

Die Stromversorgungseinrichtung für das Elektrofahrzeug wird als E-Ladestation bezeichnet. Sie ist ein zum Laden von Elektrofahrzeugen vorgesehenes Betriebsmittel gemäß IEC 61851, das als wesentliche Elemente die Steckvorrichtung, einen Leitungsschutz, eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD), einen Leistungsschalter sowie eine Sicherheits-Kommunikationseinrichtung (PWM) enthält.



### Prüfen der Ladeinfrastruktur mit Profitest MXTRA

Eine Ladestation muss abhängig vom Aufstellort und den möglichen Ladebetriebsarten unterschiedliche Kombinationen von Funktionen und Anforderungen unterstützen.

1. **Energiefluss**, d.h. Bereitstellung, Lastmanagement (Smart Grid) sowie Rückspeisung.
2. **Steuerung/Sicherheit**, d.h. Kommunikation des Pilotsignals, Steckerverriegelung sowie die Punkte Trennen, Schalten und Schützen.
3. **Kommunikation**, d.h. Zugangsberechtigung, Abrechnung („Metering“), Nutzungs-Interface, Rückspeisung und Lastmanagement (Smart Grid).
4. **Barrierefreiheit** durch Beachtung der entsprechenden Normen.
5. **Mehrwertdienste** je nach Handlungsbedarf der Rahmenbedingungen

Die bauliche Sicherheit beschränkt sich auf die Anforderungen an die Gehäuse von Ladestationen hinsichtlich des Aufstellortes, der Kennzeichnung, des Hinweisschildes, sowie der Parkordnung und Vandalismus u.a. optimale Anordnung / Platzierung der Ladesäule in Bezug auf die Parkfläche.

Lade-Örtlichkeiten unterscheiden sich in den Bereichen privat (z. B. Garage), halbprivat (z. B. Betriebshof), öffentlich oder halböffentlich (z. B. Supermarktparkplatz), Ladestation kombiniert mit Parken, Standort draußen, überdacht oder Innenraum, Laden „bei Freunden und Verwandten“ an einphasiger Haushaltssteckdose oder dem Schnellladen für unterwegs.

Gemessen an der baulichen Sicherheit und den sich daraus ergebenden Lade-Örtlichkeiten stehen in Abhängigkeit der örtlichen Infrastruktur unterschiedliche Ladefunktionen zur Verfügung. Diese können sein AC-Laden mit Strömen bis zu 16 A („Normalladung“), Schnellladen AC / DC, kabelgebunden oder induktiv, mit oder ohne Kommunikationspfad zur separaten Abrechnung, mit oder ohne Kommunikationspfad zur Verhandlung des Stromtarifs, mit oder ohne Lastmanagement/Netzdienstleistungen (lokal, Smart Grid) sowie die Möglichkeit der NetZRückspeisung.

### Ladebetriebsarten nach IEC 61851-1

Nach **IEC 61851-1** unterscheidet man 4 Ladebetriebsarten (Modus 1-4). Die Ladebetriebsart 1-3 ist das leitungsgebundene Laden mit „On-Board-Ladegerät“, d.h. das Ladegerät befindet sich im Fahrzeug und die Ladebetriebsart 4 für das DC-Laden mit „Off-Board-Ladegerät“.

**Mode 1:** AC-Laden an Standardsteckdose mit bis zu 16 A; 250 V (AC) einphasig oder 480 V (AC) dreiphasig; keine Sicherheitseinrichtungen im Ladekabel; RCD in der vorgelagerten Hausinstallation wird zwingend vorausgesetzt; ohne Rückspeisung / ohne Kommunikation,

**Mode 2:** AC-Laden an Standardsteckdose mit bis zu 32 A; 250 V (AC) einphasig oder 480 V (AC) dreiphasig; Ladekabel mit Sicherheitseinrichtungen über eine „In-cable control box“ bestehend aus RCD, Control Pilot und Proximity; ohne Rückspeisung; Kommunikation zwischen „In-cable control box“ und Elektrofahrzeug über Control Pilot möglich,

**Mode 3:** AC-Laden an speziellen Ladestationen mit bis zu 63 A; 250 V (AC) einphasig oder 480 V (AC) dreiphasig; Ladekabel mit Stecker nach IEC 62196-2; keine „In-cable control box“ im Ladekabel erforderlich, da die Sicherheitseinrichtungen fester Bestandteil der Ladestation sind; Steckerverriegelung ermöglicht unbeaufsichtigten Betrieb auch im öffentlichen Umfeld; im Gegensatz zu den Ladebetriebsarten 1 und 2 ist eine Rückspeisung grundsätzlich möglich, da durchgehende bidirektionale Kommunikation; Steuerung und Steckerverriegelung vorhanden,

**Mode 4 DC-Laden an speziellen Ladestationen;** zumeist Schnellladestationen; Ladespannung und Ladestrom systemabhängig, daher Standardisierungsbedarf; Ladekabel mit Energie- und Steuerleitungen; Komplexe Schutzfunktionen aufgrund DC erforderlich z. B. Isolationsüberwachung.



