, so dass mindestens Ladebetriebsart Mode 3 (siehe Abschnitt 2.1 Ladebetriebsarten) vorausgesetzt ist. Auch eine kommerzielle Optimierung ist möglich, wenn der Nutzer seinen Ladevorgang entsprechend anpasst (Tarifzeiten, Leistungsbegrenzung, etc.).
- (2) Dieser Vorgang liegt gänzlich ausserhalb des Bereichs eines VNB.

## 4.2 Lokales Lastmanagement

- (1) Das Lastmanagement beschreibt die Regelung des Ladevorgangs zur Optimierung von meist mehreren Lasten am selben Anschlusspunkt. Dabei werden Eingangsgrössen wie der Maximalstrom der gemeinsamen Zuleitung mehrerer Ladestationen, des Hausanschlusses bis hin zu Teilen des privaten oder öffentlichen Niederspannungsnetzes und die verfügbare steuerbare Leistung von anderen Geräten der Endverbraucher, Energiespeichern oder Erzeugungsanlagen hinter dem gleichen (Haus-)Anschlusspunkt berücksichtigt. Mögliche Zielgrössen hierbei sind die Eigenverbrauchsoptimierung, die Reduktion der Lastspitzen, die Maximierung der Ladeleistung, der Phasenausgleich, oder die Umsetzung externer Signale zur Lastoptimierung (z.B. vom SDL Pooler) oder Lastreduktion in Notsituationen. Die Ausgangsgrösse beim Lastmanagement stellt eine Eingangsgrösse beim Lademanagement dar.
- (2) Die Installation eines Lastmanagementsystems ist ein effizientes Mittel, um eine Verstärkung des Hausanschlusses zu vermeiden.

### 4.2.1 Statisches Lastmanagement ohne externe Steuerung

- (1) Diese Ausprägung des Lastmanagements wird angewendet, sofern eine definierte Ladeleistung kontinuierlich zur Verfügung steht.
- (2) Oft wird dies angewendet, wenn ein Anschluss nur für die Elektromobilität zur Verfügung steht. Dem Lastmanagement der Ladeinfrastruktur wird dabei die Anschlussleistung als max. Sollwert vorgegeben. Das Lastmanagement stellt dabei sicher, dass der Anschlusswert nie überschritten wird und verhindert somit eine Überlastung des Anschlusses.
- (3) Mit gewissen Einschränkungen kann diese Art des Lastmanagements auch bei geteilten Anschlüssen verwendet werden.
- (4) Im Beispiel von Abbildung 13 wurde mittels einer Lastgangmessung über einen Zeitraum von 1 Woche z.B. in einer sehr kalten Winterwoche ermittelt, dass die übrigen Verbraucher (Haushaltsstrom) eine maximale Leistung von 10 kW beziehen. Da der Anschlusspunkt 30 kW ermöglicht, stehen für das Laden der Elektrofahrzeuge stets mind. 20 kW zur Verfügung. Diese Leistung (20 kW) wird dem Lastmanagement als max. Sollwert vorgegeben (rote Linie), der diese Leistung nach Bedarf unter den verschiedenen Ladepunkten aufteilt.



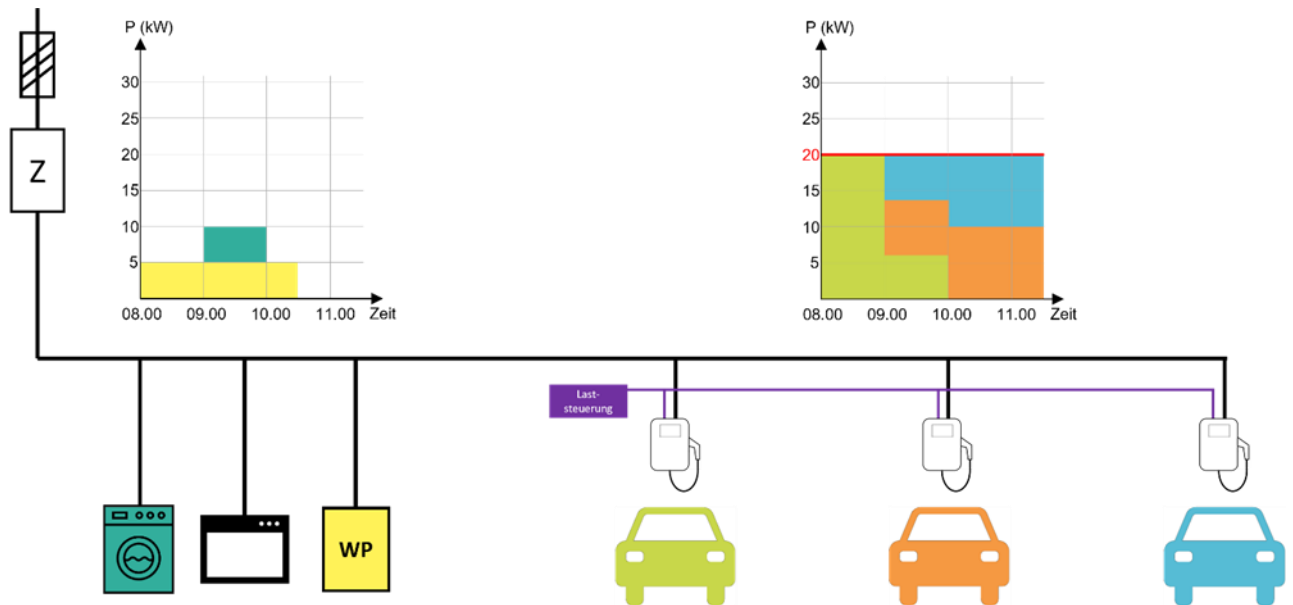


Abbildung 13 Schematische Darstellung statisches Lastmanagement

- (5) Vorteil:  
Höhere Ausnutzung der bezugsberechtigten Anschlussleistung bei geringen Kosten für das Lademanagement.
- (6) Nachteil:  
Die maximal mögliche Ladeleistung wird hier mit 20 kW dem Lastmanagement für die ganze Ladeanlage permanent vorgegeben. Es kann somit max. 20 kW geladen werden, selbst wenn die übrigen Verbraucher (Haushaltsstrom) ausgeschaltet sind und somit bis zu 30 kW zur Verfügung stehen würden. Bei signifikanten Änderungen der übrigen Verbraucher müssen die Maximalwerte für die Ladeanlage neu analysiert und eingestellt werden. Auch die Optimierung der Ladevorgänge mit der PV Produktion ist nicht optimal umsetzbar.

#### 4.2.2 Dynamisches Lastmanagement (Anschluss wird geteilt mit anderen Verbrauchern)

- (1) Diese Ausprägung des Lastmanagements wird angewendet, wenn die verfügbare Ladeleistung sich kontinuierlich ändert und der Netzanschluss optimal ausgenutzt werden soll.
- (2) Je nachdem wie viele Verbraucher Leistung beziehen (oder durch die PV Anlage produziert wird), steht für das Aufladen der Elektrofahrzeuge unterschiedlich viel Leistung zur Verfügung. Ein zusätzliches Messgerät oder der intelligente Zähler vom VNB ermittelt dabei immer die momentane Belastung des Anschlusses und somit kontinuierlich, wie viel Leistung für die Ladeanlage noch zur Verfügung steht. Dadurch kann das Lastmanagementsystem der Ladestationen stets die zur Verfügung stehende Ladeleistung neu berechnen und die Sollwerte den einzelnen Ladestationen neu vorgeben. Somit wird die zur Verfügung stehende Anschlussleistung (im Beispiel 30 kW) immer optimal ausgenutzt (oder der Eigenverbrauch optimiert), ohne diese zu überschreiten.
- (3) Der Sollwert für die maximale Ladeleistung der gesamten Ladeanlage kann auf unterschiedliche Arten ermittelt werden. Das Lastmanagementsystem als Teil der Ladeanlage kann den Sollwert mit der gemessenen Leistung am Hausanschluss, der maximalen Bezugsleistung am Hausanschluss und eventuell Tarifinformationen selbst berechnen.
- (4) Auch das Energiemanagementsystem des Gebäudes kann einen Wert für die Ladeanlage vorgeben und dabei die PV Produktion, Wärmepumpe, Boiler und restlichen Verbraucher berücksichtigen.



