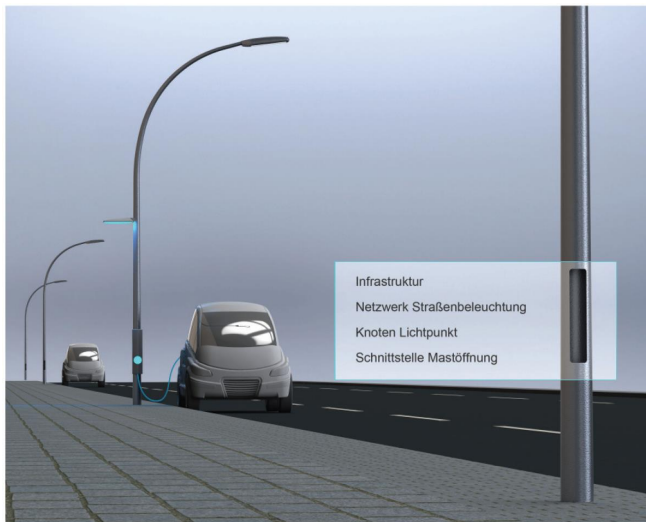


Außenleuchte mit Ladestation für Elektrofahrzeuge

In Berlin befinden sich etwa 190.000 elektrische Straßen-Laternen, in Deutschland sind es rd. 9 Millionen. Straßenleuchten und Parkplatzleuchten im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum können kostengünstig mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge ausgerüstet werden, um das Problem der noch fehlenden Ladepunkte in Innenstädten für die vielen Laternenparker lösen zu helfen.



Bilder 1 und 2: Außenleuchten mit Ladestationen, sog. „Kombi-Laternen“, für die vielen Laternenparker ohne eigenen Stellplatz in Innenstädten. Motto: Licht und Laden

Diese Kombi-Leuchten sind auch geeignet zum Laden der Elektroautos in Wohnanlagen, Supermärkten, Einkaufszentren, Firmenparkplätzen, Autohäusern usw..

Die „**Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie**“ bietet die Möglichkeit, um unterschiedliche Ladetechniken wie z.B. ein- und mehrphasigen Wechselstrom, Gleichstrom und auch Induktionsladungsverfahren zur Verfügung zu stellen. Auch ein Parkschein-Automat kann hier noch eingebaut werden.



Bilder 3 und 4: „Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie“

Im einfachsten Fall reicht eine Steckdose mit 230 VAC / 16 A (z.B. geeignet für den VW e-up, Prius-Plug-In, Leaf, i3-BMW, Opel-Ampera, E-Smart usw.) mit etwas Sicherheits- und intelligenter Abrechnungstechnik aus, um die Kosten des Ladepunktes möglichst niedrig zu halten.

Es können somit separate Ladesäulen, die z.B. zwischen Laternen aufgestellt werden entfallen, denn die Stadtarchitekten möchten zusätzliche Stadtmöbel, wenn möglich, vermeiden.

Die Deutschen leben – wie bekannt - zu über 70% in Mietwohnungen ohne eigene Garage bzw. Stellplatz und sind deshalb auf öffentliche Lademöglichkeiten angewiesen, d.h. das Laden an sog. „Kombilaternen“ dürfte einen positiven Beitrag zur Akzeptanz der E-Mobility leisten.