Ladesäule öffentlich

Stecker und Buchsen werden in der Normenreihe IEC 62196 festgelegt. Man unterscheidet im Wesentlichen für das AC-Laden 3 Steckertypen.

Stecker Typ 1 wurde von Japan für die Fahrzeugseite vorgeschlagen, ist einphasig mit einem max. Strom von 32 A und einer Spannung von max. 250 V (AC). Der Stecker Typ 2 wurde von Deutschland für die Fahrzeug- und Infrastrukturseite vorgeschlagen, ist ein- bis dreiphasig mit einem max. Strom von 63 A (dreiphasig AC) und 70 A (DC und einphasig AC) sowie einer max. Spannung von 480 V mit einer Erweiterung zu einer Combo-Steckvorrichtung für DC-Ladung bis 200 A. Der Stecker Typ 3 wurde von Italien in mehreren Varianten vorgeschlagen, ist ein- bis dreiphasig mit einem max. Strom von 16 oder 63 A (AC) sowie einer max. Spannung von 400 V. Für die DC Steckvorrichtung werden spezielle Stecker benötigt. In der IEC 62196-3 werden die dem „Combined Charging System“ zugeordneten Steckvorrichtungen als Konfiguration C bezeichnet und umfassen neben den für AC eingeführten Typ 1 und Typ 2 (IEC 62196-2) die für eine höhere Stromtragfähigkeit bis 200 A entwickelten Steckvorrichtungen Combo 1 und Combo 2.



Stecker Typ 2 MENNEKES

Beim Ladevorgang kommt der Nutzer mit der aufgefundenen Ladestationstechnik direkt in Berührung. Deshalb ist es dringend erforderlich eine einheitliche Schnittstelle zum Menschen zu definieren. Wichtige Faktoren nehmen Einfluss wie u.a. der Vorkenntnisstand der Nutzer für eine eingehende Sprache, einheitliche Begriffe, eine sinnvolle Gruppierung von Nutzerinterface-Elementen, die Wahrnehmbarkeit von Systemzuständen, die visuelle und / oder audiphile Rückkopplung, die Abrechbarkeit von Vorgängen, die Erwartungskonformität, die Körpermaße und Körperkräfte der Nutzer berücksichtigende mechanische Elemente sowie die Berücksichtigung der Belange älterer Menschen auf Ausführungsmerkmale.

Die elektrische Sicherheit von E-Ladestationen muss in öffentlichen und gewerblichen Bereichen

bei Normalbedingungen sowie unter verschiedenen klimatischen Bedingungen unter besonderer Berücksichtigung der vorhersehbaren Fehlbedienung und des Missbrauchs bei Vandalismus erfüllt sein.

Für das Laden von Elektrofahrzeugen bedarf es jedoch laienbedienbarer Geräte, für die besondere Maßnahmen zur Beherrschung der spezifischen Gefahren zu ergreifen sind.

Die elektrische Sicherheit ist in den folgenden Normen aus dem Bereich der Elektroinstallation zum Schutz gegen elektrischen Schlag definiert

- DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel,
- DIN IEC/TS 60479-1 (VDE 0140-479-1):2007-05, Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte,
- DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter,
- DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag,
- DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergerät,
- DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen,
- DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen.

Die Arbeiten müssen durch Elektrofachkräfte unter Aufsicht einer verantwortlichen Elektrofachkraft ausgeführt werden (DIN VDE 1000-10). Für die Errichtung und Erweiterung gelten die allgemeinen Installationsnormen der VDE 0100-Reihe. Wird die Ladestation zusammen mit der sonstigen elektrischen Anlage neu errichtet, muss sichergestellt werden, dass die elektrische Anlage für den Betrieb der Ladestation ausreichend dimensioniert ist. Die Ladestation ist „Gerät“ im Sinne der Niederspannungsrichtlinie Teil der elektrischen Anlage. Der Einbau einer fest angeschlossenen Ladestation in eine bestehende Infrastruktur stellt eine Erweiterung der elektrischen Anlage dar. Vor der Erweiterung einer bestehenden elektrischen Anlage (Bestandsanlage) muss deren Tauglichkeit dafür geprüft werden. Da es bei der Installation einer Ladestation zu einer Änderung der Betriebsbedingungen kommt, ist regelmäßig der Bestandsschutz aufgehoben. Wenn die elektrische Anlage im Ergebnis der Überprüfung der Bestandsanlage nicht in der Lage ist, die Ladestation aufzunehmen, müssen die notwendigen sicherheitsrelevanten Anpassungen der elektrischen Anlage vorgenommen werden, um einen sicheren Betrieb weiterhin zu gewährleisten.

Berücksichtigung folgender Aspekte:

1. Hohe Leistungsübertragung bei gleichermaßen hohen Stromstärken und Spannungen und damit hoher Energiedichte.
2. Häufige Frequentierung von Laien. Laien erkennen akute Gefahren schlechter. Es besteht das Risiko von Manipulationen oder Vandalismus an vorhandenen Anlagen, die ungeprüft zu schweren Schäden /Verletzungen führen können.
3. Häufiger Nutzerwechsel, unterschiedliches Nutzerverhalten und intensive Nutzung (z. B. Dauerladebetrieb, häufiges Anschließen- und Trennen der Ladeleitung) wirken sich ebenso auf den Verschleiß aus wie zum Teil äußerst variable Umgebungsbedingungen (geschlossene Räume, Außennutzung, in Städten, auf dem Land, Witterung).