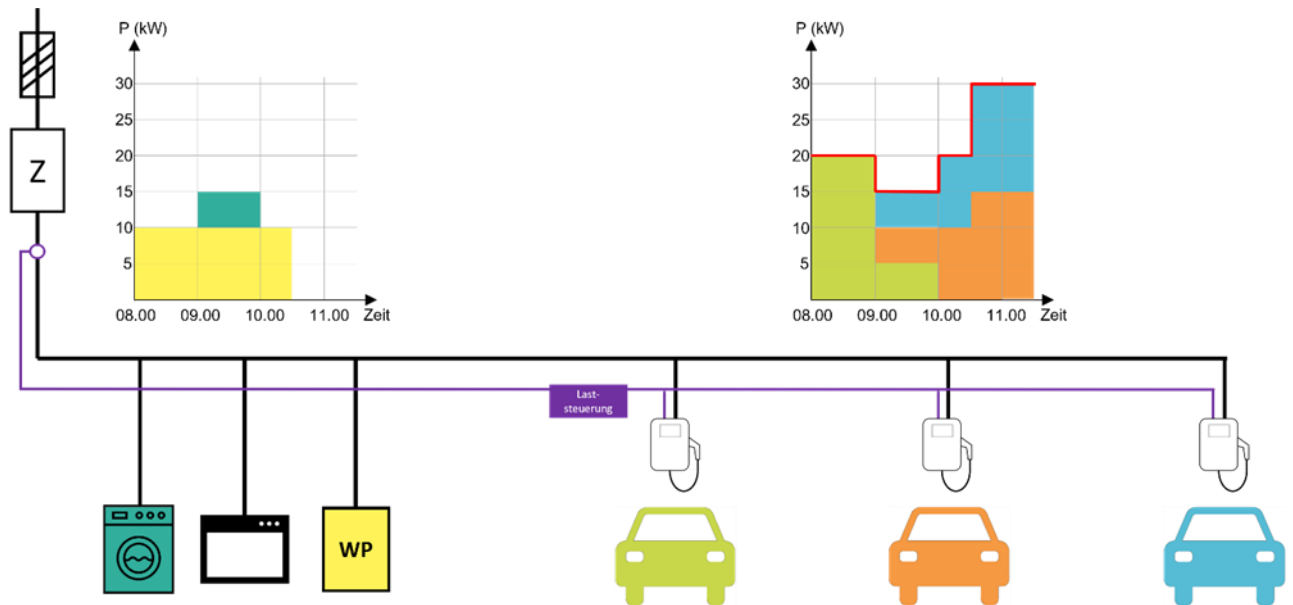


Abbildung 14 Schematische Darstellung dynamisches Management

- (5) Vorteile:  
 Üblicherweise optimales Kosten-Nutzen Verhältnis, einfache Einhaltung der maximalen Bezugsleistung und Reduktion der Überlastungsgefahr. Ermöglicht optimale Ausnutzung der bezugsberechtigten Anschlussleistung respektive tiefere Kosten für allfällige Erhöhung der bezugsberechtigten Anschlussleistung und eine Optimierung des Eigenverbrauchs. Ermöglicht einzelnen Fahrzeugen bei unterschiedlichen Ladezeiten einen hohen Leistungsbezug.
- (6) Nachteile:  
 Verursacht höhere Installationskosten gegenüber dem statischen Lastmanagement.

#### 4.3 Übergeordnetes Lastmanagement für diverse Anwendungen (Freiwillige Teilnahme)

- (1) Die Endverbraucher können die Flexibilität der Ladeinfrastruktur Dritten zur Verfügung stellen. Diese können die Flexibilität nutzen, um der Swissgrid Systemdienstleistungen anzubieten, den Energieeinkauf zu optimieren (Lastglättung) oder andere Geschäftsmodelle umzusetzen.
- (2) Die Nutzung der Flexibilität wird in der Regel über einen bilateralen Vertrag zwischen Endverbraucher und Flexibilitätsnutzer geregelt.
- (3) In Notsituationen hat der VNB mit einer Anordnung zur Lastreduktion ein Vorrecht gegenüber dem lokalen und übergeordneten Lastmanagement durch Dritte.

#### 4.4 Übergeordnetes Lastmanagement zur Netzoptimierung (Freiwillige Teilnahme)

- (1) Auch der VNB kann die Flexibilität vom Endverbraucher nutzen, um den eigenen Netzbetrieb zu optimieren (z.B. Reduktion der Bezugsleistung gegenüber dem Vorlieger VNB), solange der Endverbraucher der Nutzung zustimmt. Der VNB muss den Kunden angemessen entschädigen. Der VNB kann die Besitzer von Flexibilitäten (Ladestationen, Wärmepumpen, etc.) nicht zwingen, beispielsweise eine Sperre über Mittag oder am Abend zu akzeptieren.
- (2) Diese Prozesse können über das gleiche System wie die Lastreduktion abgewickelt werden, haben aber keinen Zusammenhang mit der höher priorisierten Lastreduktion.



- (3) Die Steuerung von Boiler, Wärmepumpe und ähnlichen Verbrauchern, die vor dem 1. November 2017 installiert wurden, dürfen gemäss Art. 31f StromVV bis auf Widerruf vom Endverbraucher weiter genutzt werden.

#### **4.5 Lastreduktion zur Gewährleistung des sicheren Netzbetrieb (Gesetzlich Vorgegeben)**

- (1) Der VNB muss in Notsituationen (z.B. drohende Überlastung eines Netzelements oder zu wenig Leistung im europäischen Energiesystem) wie im Distribution Code Schweiz und in den Werkvorschriften beschrieben eine Möglichkeit haben, die Leistung von steuerbaren Lasten an bestimmten oder allen Anschlusspunkten zu reduzieren (StromVV Art, 8c). Ladestationen mit mehr als 3.7 kW müssen diese Vorgabe erfüllen.
- (2) Um auch eine seltene Lastreduktion für die Fahrzeugelektrik verträglich umzusetzen, wurde die Verbändeleitlinie «Anforderungen für die Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität» (siehe Anhang 1) erarbeitet. Anstatt einen Schütz anzusteuern, wird z.B. vom Rundsteuerempfänger vom VNB ein Signalkabel an die Ladestation oder das zentrale Steuergerät für das lokale Lastmanagement angeschlossen. Der VNB stellt ein Signal zur Verfügung, welches von der Ladestation oder dem Lastmanagementsystem verarbeitet werden muss. Die Umsetzungsdetails werden im Anhang 1 beschrieben.
- (3) Sind die Ladestation oder das Lastmanagementsystem nicht in der Lage, das Signal umzusetzen, kann mittels Leistungsschutz die Energiezufuhr zur Ladestation unterbrochen werden. Der Vorteil dieser Variante ist die einfache und von der Ladestation unabhängige Umsetzung. Der Nachteil ist, dass im Fall eines Lastabwurfs der Ladevorgang abgebrochen wird unter Umständen nicht automatisch neu startet und demzufolge manuell neu gestartet werden müsste. Diese Variante kann in Absprache mit dem VNB und aufgrund der technischen Möglichkeiten der eingesetzten Ladestation/Anlage geschehen.
- (4) Wenn es die Netzsituation erlaubt, ist für die Elektromobilität eine Beschränkung des Ladestroms auf 8 A deutlich besser als 0 A. Im Anhang 1 ist auch erklärt, wie mit einem zweiten Kontakt eine feinere Abstufung der Lastreduktion erreicht werden kann.
- (5) Der VNB muss den Endverbraucher gemäss Art. 8c Abs. 6 StromVV über jede einzelne Lastreduktion informieren. Dies hat, sollte es vorgekommen sein, mindestens einmal pro Jahr zu erfolgen.

#### **4.6 Bidirektionales Laden**

- (1) Bidirektionale Ladestationen können installiert und betrieben werden, sofern sie so beim VNB angemeldet und bewilligt werden. Sie müssen sinngemäss wie dezentrale Speicher behandelt werden, wenn diese Energie ins Netz zurück speisen (VSE Handbuch Speicher und VSE NA EEA NE 7). Da die Fahrzeuge z.B. an einer öffentlichen Ladestation mit nicht erneuerbarer Energie geladen werden können, muss gemäss Verordnung des UVEK über den Herkunftsnachweis und die Stromkennzeichnung (HKSV) sichergestellt werden, dass für die aus dem Fahrzeug in das Verteilnetz eingespeiste Energie keine unzutreffenden Herkunftsnachweise ausgestellt werden.
- (2) Die aus dem Verteilnetz bezogene, zwischengespeicherte und wieder eingespeiste elektrische Energie kann messtechnisch nicht eindeutig bzgl. ihrer Herkunft (Netz, Eigenproduktion) differenziert werden. Deshalb werden bidirektionale Ladestationen bei der Verrechnung des Netznutzungsentgeltes, des Netzzuschlags und der Abgaben an das Gemeinwesen wie Endverbraucher behandelt. Daher bietet sich für die Energie aus der Fahrzeugbatterie vor allem die Nutzung innerhalb des Gebäudes (Vehicle to Home, V2H) zur Eigenverbrauchsoptimierung an.



- (3) Die Vorgaben im Energiegesetz (EnG) zur Abnahme und Vergütung von Energie betreffen nur Produktionsanlagen, welche erneuerbare Energie produzieren, und nicht Energie, die aus Speichern zurückgespeist wird. Für die vom Fahrzeug in das Verteilnetz eingespeiste Energie besteht daher wie für dezentrale Batteriespeicher keine Abnahme- und Vergütungspflicht durch den VNB (VNB).
- (4) Mögliche Installations- und Messkonzepte sind dem VSE Handbuch Speicher (HBSP) zu entnehmen. Weder im vorliegenden Dokument noch im HBSP wird die Handhabung von bidirektionalen Ladestationen aber explizit beschrieben.
- (5) Ein Speicher, welcher Energie in das Verteilnetz zurückspeisen kann, ist in Bezug auf den NA Schutz wie eine EEA zu behandeln. Details dazu sind im VSE Branchendokument NA/EEA NE-7 beschrieben.