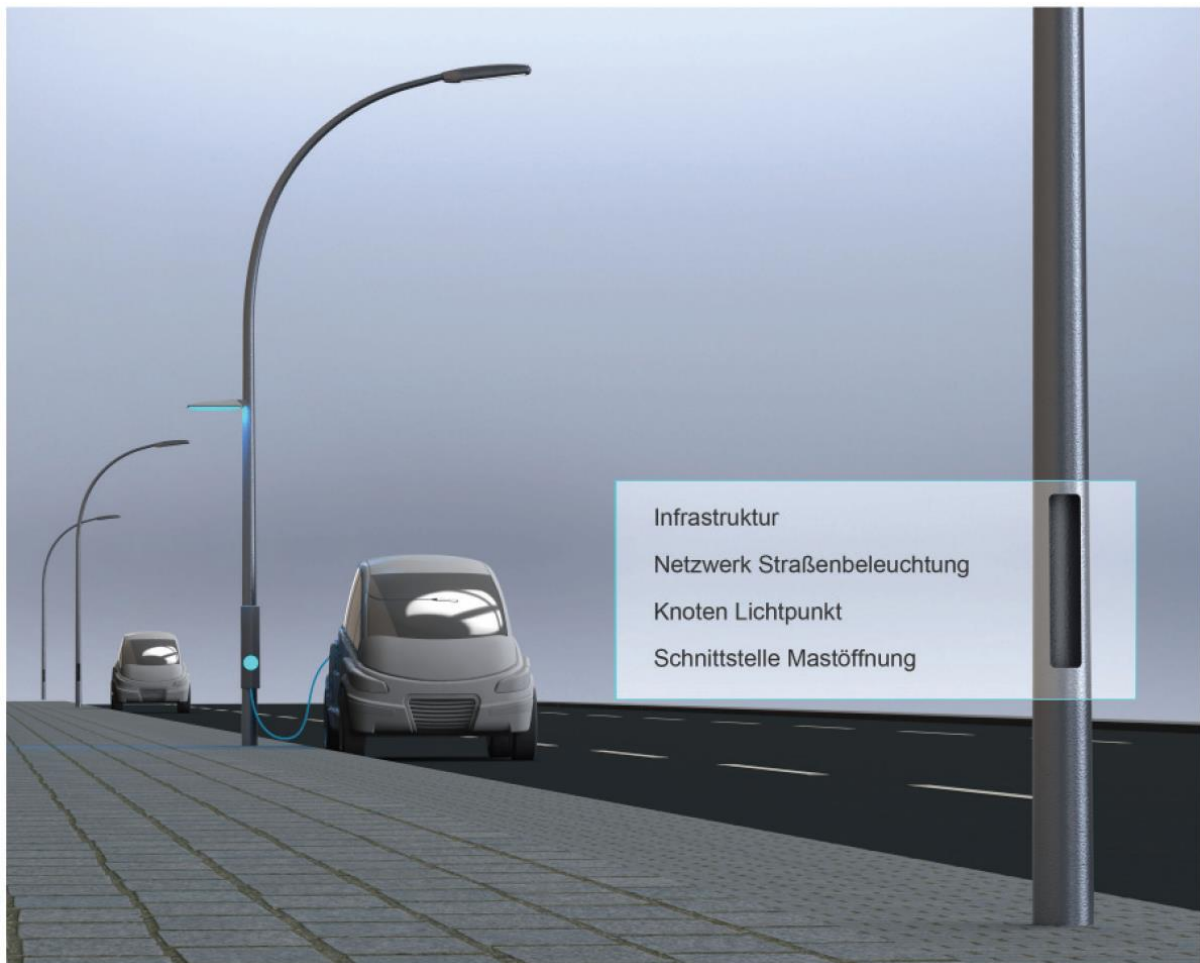


Bild 5: Straßenleuchte mit integrierter Ladestation für Elektrofahrzeuge (Lade-Leuchte)

Ladeleistungen bei

Einphasen-Wechselstrom bei 10 A:

$$P_w = 230 \text{ V} \times 10 \text{ A} = 2,3 \text{ kW}$$

Einphasen-Wechselstrom bei 16 A:

$$P_w = 230 \text{ V} \times 16 \text{ A} = 3,68 \text{ kW}$$

Drehstrom-Wirkleistung bei 10 A:

$$P_w = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 10 \text{ A} = 6,93 \text{ kW}$$

Drehstrom-Wirkleistung bei 16 A:

$$P_w = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 16 \text{ A} = 11 \text{ kW}$$