4. Für die Betrachtung der elektrischen Sicherheit sind sowohl die Netzspannung als auch die Bordspannung zu berücksichtigen.

5. Beim Gleichstromladen ist die Möglichkeit der Lichtbogenbildung in geeigneten Schutzkonzepten zu berücksichtigen.

6. Forderung an eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit. Unterschiedliche Regelungen für das Betreiben von Anlagen in privaten Bereichen, Anlagen im öffentlichen Raum und Anlagen in gewerblichen Bereichen.

Normgerechte Überprüfungen der Betriebszustände nach IEC 61851 und der elektrischen Sicherheit mit dem Profitest MXTRA / MTECH und der Prüfbox PRO TYP-II (Z525A)

Mit dem Profitest MTECH / MXTRA können alle sicherheitsrelevanten elektrischen Prüfungen normgerecht nach DIN VDE 0100-600 (IEC 60364-6) und DIN VDE 0105-100 durchgeführt und dokumentiert werden. Des Weiteren ist die Möglichkeit gegeben, in Verbindung mit der Prüfbox PRO TYP-II (Z525A), über einen internen Prüfablauf im Profitest die Betriebszustände nach IEC 61851 abzubilden und ebenfalls zu dokumentieren.

Die Prüfungen müssen durch eine Elektrofachkraft durchgeführt werden, die zur Durchführung von Prüfungen befähigt ist. Um Gefahren durch das Messen zu vermeiden und um Messergebnisse mit hinreichender Genauigkeit zu erreichen ist die Auswahl normgerechter Messgeräte gefordert. Mess- und Überwachungsgeräte müssen der Norm VDE 0413 entsprechen.

Jede Anlage muss geprüft werden, bevor sie vom Benutzer in Betrieb genommen wird.

Die in DIN 0100 - 510 geforderten Informationen, sowie andere für die Erstprüfung notwendigen Informationen müssen den Prüfern zur Verfügung gestellt werden.

Werden Abweichungen von den Errichtungsbestimmungen festgestellt, ist die Prüfung nach Mängelbeseitigung zu wiederholen.

Die Prüfung umfasst alle Maßnahmen, mit denen die Übereinstimmung der elektrischen Anlage mit den Anforderungen von DIN VDE 0100 überprüft wird.

Zur normgerechten Prüfung von Ladesäulen wurden die Geräte der PROFITEST M-Serie entwickelt. Sie unterstützen bei der Einhaltung der Prüfabläufe und weisen die folgenden besonderen Eigenschaften auf:



Profitest MXTRA

Nach Beendigung der Prüfung einer neuen Anlage, von Erweiterungen oder von Änderungen muss ein Prüfbericht über die Erstprüfung erstellt werden. Der Prüfbericht muss Details des Anlagenumfangs zusammen mit einer Aufzeichnung über das Besichtigen und des Erprobens und Messens umfassen.

Die Mindestinhalte eines Prüfberichtes enthalten allgemeine Angaben wie u.a. Name und Anschrift des Auftraggebers, Name und Anschrift des Auftragnehmers, Bezeichnung der einzelnen Protokolle für die Messwerte, Bezeichnung des Objektes (Anlage, Gebäude ...) sowie die verwendeten Mess- und Prüfgeräte. Die Bewertung der Prüfung beinhaltet die Prüfstelle, den Prüfer, das Prüfdatum sowie die Unterschrift. Der Prüfbericht der Erstprüfung muss enthalten die Aufzeichnungen über die Besichtigung, Aufzeichnungen über die geprüften Stromkreise und die Prüfergebnisse. Die Aufzeichnungen über die geprüften Stromkreise und die Prüfergebnisse müssen jeden Stromkreis einschließlich der zugehörigen Schutzeinrichtung sowie die

Ergebnisse der geforderten Erprobungen und Messungen enthalten.

Autor:

Michael Roick, Leiter Produktmanagement bei Gossen Metrawatt in Nürnberg

### 1.1 Quellen / Literatur:

- UNECE Regelung Nr. 100
- E-Motion - Das Magazin für den Innungsfachbetrieb, Ausgabe 2/2012
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Praxisratgeber Ausgabe 2010 - Wartung von Hybridfahrzeugen

- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), BGI/GUV-I 8686 - Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen
- auto motor und sport -Elektro-LKW: Fehlende Infrastruktur in Europa - <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/acea-elektro-lkw-infrastruktur-ladesaeulen/>
- Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO)
- IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm
- BMW Group



**Elektronik-Kontor  
Messtechnik GmbH**

Spitzwegstr. 18  
D-74081 Heilbronn

**Tel.:** 07131.89 829-0

**Fax:** 07131.89 829-13

**E-Mail:** [mess@ekomess.de](mailto:mess@ekomess.de)

**Web:** [www.ekomess.de](http://www.ekomess.de)