## 5. Messung und Marktzugang

- (1) Ist die Ladeanlage im Eigentum des Gebäudeeigentümer, so kann diese gemeinsam mit dem Gebäudeverbrauch als ein Endverbraucher gemessen werden. Installiert aber beispielsweise ein Dienstleister eine Ladeanlage, welche nicht im Besitz des Gebäudeeigentümers ist, muss die Ladeanlage mit einer separaten Messung ausgerüstet werden.
- (2) Folgende Ladeanlagen und Ladestationen können beispielsweise ohne separate Messung durch den VNB betrieben werden:
  - Ein Eigentümer eines EFH installiert eine Ladestation für den eigenen Bedarf
  - Ein Betrieb installiert eine eigene Ladeanlage für seine Kunden und Mitarbeiter
  - Ein Eigentümer eines MFH installiert eine Ladeanlage für die Mieter
  - Ein Restaurant- oder Supermarktbetreiber installiert eine Ladeanlage für seine Kunden
- (3) In folgenden Fällen ist eine separate Messung der Ladestation oder der Ladeanlage durch den VNB in der Regel notwendig:
  - Die Ladestationen gehören einem vom Hausbesitzer unabhängigen Dienstleister
  - Die Ladeanlage hat einen separaten Netzanschluss
  - Ein Dienstleister betreibt eine eigene Ladeanlage z.B. in einem Einkaufszentrum
  - Mieter lassen selbst eine eigene Ladestation installieren (Messung über den Mieter-Wohnungszähler oder über einen separaten Zähler)
- (4) Endverbraucher mit einem Jahresverbrauch (inklusive allfälligem Verbrauch aus Eigenproduktion) von weniger als 100 MWh haben keinen Marktzugang und werden in der Grundversorgung vom VNB mit Energie versorgt. Eine Bündelung mehrerer Endverbraucher zur Erlangung des Marktzugangs ist nicht zulässig. Betreiber von Ladeanlagen können als eigener Endverbraucher betrachtet werden, aber in diesem Fall nicht mit Dritten gebündelt werden. Ein ZEV wird aber mit allen Endverbrauchern und Produzenten (inklusive Ladeanlage) wie ein Endverbraucher behandelt und kann daher mit einem Jahresverbrauch über 100 MWh Marktzugang erlangen.

## 6. Netznutzungstarife

- (1) Aus Sicht des VNB ist der Betreiber der Ladestation der Endverbraucher und der Eigentümer der Ladestation oder der Gebäudeeigentümer ist der Netzanschlussnehmer. Diese sind dem VNB bekannt und können Einfluss auf den Ladevorgang, die maximale Bezugsleistung und andere Parameter nehmen.
- (2) Die Kosten des Netzanschlusses und des Verteilnetzes können den Endverbrauchern über einmalige Tarife beim Anschluss und wiederkehrende Tarife über die Nutzungsdauer in Rechnung gestellt werden. Ladeeinrichtungen für die Elektromobilität werden wie alle anderen Geräte (z.B. Wärmepumpe, Backofen, ...) behandelt.



## 6.1 Einmalige Anschlussgebühren

- (1) Die Deckung der anteiligen Kosten eines Netzanschlusses kann über zwei Beitragskomponenten erfolgen:
  - Netzanschlussbeitrag (NAB), entsprechend den erforderlichen Aufwendungen für die Erstellung des Netzanschlusses des Netzanschlussnehmers
  - Netzkostenbeitrag (NKB), entsprechend der bestellten Leistungsbeanspruchung des Verteilnetzes, ungeachtet allfälliger Netzausbauten für den Netzanschluss
- (2) Endverbraucher mit einem Endverbrauch bis 50 MWh pro Jahr sind in der Basiskundengruppe. Der VNB kann ihnen Wahltarife anbieten. Beispiele dafür sind im Anhang 2: aufgeführt.
- (3) Muss die Anschlussleistung des Gebäudes vergrössert werden, sind folgende Kosten durch den Anschlussnehmer zu tragen:
  - Die Kosten für die Leistungserhöhung (Netzanschlussbeitrag), für physische Verstärkungen des Netzanschlusses (z.B. neues Kabel vom HAK bis zum Verknüpfungspunkt).
  - Die Netzkostenbeiträge abzüglich der schon getätigten Zahlungen (Neue NKB – Alte NKB)
- (4) Weitere Angaben zu den Bedingungen für den Netzanschluss sind in der VSE Branchenempfehlung Netzanschluss (für alle Netzanschlussnehmer an das Verteilnetz) (NA/RR-CH) und den Werkvorschriften-CH (WV-CH) festgehalten.

## 6.2 Wiederkehrende Netznutzungstarife

- (1) Bei der Festlegung von Tarifen für Ladeanlagen sind die Grundsätze der Tarifierung aus StromVG, StromVV und aus dem VSE Branchendokument NNMV zu berücksichtigen.
- (2) Artikel 18 Absatz 4 StromVV ermöglicht es dem VNB, allen Endverbrauchern Wahltarife anzubieten. Dabei ist auch ein spezieller Tarif für Ladestationen (analog dem WP Tarif) möglich. Die Kunden bis 50 MWh Energieverbrauch pro Jahr können sich freiwillig für einen solchen Tarif entscheiden, aber nicht dazu verpflichtet werden. Beispiele für Wahltarife sind in Anhang 2: aufgeführt.
- (3) Ladeanlagen mit separater Messung gelten nach Auffassung des Fachsekretariat der Elcom<sup>4</sup> und des VSE als ganzjährig genutzte Liegenschaft und können als Kundengruppe mit gleichartiger Verbrauchsscharakteristik gewertet werden. Ein optionaler Netznutzungstarif für steuerbare Lasten wie Ladeanlagen kann daher auch Endverbrauchern mit einem Jahresverbrauch bis 50 MWh angeboten werden. Dabei ist zu beachten, dass unter Umständen eine separate Messung erforderlich wird.
- (4) Da es sich bei Ladeanlagen und Elektrofahrzeugen nicht um reine Speicher ohne Verbrauchstätte handelt, sind diese nicht von der Entrichtung von Netznutzungsentgelt ausgenommen.
- (5) Bei der Nutzung von Flexibilitäten von Ladeanlagen muss der VNB diese vergüten (gilt nicht bei Lastreduktion zur Abwendung einer unmittelbaren erheblichen Gefährdung des sicheren Netzbetriebs).
- (6) Kann die Ladeanlage auch einspeisen (bidirektionales Laden), darf diese Einspeisung bei der Festlegung des Energie- oder Netznutzungstarifs nicht berücksichtigt werden (Art. 6 StromVG, resp. Art 14 Abs 2 StromVG).

---

<sup>4</sup> "Fragen und Antworten zur Energiestrategie 2050" vom 3. April 2018



## 7. Energietarife

- (1) Alle Endverbraucher ohne Marktzugang sind in der Grundversorgung. Für sie gelten die Tarifvorgaben der Grundversorgung.
- (2) Endverbraucher mit einem Jahres**verbrauch** (nicht **Bezug** aus dem Netz) von mehr als 100 MWh können Marktzugang beantragen. Haben sie einmal Marktzugang erreicht, können sie nicht zurück in die Grundversorgung und müssen sich selbst um einen Energielieferanten kümmern.



# Anhang 1: Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität

## 1.1 Einleitung

- (1) Die Verbändeleitlinie zu den Anforderungen für die Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität mittels eines Netzbetreiberschaltkontaktes wurde mit den Partnernverbänden Oesterreichs E-Wirtschaft ([www.oesterreichsernergie.at](http://www.oesterreichsernergie.at)) und ČEZ Distribuce ([www.cezdistribuce.cz](http://www.cezdistribuce.cz)) erarbeitet und wird hier inhaltlich unverändert wiedergegeben. Das Kapitel 1.2 dieses Anhangs wurde ergänzt, um die zusätzlichen Möglichkeiten für die Schweiz aufzuzeigen.

## 1.2 Spezielle Regelungen für die Schweiz

- (1) Das Kapitel 6 der Verbändeleitlinie gibt minimal einen potentialfreier Schaltkontakt S1 vor, um eine Lastreduktion umzusetzen. Mit zwei potentialfreien Schaltkontakten S1 und S2 könnten zudem individuelle Tarifmodelle oder eine feinere Regelung umgesetzt werden. An der Ladeanlage können zwei potentialfreie Kontakte angeschlossen werden, wenn sowohl der Endverbraucher als auch der VNB dies wünschen. Dies würde eine präzisere Steuerung oder dynamische Tarife ermöglichen.
- (2) Der Verein SmartGridready hat hierzu ein weiterführendes Stufenmodell entwickelt, welches in Stufe 1 mit einem potentialfreier Schaltkontakt beginnt und in Stufe 2 mit zwei potentialfreien Schaltkontakten vier Zustände darstellen kann. In den höheren Stufen erfolgt die Kommunikation über Datenschnittstellen. Erste Produkte sind mit dem Label SmartGridready (Stufe 1 und 2) deklariert und auf dem Markt verfügbar.

### 1.2.1 Beispiele für die Nutzung der Kontakte für Wahltarife

- (1) Im Beispiel 1 hat ein VNB entschieden auf eine Lastreduktion zugunsten von variablen Tarifen zu verzichten. Mit sehr hohen Variablen Tarifen sollten fast alle Kunden die Ladeleistung reduzieren.
- (2) Im Beispiel 2 werden dynamische Tarife mit einem Notsignal für die Lastreduktion auf 8 A kombiniert.
- (3) Im Beispiel 3 werden potentialfreie Schaltkontakte ohne direkten monetären Anreiz gesetzt. Die Lastreduktion auf 8 A oder 0 A müssten verbindlich umgesetzt werden, eine Ladung kann aber nicht verpflichtend sein.
- (4) Im Beispiel 4 wird die Lastreduktion in drei Stufen umgesetzt.

| Schaltung         | Beispiel 1            | Beispiel 2             | Beispiel 3                    | Beispiel 4                              |
|-------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|---|
| S1 ein,<br>S2 ein | Tarif<br>2 Rp./kWh    | Tarif<br>2 Rp./kWh     | Ladestrom:<br>max 0 A         | Ladestrom:<br>unbeschränkt              |
| S1 ein,<br>S2 aus | Tarif:<br>10 Rp./kWh  | Tarif:<br>10 Rp./kWh   | Minimale Ladung<br>(z.B. 6 A) | Ladestrom:<br>max. 50 % aber mind. 16 A |
| S1 aus,<br>S2 ein | Tarif:<br>20 Rp./kWh  | Tarif:<br>20 Rp./kWh   | Reduziert Laden<br>(z.B. 50%) | Ladestrom:<br>max. 25 % aber mind. 8 A  |
| S1 aus,<br>S2 aus | Tarif:<br>100 Rp./kWh | Ladestrom:<br>max. 8 A | keine Einschränkung           | Ladestrom:<br>max 0 A                   |

Tabelle 8 Beispiele für dynamische Tarife und Flexibilitätsnutzung



Wien, Aarau, Prag im Mai 2021

## Verbändeleitlinie

Es vereinbaren

- Oesterreichs E-Wirtschaft, Brahmplatz 3, 1040 Wien, [www.oesterreichsenergie.at](http://www.oesterreichsenergie.at)
- Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, Hintere Bahnhofstrasse 10, 5000 Aarau, Schweiz, [www.strom.ch](http://www.strom.ch)
- ČEZ Distribuce, a. s., Vyskočilova 1461/2A, 140 00 Prague, Czech Republic, [www.cezdistribuce.cz](http://www.cezdistribuce.cz)

gemeinsame

### **Anforderungen für die Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität mittels eines Netzbetreiberschaltkontaktes (gültig ab 01-01-2022).**

in ihren nationalen Regelwerken einzuführen.