Drehstrom-Wirkleistung bei 32 A:

$$P_w = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 32 \text{ A} = 22 \text{ kW}$$

Drehstrom-Wirkleistung bei 64 A:

$$P_w = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 64 \text{ A} = 44 \text{ kW}$$

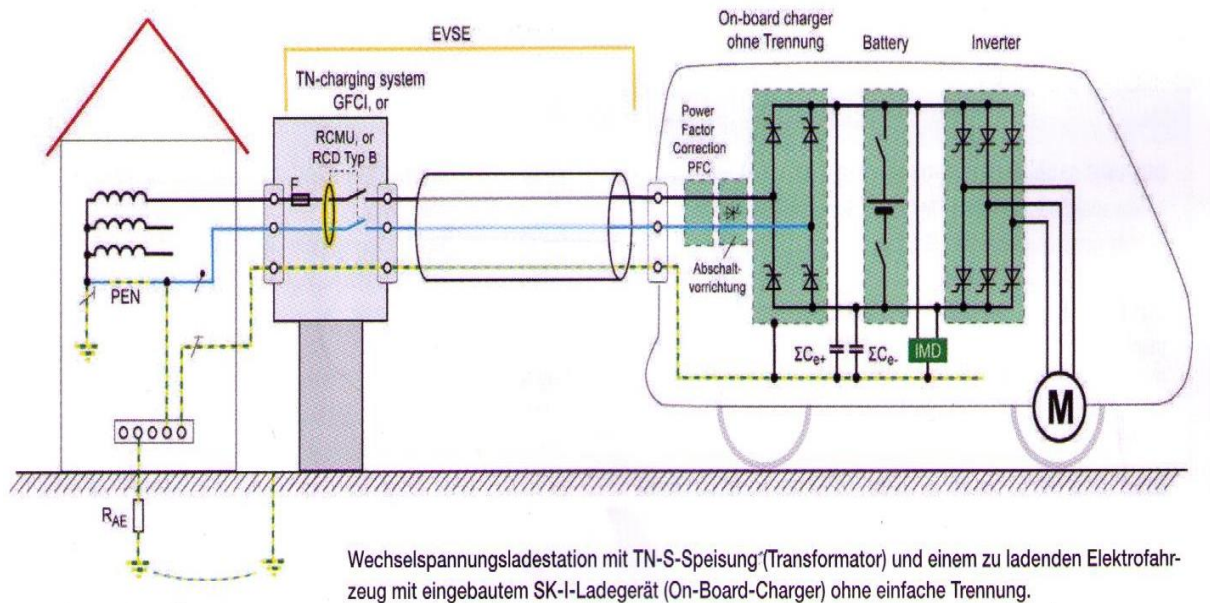


Bild 6: Ladestation mit einphasigem Wechselstrom

Kabelnetz für die Straßenbeleuchtung (z.B. in Berlin)

Es gibt verschiedene Netz-Spannungsebenen:

380 kV - Netz

110 kV - Netz

(30 kV - Netz)

10 kV - Netz

(6 kV - Netz)

230 V / 400 V - Netz

In den Straßen sind 4-adrige PEN-Drehstrom-Erdkabel für 230 V / 400 V mit 150 mm² bis 240 mm² Alu-Ader-Querschnitt der Schutzart TNC mit durchschnittlicher Leistung von 200 kW verlegt. Diese versorgen die Anlieger sowie die Straßenleuchten, wobei diese über T-Muffen (Beleuchtungsmuffen) angeschlossen sind. Teilweise sind auch Cu-Kabel verlegt.

Wenn in einer Straße ein höherer Leistungsbedarf besteht, werden zunächst parallel mehrere 4-adrige PEN-Drehstrom-Erdkabel für 230 V / 400 V, verlegt.