#### **1 Einleitung**

Die dynamische Zunahme der Elektromobilität erfordert in Hochlastzeiten leistungsreduzierende Eingriffe durch den Verteilernetzbetreiber (VNB).

Zur Herstellung einer standardisierten Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität (CD-Charging Device) mittels eines Netzbetreiberschaltkontaktes werden nachfolgend beschriebene Anforderungen festgelegt.

#### **2 Funktionsbeschreibung**

Dieses Dokument beschreibt eine standardisierte Ansteuerbarkeit von Ladestellen der Elektromobilität mittels einer drahtgeführten Kommunikationsstrecke zu einer Signalquelle des Netzbetreibers.

#### **3 Anwendungsbereich**

Die Anforderungen richten sich an fest montierte und mobile AC und DC Ladestellen ab vom Netz bezogenem Scheinleistungsbemessungswert  $S_r \geq 3,68$  kVA.

Die auf den Strom bezogenen Anforderungen von AC-Ladestellen (z.B. Bemessungsstrom  $I_r$ ) beziehen sich in diesem Dokument sinngemäß auch auf die daraus resultierende Leistung – dies auch bei DC-Ladestellen.

#### 4 Steuerkreis und Versorgungsspannung

Die Ansteuerung von CD beim Ladevorgang wird durch einen mit Schutzkleinspannung (PELV) belegten Schaltkontakt für den Netzbetreiber (VNB) umgesetzt.

Die Abfrage des potenzialfreien VNB-Kontaktes S1 über den drahtgeführten Steuerkreis erfolgt über das CD. Dabei muss die Signalübertragung über wenigstens 50 m Leitungslänge ohne Koppelrelais mit einer Steuerleitung CAT.7 AWG 23 über ein Adernpaar funktionieren.

In gewissen Fällen kann z.B. wegen der VNB-Steuergerätetechnologie kundenseitig der Einbau eines Koppelrelais notwendig sein.

Der Grund für die Anwendung eines CAT.7 Steuerkabels ist die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und die Vorbereitung der Kommunikationsstrecke für eine spätere Eignung bei einer netzwerkfähigen Schnittstelle.

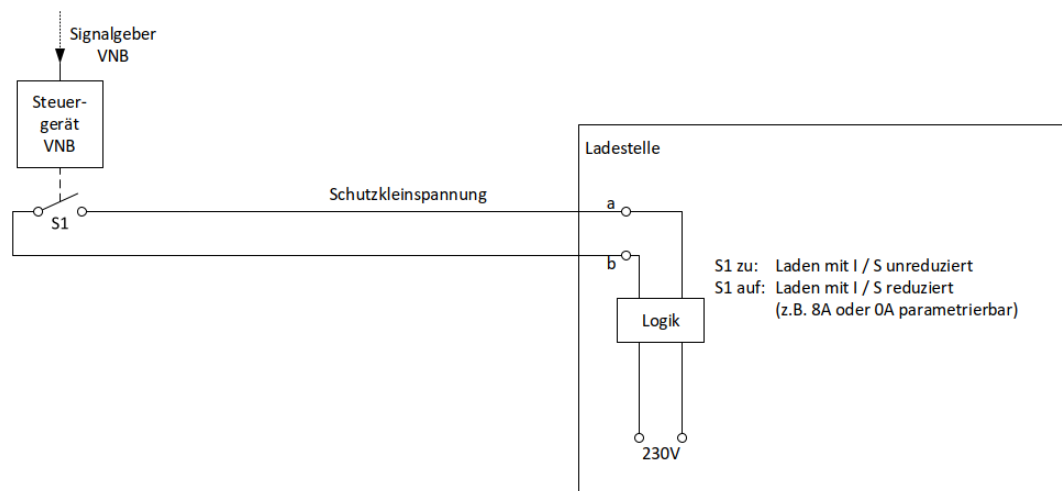


Abbildung 1 Steuerkreis

#### 5 Ladestrombeeinflussung

Der VNB beeinflusst mit der Schalterstellung seines Steuergerätes die Ladestromaufnahme der CD.

Dabei ist die Festlegung eines reduzierten Ladestromes  $I_{red}$  und eines maximal eingestellten (und dann unreduzierten) Ladestromes  $I_{unred}$  durch den VNB erforderlich.

$I_{red}$  (bzw. analog  $P_{red}$ ) ..... in CD eingestellter reduzierter Strom (0 A oder  $\leq 8$  A, z.B. 6 A)

$I_{unred}$  (bzw. analog  $P_{unred}$ ) ..... in CD – Wert gemäß Zusage VNB - mindestens 8 A und 16 A müssen einstellbar sein, auch für eine stärkere CD mit  $I_r = 32$  A.

| Beispiel 1   | Beispiel 2   | Beispiel 3  | Beispiel 4   |
|--------------|--------------|-------------|--------------|
| S1 ein: 16 A | S1 ein: 16 A | S1 ein: 8 A | S1 ein: 32 A |
| S1 aus: 8 A  | S1 aus: 0 A  | S1 aus: 0 A | S1 aus: 8 A  |

Tabelle 1 Beispiele zur Ladestrombeeinflussung

## 6 Anzahl der Netzbetreiber-Schaltkontakte

Die Mindestanforderung ist ein Kontakt. Dies ist für den derzeitigen Standardfall von Ladestellen ausreichend. Beispielsweise in der Schweiz gab es fallweise Vorgaben mit 2 Kontakten. Es werden zwei Kontakte empfohlen.

Anmerkung: Im Hinblick auf aktuelle Anforderungen wie Vehicle to Grid (V2G) werden schon derzeit auch mehr Kontakte verlangt. Für das Rückspeisen aus dem Fahrzeug sind beim derzeitigen Stand der Technik DC-Ladestellen Voraussetzung. Für diesen V2G-Betrieb gelten die Regelwerke der Länder für Erzeugungsanlagen. Hier ist die Schaltkontakthanforderung jeweils schon derzeit in den Regelwerken beschrieben (bis zu 4 Kontakte gefordert).

Alternativ dazu sehen viele Netzbetreiber in einer digitalen Schnittstelle (z.B. EEBUS) die nächste sinnvolle Entwicklungsstufe.

## 7 Zeitverhalten

### 7.1 Sprungantwort der AC Ladereinrichtung bei Einstellung $I_{red} \geq 6 A$ :

Anstieg  $I_{red} \rightarrow I_{unred}$  im Idealfall als lineare Rampe (bei Umsetzung in Schritten gilt ein Toleranzband von  $\pm 5\% I_r$  ausgehend vom linearen Idealverlauf) mit  $100\% \Delta I / \text{min}$  mit  $\Delta I = I_{unred} - I_{red}$

Abfall  $I_{unred} \rightarrow I_{red}$  ebenfalls mit  $100\% \Delta I / \text{min}$  analog.

Reaktionszeit: Rampe startet unverzüglich – max. Zeitverzögerung 5 s.

PWM-Signal.....Pulsweitenmodulationssignal zwischen Ladestelle und E-Fahrzeug

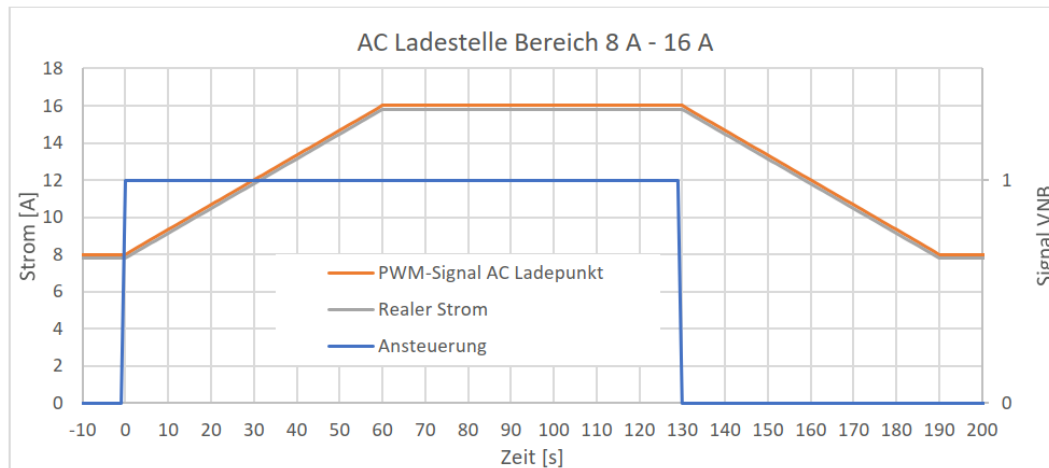


Diagramm 1: Verhalten AC-Ladestelle im Bereich zwischen 8 A und 16 A

## 7.2 Sprungantwort der AC Ladeeinrichtung bei Einstellung $I_{red} = 0 \text{ A}$

Ablauf  $I_{red} \rightarrow I_{unred}$ : Startwert 6 A nach 10 s. Nachdem der Ladevorgang begonnen hat (Ladestrom  $> 4 \text{ A}$  oder Status C (CP-PE = 880  $\Omega$ )) – Stromanstiegsrampe von 100 %  $\Delta I / \text{min}$  mit  $\Delta I = I_{unred} - 6 \text{ A}$  als lineare Rampe (oder in Schritten mit einem Toleranzband  $\pm 5\% I_r$  vom linearen Idealverlauf).

Wenn das E-Fahrzeug 300 s nach Freigabe den Ladevorgang nicht begonnen hat, darf CD den Vorgang ohne Rampe beginnen.

Abfall  $I_{unred} \rightarrow I_{red}$  ebenfalls mit 100 %  $\Delta I / \text{min}$  analog.

Reaktionszeit: Rampe startet unverzüglich – max. Zeitverzögerung 5 s

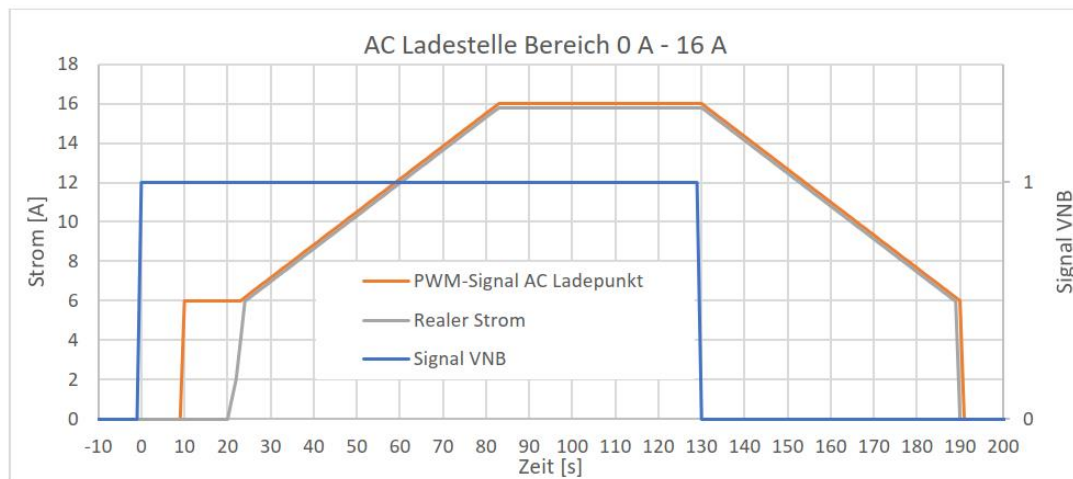


Diagramm 2: Verhalten AC-Ladestelle im Bereich zwischen 0 A und 16 A

## 7.3 Toleranzbänder bei AC Ladestromänderungen

Sowohl beim Erhöhen, als auch beim Reduzieren der Ladeleistung sind bezogen auf den Bemessungsstrom  $\pm 5\% I_r$  zulässig. Die Einrechnung einer zeitlichen Verzögerung von 5 s erweitert den Toleranzbereich während der Leistungsänderung zusätzlich.

Das Toleranzband bezieht sich auf das PWM-Signal und nicht auf den fahrzeugabhängigen realen Strom.

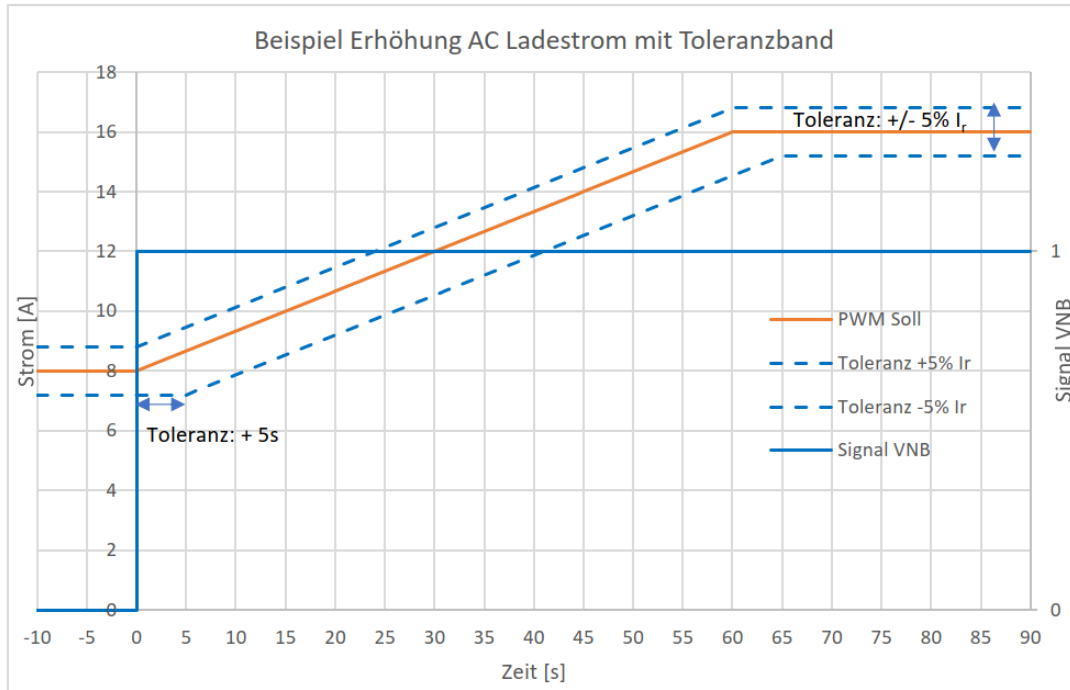


Diagramm 3: Toleranz AC-Ladestelle (Beispiel)

#### 7.4 Sprungantwort der DC Ladeeinrichtung bei $P_{red} = 0\% P_{unred}$

Anstieg  $P_{red} \rightarrow P_{unred}$  als lineare Rampe mit einem Toleranzband  $\pm 5\% S_r$   
mit  $100\% \Delta P / \text{min}$  mit  $\Delta P = P_{unred} - P_{red}$

Abfall  $P_{unred} \rightarrow P_{red}$  mit  $100\% \Delta P / \text{min}$  analog.