Mit der maximal zulässigen Stromdichte von 2 A / mm² folgt für den maximalen Effektivstrom

$$I = 150 \text{ mm}^2 \times 2 \text{ A / mm}^2 = 300 \text{ A} \quad (\text{die Absicherung erfolgt über 250 A Sicherungen})$$

Mit $\cos \phi = 1$ folgt

für die Drehstrom-Wirkleistung

$$P_w = \sqrt{3} * U * I * \cos \phi = 200 \text{ kW}$$

maximaler Strom pro Phase
289 A

$$I = P_w / (\sqrt{3} * 400 \text{ V}) = 200 \text{ kW} / 692,8 \text{ V} =$$

Die Leistung pro Phase ergibt

$$230 \text{ V} \times 289 \text{ A} = 66,5 \text{ kW}$$

Die Gesamtleistung ergibt dann

$$3 \times 230 \text{ V} \times 289 \text{ A} = 200 \text{ kW}$$

Hinweis: Die Ladestationen für E-Autos entnehmen dem Netz einen nichtsinusförmigen Strom, wobei die dritte Oberschwingung (150 Hz) den PEN-Leiter und die Transformatoren stark belastet. PFC (Power-Factor-Correction) – Schaltungen sind hier zukünftig erforderlich.

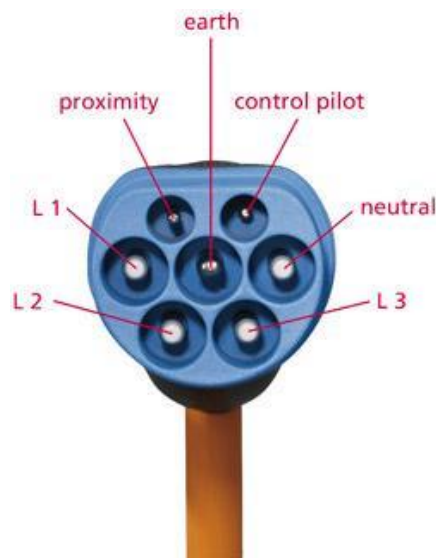
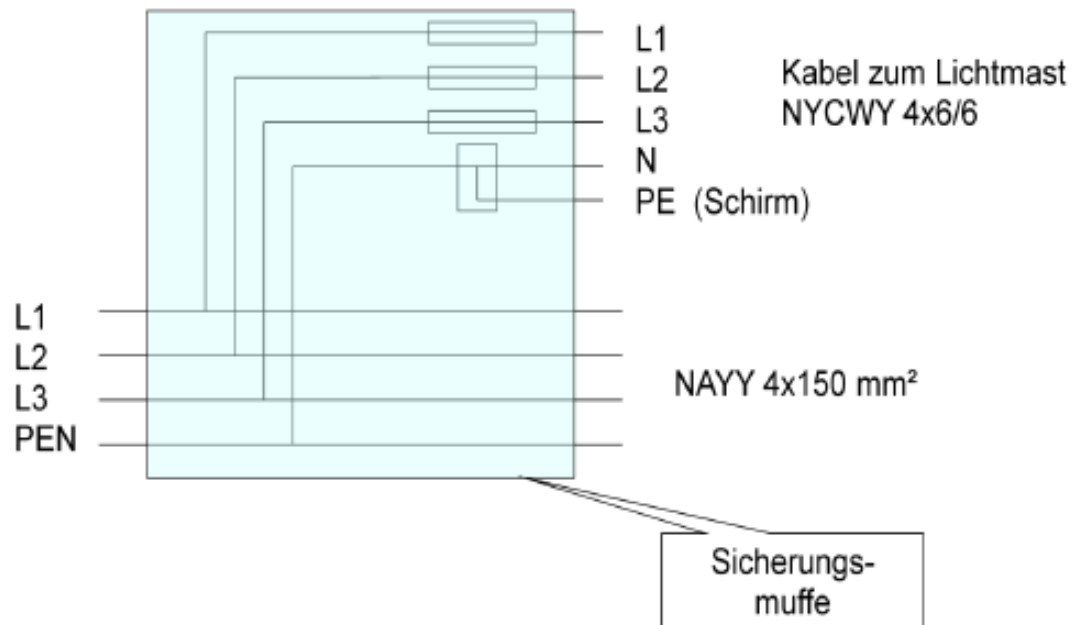