Reaktionszeit: Rampe startet unverzüglich – max. Zeitverzögerung 5 s

Leistungsmessung AC- und DC-seitig zulässig

$P_{red}$  einstellbar wenigstens auf  $0\% P_r$ ,  $50\% P_r$  oder stufenlos

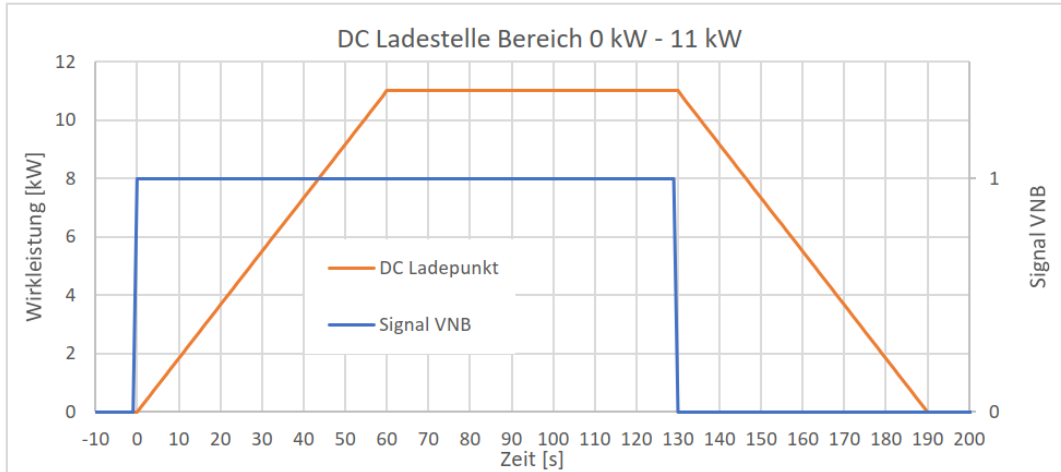


Diagramm 7-1 Verhalten DC-Ladestelle im Bereich zwischen 0 kW und 11 kW

### 7.5 Toleranzbänder bei DC Ladeleistungsänderungen

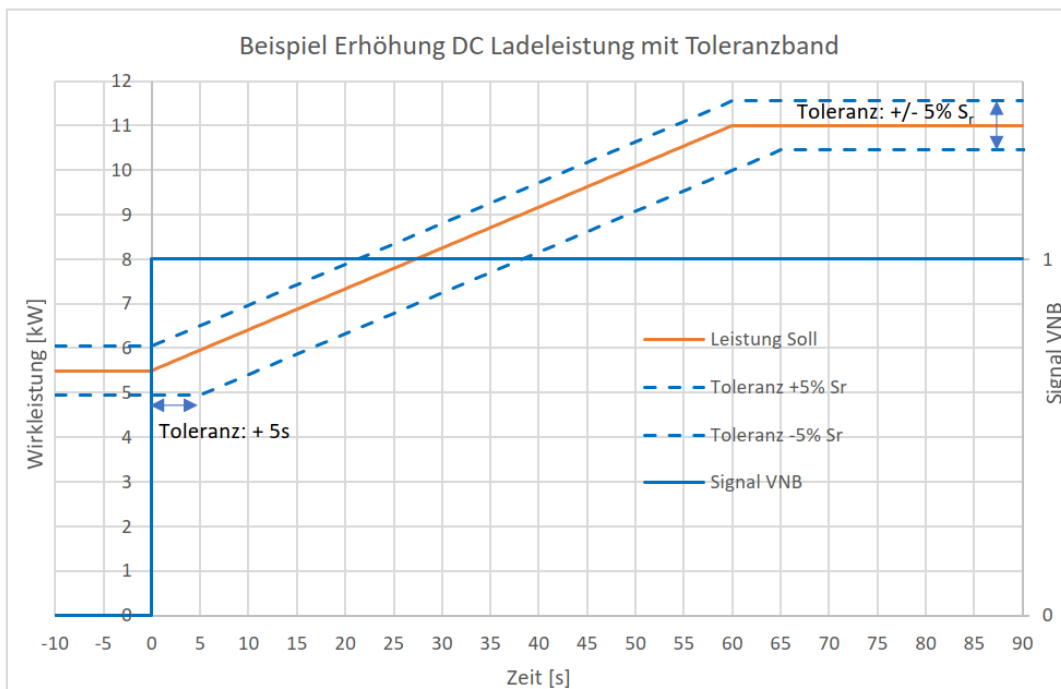


Diagramm 7-2 Toleranz DC-Ladestelle (Beispiel)

Sowohl beim Erhöhen, als auch beim Reduzieren der Ladeleistung sind bezogen auf die Bemessungsscheinleistung  $\pm 5\% S_r$  zulässig. Die Einrechnung einer zeitlichen Verzögerung von 5 s erweitert den Toleranzbereich während der Leistungsänderung zusätzlich.

## 8 Weitere Anforderungen

Analog zu den Entwicklungen bei PV-Wechselrichtern werden bei Ladestellen netzdienliche Funktionen eingeführt. Technische Lösungen dieser PV-Geräte können auch für CD beispielgebend sein.

### 8.1 Statusanzeige Betriebszustand Ladestelle

Für den Betreiber der CD ist eine leicht verständliche Statusanzeige zu realisieren, ob der Modus  $I_{red}$  /  $P_{red}$  aktiv ist. Ideal ist eine Anzeige mit LED oder direkt am Gerätedisplay (ohne weitere Hilfsfunktionen). Bevorzugt sollte z.B. eine LED-Anzeige in grün den unreduzierten Betriebsmodus anzeigen. Alternativ möglich ist auch eine Smart-Phone-App des CD-Herstellers oder eine Schnittstelle zum Home Energy Management System (HEMS).

### 8.2 Symmetrieanforderungen

Die Unsymmetrie ist mit 3-phasiger Detektion zu überwachen. Bei nicht 3 phasigem symmetrischem Betrieb erfolgt eine Strombegrenzung des/der speisenden Leiter(s) auf 16 A.

### 8.3 Unterspannungsauslösung (Pausieren)

Wenn in die CD-Spannung  $u(t) < 0,85 * 230 \text{ V} = 195,5 \text{ V}$  ( $t > 3 \text{ s}$ ) → Unterbrechung der Ladung (Pausieren) mit folgender Hysterese:  $u(t) > 0,9 * 230 \text{ V} = 207 \text{ V}$  ( $t > 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$ ). Während dieser Netzüberwachungszeit darf die Zuschaltbedingung nicht verletzt werden, sonst beginnt die Zeitzählung von vorne.

Anmerkung: Bei manchen Anlagen wird zwischen Netzbetreiber und Kunden eine von EN 50160 abweichende Spannungsqualität vereinbart (z.B. in schwachen Netzabschnitten oder in Netzausläufern). Dafür sollte in Abstimmung mit dem Netzbetreiber eine Parametrierung von Spannung (von 160 V-230 V) und Zeit (von 0 s-600 s) möglich sein.

### 8.4 Anfahrrampe nach Spannungsausfall (Versorgungsunterbrechung) oder Unterspannungsauslösung

Nach Wiedereinschaltung erfolgt ein Hochlauf mit einer Anfahrrampe von  $10 \% P_r / \text{min}$  linear oder in Schritten von  $10 \% P_r$  mit einem Toleranzband  $\pm 5\% S_r$  bezogen auf den linearen Hochlauf.

Bei AC CD mit Stromregelung beträgt die Anfahrrampe  $10 \% I_r / \text{min}$  mit einem Toleranzband  $\pm 5\% I_r$ . Ein Sprung von Null auf eine technische Minimalleistung (-strom) ist zulässig (z.B. 6 A als Startwert).

### 8.5 Parametereinstellung der Ladeeinrichtung

Im Auslieferungszustand ist die CD im Idealfall auf die Standardländereinstellung des betreffenden Landes, z.B. A oder CH oder CZ eingestellt. Alternativ ist dies gemäß einer Herstellerparametrieranleitung oder eine Auswahl der Ländereinstellung direkt am Gerät möglich.

Für A-CH-CZ wird eine Standardländereinstellung mit Einstelloptionen von den Netzbetreiberverbänden veröffentlicht.

#### 8.6 Manipulationssicherheit

Die VNB-relevanten Einstellwerte dürfen nicht in der Benutzeroberfläche veränderbar sein (z.B. über Smartphone App, Webbrowser) Änderungen (nur durch Elektrofachpersonal) per Software sind nur mit ausreichendem Passwortschutz möglich.

Wenn die Einstellungen durch z.B. sog. dip-switches erfolgen, sind diese durch Abdeckungen zu schützen, die nur mit Werkzeugen (z.B. Schraubenzieher) entfernt werden können.

#### 8.7 Dokumentation der Einstellparameter (organisatorisch)

Die Elektrofachkraft muss in der Lage sein, die Einstellparameter zu dokumentieren und auf Verlangen dem VNB übermitteln können.

#### 8.8 Lademanagementsysteme

Funktional analog sind die Anforderungen auch in zentralen Lademanagementsystemen umzusetzen. Das lokale Laststeuerungssystem muss imstande sein, auf eine verfügbare Leistung zu drosseln, die dann auf die einzelnen Ladestationen aufgeteilt wird.

Oberer und unterer Strom-/Leistungswert werden zuvor mit dem Netzbetreiber vereinbart.

## Anhang 2: Netznutzungstarife für die Elektromobilität

- (1) Alle Endverbraucher mit einem Jahresverbrauch von weniger als 50 MWh haben ein Anrecht auf den Netznutzungstarif der Basiskundengruppe. Der VNB kann den Endverbrauchern aber Wahltarife anbieten. Im Folgenden werden Beispiele für mögliche Wahltarife ohne Steuerung vorgeschlagen. Variable Netznutzungstarife, welche die Tarife mit direkten Signalen kommunizieren, sind im Anhang 1, Kapitel 1.2 aufgeführt.
- (2) Für die Beispiele wird von folgendem Netznutzungstarif für die Basiskundengruppe ausgegangen:
  - Hochtarif von 10 Rp./kWh  
gilt von Montag bis Freitag von 08.00 bis 20.00 und Samstag von 08.00 bis 13.00:
  - Niedertarif von 7 Rp./kWh  
gilt zu den übrigen Zeiten

### 2.1 Einheitstarif

- (1) Viele automatisch steuerbare Lasten werden so programmiert, dass sie kurz nach der Tarifumschaltung einschalten. Dies führt zu grossen Lastspitzen zu Beginn der Niedertarifzeit. Um diese Lastspitzen zu verhindern kann ein Einheitstarif für die Netznutzung eingeführt werden. Zudem wurden die Niedertarife auch eingeführt, um die Bandlastkraftwerke (KKW, Laufwasserkraft) in der Nacht besser auszulasten.
  - Netznutzungstarif von 8 Rp. / kWh, gilt täglich von 0.00 bis 24.00.

### 2.2 Tarif mit maximaler Bezugsleistung

- (1) Der Endverbraucher bekommt einen günstigeren Niedertarif, sofern er die Bezugsleistung auf 5 kW begrenzt.
  - Netznutzungstarif von 7 Rp. / kWh, gilt täglich von 0.00 bis 24.00.
- (2) Die maximale Bezugsleistung darf überschritten werden, kostet aber CHF 5 pro 24h in welchem die 7 kW überschritten wurden. Der Tarif animiert Autofahrer zum langsamen Laden, verhindert aber nicht eine gelegentliche Schnellladung zu höheren Kosten

### 2.3 Dynamischer Tarif in Abhängigkeit der aktuellen Bezugsleistung

- (1) Der Endverbraucher bekommt einen günstigeren Niedertarif, wenn eine definierte Bezugsleistung von 5 kW innerhalb eines 15-Minuten-Intervalls nicht überschritten wird. Bei einer höheren Bezugsleistung kommt der entsprechende Hochtarif zur Anwendung.
  - Hochtarif von 15 Rp./kWh, gilt bei einer gleichzeitigen Bezugsleistung über 8 kW
  - Niedertarif von 5 Rp./kWh, gilt bei einer gleichzeitigen Bezugsleistung bis 8 kW
- (2) Dieser Tarif setzt einen intelligenten Zähler voraus. Auch dieser Tarif animiert Autofahrer zum langsamen Laden, verhindert aber nicht eine gelegentliche Schnellladung zu höheren Kosten.

### 2.4 Tarif mit angepassten Tarifzeiten und -höhen

- (1) Der Endverbraucher bekommt einen günstigeren Niedertarif und teureren Hochtarif, um die Anreize zu verstärken.
  - Hochtarif von 18 Rp./kWh, gilt von Montag bis Samstag von 11.00 - 14.00 und von 16.30 - 21.00:
  - Niedertarif von 5 Rp./kWh, gilt zu den übrigen Zeiten
- (2) Dieser Tarif könnte zu hohen Leistungsspitzen um 21.00 führen, wenn alle den Ladevorgang gleichzeitig direkt nach der Tarifumschaltung starten.



## Anhang 3: Beispiele Berechnung der Netzurückwirkungen von Ladestationen / Ladeanlagen

- (1) Die nachfolgenden Beispiele sind «von Hand» berechnet. In der Praxis werden auch gängige Software-Berechnungsprogramme mit entsprechenden Modulen eingesetzt.

### 3.1 Begriffserklärung

- (1)  $S_{kv}$  Kurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt
- (2)  $S_A$  Anschlussleistung am Hausanschluss (eingesetzte Sicherung in kVA umgerechnet)
- (3)  $S_{os}$  Oberschwingungslast
- (4) Tipp; Wenn der  $S_{kv}$  Wert nicht mittels einer Software ermittelt werden kann, so kann eine Kurzschlussleistungsmessung vor Ort (an zugänglichem Verknüpfungspunkt) zur Bestimmung gemacht werden.

### 3.2 Beispiel zur Berechnung einer gängigen 11 kVA AC-Ladestation

#### 3.2.1 Angaben zur Ladestation

- (1) Typ: AC Ladestation
- (2) Spannung: 3 x 400 V
- (3) Beeinflussende Leistung ( $S_r$ ): 11 kVA
- (4) Lastwinkel  $\cos\varphi$ : 20° (falls nicht bekannt, Annahme 0.93, ~22°)

#### 3.2.2 Angaben am Verknüpfungspunkt

- (1) Bewilligter Hausanschlussstrom (HAK-Sicherung): 63 A
- (2)  $S_{kv}$  Kurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt: 5.5 MVA
- (3)  $\Psi$  Impedanzwinkel vom Verteilnetz: 35° (falls nicht bekannt, Annahme 30°)

#### 3.2.3 Relative Spannungsänderung (d) am Verknüpfungspunkt

##### 3.2.3.1 Grenzwerte:

- (1) Für eine Wiederholrate von  $r > 0.01/\text{min}$  gilt der Grenzwert  $d < 3 \%$  (gilt in der Regel für öffentliche und halböffentliche Ladestationen)

$$d = \frac{S_r}{S_{kv}} \times \cos(\psi - \varphi)$$

$$d = \frac{11 \text{ kVA}}{5 \cdot 500 \text{ kVA}} \times \cos(35^\circ - 20^\circ)$$

$$d = 0.001932 \times 100 = 0,19\%$$

- (2) Die relative Spannungsänderung  $d$  ist kleiner als der Grenzwert 3 % und erfüllt somit dieses Anschlusskriterium.



### 3.2.4 Oberschwingungsanalyse

#### 3.2.4.1 Grobe Beurteilung:

- (1) Leistungsverhältnis

$$\frac{S_{kv}}{S_A} = \frac{5'500'000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 63 \text{ A}} = 126,01$$

- (2) In diesem Beispiel ist das Verhältnis kleiner als 150 und somit muss eine detaillierte Beurteilung gemacht werden.

#### 3.2.5 Zusammenstellung Oberschwingungserzeuger

- (1) Da es sich in diesem Beispiel um eine AC Ladestation handelt, muss diese in die Gruppe 2 eingeordnet werden.

$$S_{os} = 0,5 \times S_{Gr1} + S_{Gr2} + 2 \times S_{Gr3}$$

$$S_{os} = 0,5 \times 0 + 11 \text{ kVA} + 2 \times 0 = 11 \text{ kVA}$$

- (2) Bewertung Oberschwingungslastanteil mithilfe von Diagramm

$$\frac{S_{os}}{S_A} = \frac{11000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 63 \text{ A}} = 0.25$$

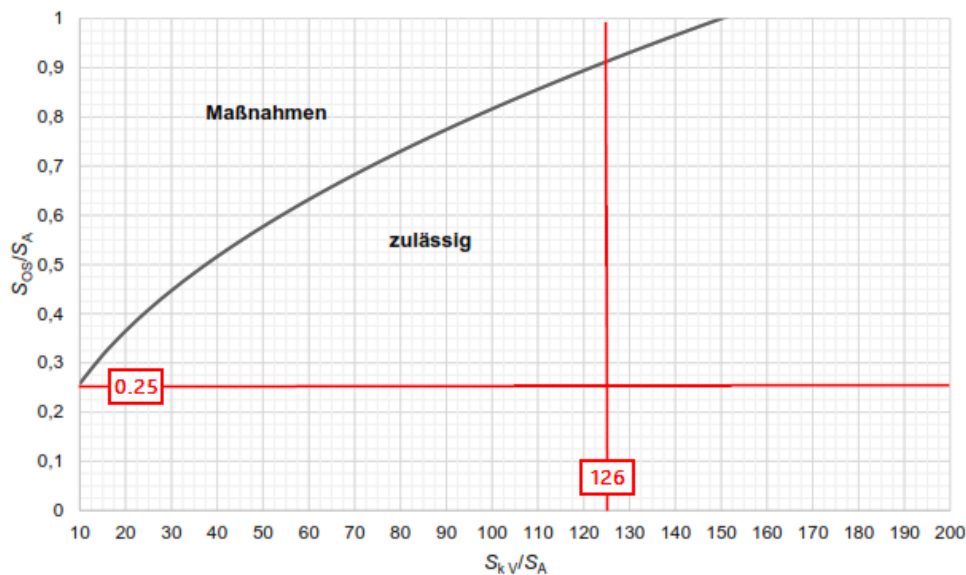


Abbildung 15 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 1  
(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe)

- (3) Da der Schnittpunkt im Diagramm unterhalb der Kurve liegt, ist der Anschluss der Ladestation am Verknüpfungspunkt ohne Massnahmen zulässig.



### 3.3 Beispiel zur Berechnung von mehreren Ladestationen an einem Verknüpfungspunkt

#### 3.3.1 Angaben zu den Ladestationen

- (1) Typ: AC Ladestation
- (2) Spannung: 3x400 V
- (3) Leistung: 44 kVA
- (4) Lastwinkel  $\cos\varphi$ : 20° (falls nicht bekannt, Annahme  $\cos\varphi(0.93)$ , ~22°)

#### 3.3.2 Angaben am Verknüpfungspunkt

- (1) Bewilligter Hausanschlussstrom (HAK-Sicherung): 160 A
- (2)  $S_{kv}$  Kurzschlussleistung am Übergabepunkt: 2.166 MVA
- (3)  $\Psi$  Impedanzwinkel: 29° (falls nicht bekannt, Annahme 30°)

#### 3.3.3 Relative Spannungsänderung (d)

##### 3.3.3.1 Grenzwerte:

- (1) Für eine Wiederholrate von  $r > 0.01/\text{min}$  gilt der Grenzwert  $d < 3\%$  (gilt in der Regel für Ladestationen)

$$d = \frac{\Delta s_A}{s_{kv}} \times \cos(\psi - \varphi)$$

$$d = \frac{44 \text{ kVA}}{2166 \text{ kVA}} \times \cos(29^\circ - 20^\circ)$$

$$d = 0.020064 \times 100 = 2.01\%$$

- (2) Die relative Spannungsänderung  $d$  ist kleiner als der Grenzwert 3% und erfüllt dieses Anschlusskriterium. In diesem Beispiel ohne Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktor.

#### 3.3.4 Oberschwingungsanalyse

##### 3.3.4.1 Grobe Beurteilung

- (1) Wenn Leistungsverhältnis  $\frac{s_{kv}}{s_A} \geq 150$ ; dann entfällt eine detaillierte Beurteilung und die Ladestation darf angeschlossen werden
- (2) Leistungsverhältnis  $\frac{s_{kv}}{s_A} = \frac{2166000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 160 \text{ A}} = 19.54$ ; ist kleiner als 150 und somit muss eine detaillierte Beurteilung gemacht werden.



### 3.3.4.2 Zusammenstellung Oberschwingungserzeuger

- (1) Wenn keine Angaben zur Oberschwingungsemission vorhanden, dann werden Ladestationen in die Gruppe 2 eingeteilt. (6-pulsige Stromrichter)

$$S_{os} = 0,5 \times S_{Gr1} + S_{Gr2} + 2 \times S_{Gr3}$$

$$S_{os} = 0,5 \times 0 \text{ kVA} + 44 \text{ kVA} + 2 \times 0 = 44 \text{ kVA}$$

### 3.3.4.3 Bewertung Oberschwingungslastanteil mithilfe von Diagramm

$$\frac{S_{os}}{S_A} = \frac{44'000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 160 \text{ A}} = 0.4$$