Bild 7: Ladestecker Typ 2

Der europäische Automobilverband ACEA empfiehlt das Combined Charging CCS-System als zukünftige Ladeschnittstelle für alle Elektrofahrzeuge bis spätestens 2017 einzusetzen, da dieses System sowohl das schnelle Gleichstromladen als auch das Wechselstromladen mit nur einer Schnittstelle am Fahrzeug ermöglicht.



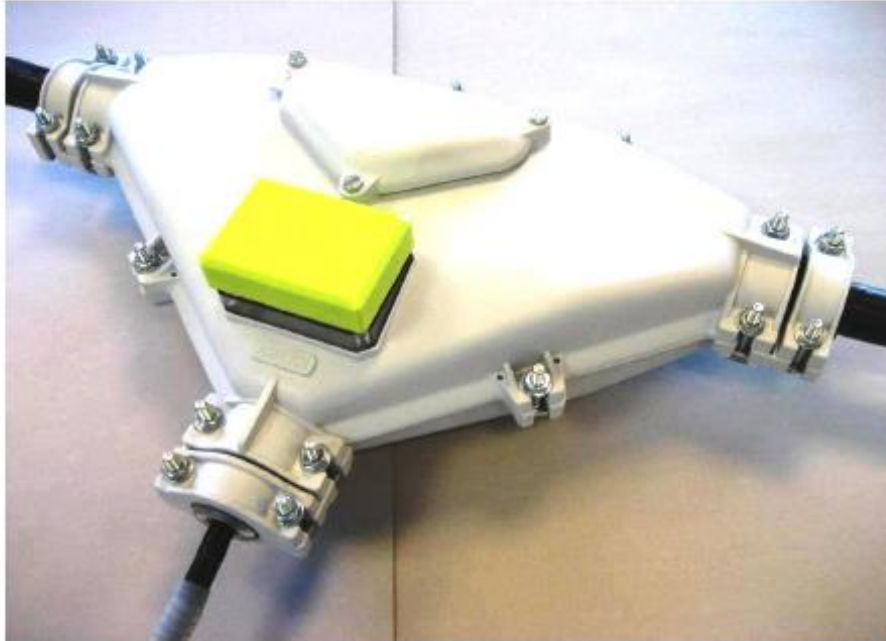
Bild 8: CCS-Steckverbindung für AC- und DC-Laden



In der Muffe sind drei Sicherungen für L1, L2, L3 mit 50 A, gL/gG (Leitungs- / Geräteschutz) eingebaut.

Die hier eingesetzten Sicherungen sind nicht flink, es handelt sich um Leitungsschutzsicherungen und werden nur in ihrer Funktion als Kurzschluss-Schutz verwendet.