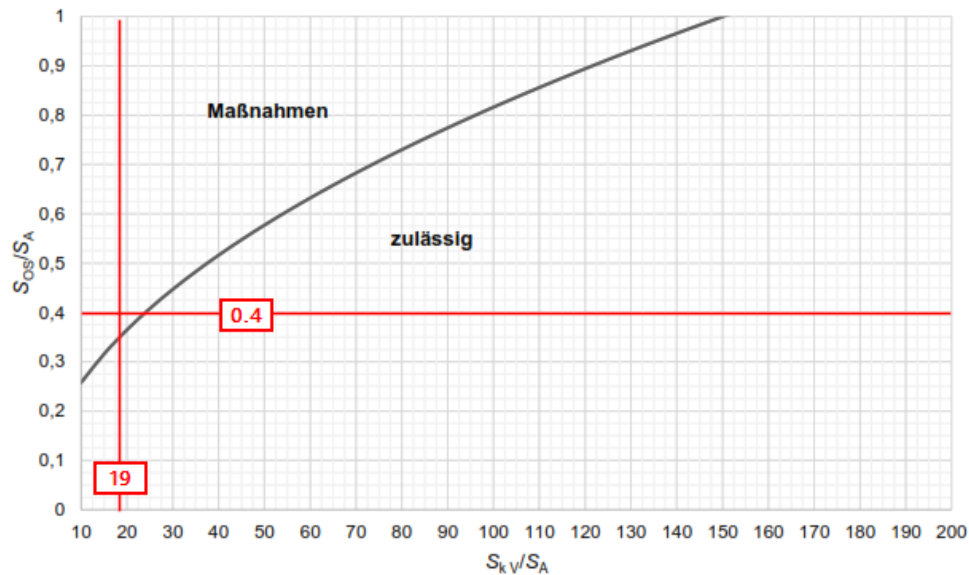


Abbildung 16 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 2  
(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe)

- (2) Da der Schnittpunkt im Diagramm oberhalb der Kurve liegt, ist der Anschluss der Ladestation an weitere Massnahmen geknüpft.
- (3) Mögliche Massnahmen
- Begrenzung der maximal möglichen Ladeleistung
  - Erhöhung der Kurzschlussleistung  $S_{kv}$



### 3.3.4.4 Errechnung der maximal möglichen Ladeleistung

- (1) Schnittpunkt von  $S_{kV}/S_A$  und der Kurve nehmen und neuen Wert des Verhältnis  $S_{oS}/S_A$  ablesen.

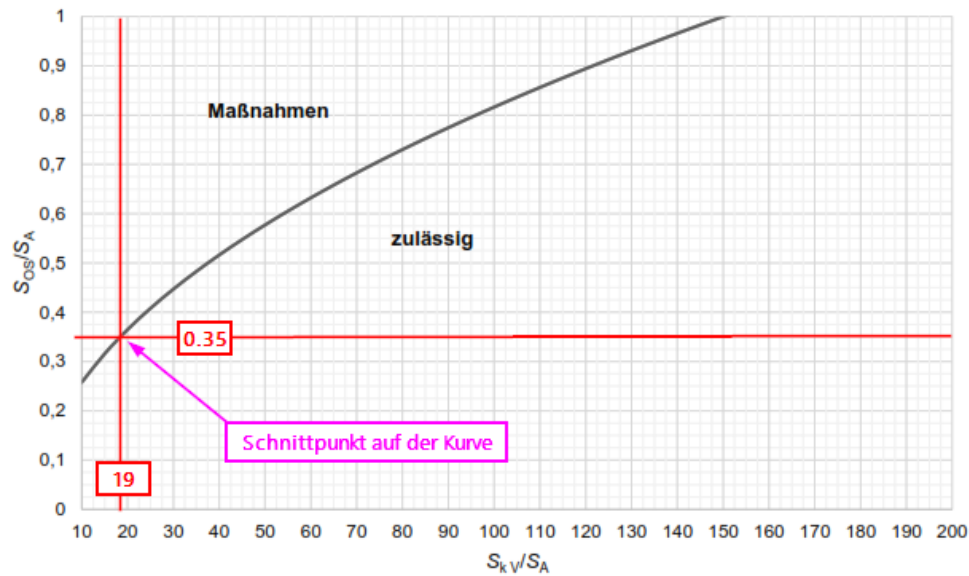


Abbildung 17 Diagramm zur Beurteilung der zulässigen Oberschwingungen, Berechnungsbeispiel 3  
(Quelle: D-A-CH-CZ 3. Ausgabe)

- (2)  $\frac{s_{Os}}{s_A} = 0,35$
- (3)  $s_{Os} = 0,35 \times \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 160 \text{ A} = 38\,798 \text{ VA}$
- (4) Es kann eine maximal erlaubte Ladeleistung von rund 39 kVA bewilligt werden.



## Anhang 4: Beispiel für ein Anschlussgesuch

- (1) Auf dem Datenblatt werden die Leistungsdaten der Ladestation eingetragen (im Beispiel 22 kW / 3 x 32 A). Die effektive Bezugsleistung (im Beispiel auf 9 kW) kann aber tiefer sein, um beispielsweise eine Leistungserhöhung der Anschlussleistung zu begrenzen oder das Netz nicht zu stark zu belasten. Für die Beurteilung der Netzurückwirkungen und der bezugsberechtigten Leistung ist der Wert im Feld *Max. Netzentnahmeleistung* massgebend.
- (2) Sollte eine Ladeanlage über ein Lastmanagement verfügen mit einer Überwachung vom Netzanschluss, so kann eine *Max. Netzentnahmeleistung* eingestellt werden. Damit ist aber eine höhere Leistungsaufnahme der Ladeanlage möglich, wenn beispielsweise hinter demselben Netzanschluss eine EEA während dem Ladevorgang Energie produziert. (Im Beispiel; 9 kW Netzbezug und 13 kW EEA Leistung = 22 kW Ladeleistung für die Ladeanlage.
- (3) Zum Nachweis über die Umsetzung der Lastreduktion muss ein Prinzipschema eingereicht werden.

### Ladestationen für Elektrofahrzeuge

|  |  |  |        |
|--|--|--|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Neuanlage <input type="checkbox"/> Änderung/Erweiterung                |  |  |        |
| Art des Gerätes/Anlage <b>AC Ladestation</b>   |  | Gerätehersteller   | Etrell |
| Art des Betriebs <input checked="" type="checkbox"/> Ladung Kabel <input type="checkbox"/> Ladung induktiv |  | Gerätetyp  | INCH   |
| <b>Gerätedaten Seite AC</b>  |  |  |        |
| Anschluss  | <input checked="" type="checkbox"/> 3x400V | Nennstrom Gerät  | 32 A   |
|  | <input type="checkbox"/> 1x230V            | Anzahl Geräte  | 1 Stk  |
|  |  | Nennleistung Gerät   | 22 kVA |
|  |  | Nennleistung Total   | 22 kVA |
|  |  | Spitzenleistung Total  | 22 kVA |
|  |  | cos $\Phi$ im Betrieb  |        |
| <b>Spezifikationen</b>   |  |  |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> AC Ladung des Fahrzeuges   |  | <input type="checkbox"/> DC Ladung des Fahrzeuges                    |        |
| Max. Netzentnahmeleistung  |  | 9 kVA  |        |
| Max. Netzeinspeiseleistung   |  | 0 kVA  |        |
| Regelbare Leistung durch VNB   |  | 0 kVA bis 9 kVA  |        |
| Regelbare Leistung durch Betreiber   |  | 0 kVA bis 9 kVA  |        |
| Wirkleistung steuerbar   |  | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja |        |
| Schnittstelle Ladesäule zu VNB vorhanden   |  | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja |        |

### Weitere allgemeine Angaben

|  |              |
|--|--------------|
| Bemerkungen des einreichenden Unternehmens   |              |
| Ladestation wird auf eine max. Netzbezugsleistung von 9 kVA begrenzt.                                |              |
| Sperrmöglichkeit für VNB mittels Ansteuerung der Ladestation für Lastreduktion im Notfall vorhanden. |              |
| Einphasiges Prinzip Schema in der Beilage  |              |
| Unterschrift des einreichenden Unternehmens  |              |
| Datum  | Unterschrift |

Abbildung 18 Beispiel für ein Anschlussgesuch



## Anhang 5: Grundlagendokumente

- (1) **Werkvorschriften CH (WV-CH)**  
Technische Anschlussbedingungen (TAB) der VNB für den Anschluss von Verbraucher-, Energieerzeugungs- und elektrischen Energiespeicheranlagen an das Niederspannungsverteilnetz in der Schweiz.
- (2) **Technische Regeln für die Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ, 3. Ausgabe)**  
Technischen Regeln zu den zulässigen Netzurückwirkungen von Anschlussnehmern an das Verteilnetz sowie zur Messung und Beurteilung dieser Rückwirkungen.
- (3) **Netznutzungsmodell Verteilnetz (NNMV-CH)**  
Beschreibung der Regeln für die transparente und diskriminierungsfreie Organisation der Nutzung der schweizerischen Verteilnetze.
- (4) **Netzanschluss (für alle Netzanschlussnehmer an das Verteilnetz) (NA/RR-CH)**  
Empfehlungen für den Anschluss von Endverbrauchern, VNB und Erzeugungseinheiten an das Verteilnetz.
- (5) **Handbuch Speicher (HBSP-CH)**  
Beschreibung des Anschlusses und möglicher Betriebsarten von Speichern an den Netzebenen 3 bis 7 mit den dazugehörigen Regeln für die Messkonzepte, der Berechnungen der abrechnungsrelevanten Daten und der Ausstellung von HKN.
- (6) **Niederspannungs-Installations-Norm (NIN, auch SN 411000 oder SEV 1000)**  
Die Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000 (NIN) ist die wichtigste Norm für die Elektroinstallations-Branche in der Schweiz. Sie enthält sicherheitstechnische Festlegungen für das Errichten und, soweit behandelt, das Betreiben elektrischer Anlagen.
- (7) **SIA Merkblatt 2060 Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden**  
Das SIA Merkblatt soll für Architekten und Bauherren Planungssicherheit in Bezug auf die Elektromobilität schaffen. Es beschreibt die für die Elektromobilität notwendige Ausrüstung im Gebäude wie beispielsweise Leerrohre, Verkabelung oder Platzreserven.