Bild 9: Schaltplan der Straßenleuchten-Anschlussmuffe Berlin



Beleuchtungs-T-Muffe

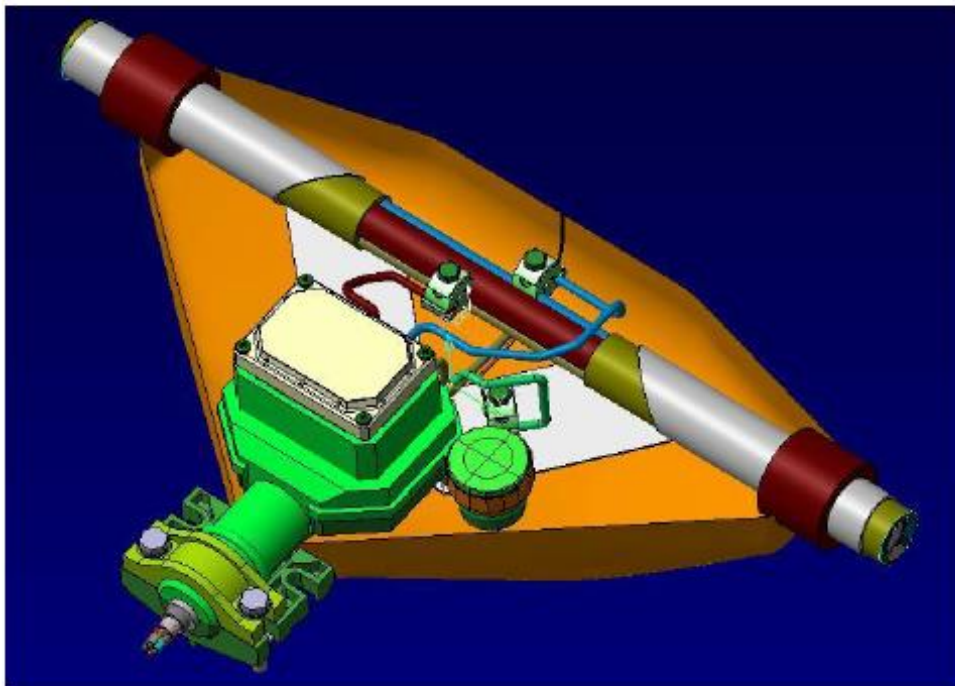


Bild 10. Straßenleuchten-Anschlussmuffe

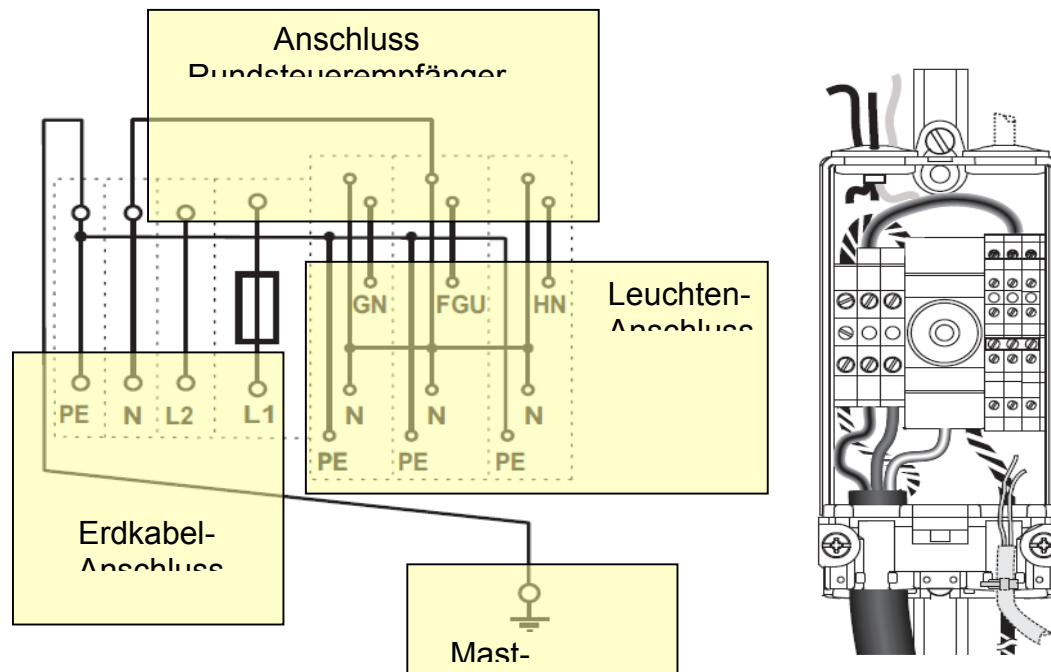


Bild 11. Schaltplan Leuchtenanschluss Berlin

	Zu Hause (privat)	Am Arbeitsplatz (halb privat)	Bei Infrastrukturpartnern (halb öffentlich)	Im öffentlichen Parkstraßenraum
Standort- typen	 Eigene Garage oder Stellplatz	 Arbeitnehmer- parkplätze auf Firmengelände	 Kundenparkplätze z.B. Einkaufs- zentrum	 Straßenrand und öffentliche Parkplätze
Besitz- fläche für Ladestation	Privat	Privat	Privat	Öffentlich (Stadt/Gemeinde)
Stromver- sorgung	Über Hausanschluss/ Anschlussnehmer (Hausigentümer) Ggf. separater Lieferpunkt/Zähler	Über Anschluss/ z.B. Arbeitgeber Ggf. separater Lieferpunkt/Zähler	Über Anschluss/Kun- denanlage der Liegen- schaft oder separater Netzanschluss Ggf. separater Lieferpunkt/Zähler	Neuzerschließen/ Netzanschluss von Netzbetreiber Ggf. Nutzung vor- handener Anschlüsse

Bild 11. Ladeinfrastruktur-Standorte

Schutzrechte der Selux AG

Leuchte mit Ladestation für Elektrofahrzeuge. Deutsche Patentanmeldung
AZ 10 2012 023 252.7, Anmeldetag: 29.11.2012, Anmelder Selux AG

Außenleuchte mit Elektroladestation. Gebrauchsmuster Nr. DE 20 2011 100 062.5,
Anmeldetag: 30.4.2011, Inhaber: Selux AG

Stromtankstelle. Gebrauchsmuster Nr. DE 20 2010 005 543 U1 Anmeldetag:
2.6.2010, Inhaber: Selux AG

Technischer Anhang

Internationaler Kommunikationsstandard für das Laden

Die internationalen Standardisierungsgremien ISO und IEC haben am **17. April 2013** den weltweit einheitlichen Standard für die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladestation veröffentlicht. „Dies ist ein großer Erfolg. Denn nur der reibungslose Informationsaustausch zwischen Auto und Station sorgt für eine komfortable Elektromobilität.“

Der allgemeine Geltungsbereich der Kommunikationsnorm 15118 wird gemeinsam von den Standardisierungsorganisationen ISO (International Organization for Standardization – Internationale Organisation für Normung) für den Automobilbereich und IEC (International Electrotechnical Commission – Internationale Elektrotechnische Kommission) für den Energiesektor in Kraft gesetzt. Ziel ist es, dass Besitzer von Elektrofahrzeugen künftig per Plug & Charge laden können. Vertragsdaten können so direkt zugeordnet werden, um den Ladevorgang komfortabel zu starten. Auch auf Mobilitätsservices wie die Reservierung von Ladepunkten oder die Steuerung eines Ladevorgangs über ein Smartphone erstreckt sich die neue Norm.

Netz-Anschluss (Versorgung) einer Ladestation:

Drehstromsteckdose (32A / 16A // 400 V AC CEE)

Ausgänge:

- Gleichstrom: CHAdeMO- und CCS-Combo 2-Ausgänge
- Wechselstrom: AC Typ 2 Mode 3 - Ladedose mit max. 32A
Ausgangsleistung

Eine DC-Schnellladestation lädt Elektroautos bis zu 10 mal schneller als der herkömmliche Schuko-Hausanschluss (230 V).

Anwendung in (halb-)öffentlichen Bereichen, z.B. Car-Sharing- Mietwagenfirmen, Rastplätze, Parkplätze in Einkaufszentren, sowie kleine, mittlere und große Unternehmen.

Bezahlssysteme

Ladestationen unterstützen den Open-Source Kommunikationsstandard OCPP um u.a. Zutritt, Abrechnung und Betriebszustand in Echtzeit zu verwalten.

Zutritts- und Abrechnungssysteme ohne Internet-Konnektivität via Smartphone, RFID Karten, Pin-Code, Münzen oder Wertmarken.

Technische Spezifikationen

AC Eingang	Netzanbindung	AC 3-Phasen
	Eingangsspannungsbereich	400 VAC +/- 10%
	Nenneingangsstrom	3 x 32 A AC
	Eingangsfrequenz	45 - 65 Hz
1 x AC-Ausgang	AC Buchse	IEC 62196 Mode 3, Typ 2
	AC-Nennausgangsleistung	22 kW
	AC-Nennausgangsspannung	400 VAC
	AC-Nennausgangsstrom	3 x 32 A AC
	Sicherheit	FI-Schutzschalter, Überstromschutzschalter, Erdungsüberwachung
2 x DC-Ausgang	DC Stecker 1	Combined Charging System, IEC 62196-3, 4m Kabel
	DC-Stecker 2	CHAdEMO, JEVS G105, 4m Kabel
	Max. DC-Ausgangsleistung	20 kW
	DC-Ausgangsspannungsbereich	170-500 VDC (unter Last: 50-500 VDC)
	Max. DC-Ausgangsstrom	50 ADC
	Leistungsfaktor	(≥ 50% Last) > 0.99
	Wirkungsgrad	93% bei Vollast
	Sicherheit	Kurzschlussicherer Ausgang, Überstromschutzschalter
		Überspannungsschutz, Unterspannungsschutz,
		Isolationsüberwachung, Erdungsüberwachung
Allgemeines	Betriebstemperatur	-20°C to +45°C
	Lagertemperatur	-40°C to +85°C
	Relative Luftfeuchtigkeit	5% to 95% (nicht kondensierend)
	Schutzart	IP54 (Innen- und Aussengebrauch)
	Auffahrschutz	Lackierter Stahlrahmen
	Abmessung (T x B x H)	490 x 770 x 2050 mm
	Gewicht Gerät:	85 kg (optionsabhängig), Rahmen: 30 kg
Standards	Elektrische Sicherheit (xFC1)	IEC 61851-1, IEC 62479
	EMV	EN 61000-6-1, -2, -3, 4, EN 61000-3-2
	CHAdEMO	Rev. 0.9.1 (zertifiziert)
	Combined Charging System (CCS)	DIN 70121 (Interoperabilitäts-Test BMW, VW, GM)
Optionen	Zutritts- / Zahlungssysteme	Mittels Smartphone, Münzautomat, Wertmarkensystem
	Authentifizierung	RFID-System
	Fernverwaltung	OCPP 1.5
	Auffahrschutz	Chromstahl gebürstet
	Befestigung	Stahlkonstruktion für Fundament opi2020, Aufbodenmontage
	Adapter	Adapterkabel Typ 2 Buchse – Typ 1 Stecker
		Adapterkabel Typ 2 Buchse – Tesla Roadster
	Anschlussmöglichkeiten	Ethernet, GSM / GPRS / UMTS oder Powerline



Laden mit Gleich- oder mit Wechselspannung

Kurze Ladezeiten erfordern hohe Ladeströme

Bei der von der Automobilindustrie angestrebten Ladezeit von rund 15 Minuten treten mit Gleichstrom (DC-Laden) Ströme bis 200 A auf. Diese Lademethode eignet sich für längere Fahrten – etwa an Raststätten. Allerdings wird durch die hohe Leistung die Batterie stark beansprucht, was ihre Lebensdauer drastisch reduziert.

Einfache Infrastruktur beim Laden mit Wechselstrom

Der Vorteil von Wechselstrom (AC-Laden) ist die einfache Lade-Infrastruktur. Bei dieser Methode kann auf das Niederspannungsnetz mit 230 V zurückgegriffen werden, das in jedem Haushalt existiert. Die beiden Nachteile sind hier zum einen die lange Ladedauer von bis zu acht Stunden sowie das hohe Gewicht und der hohe Platzbedarf des Gleichrichters im Fahrzeug.

Vier verschiedene Lademodi mit unterschiedlichen Leistungen

Teil 1 der Norm IEC 62196 beschreibt die Anforderungen an die Stecker und Buchsen am Fahrzeug und an der Ladevorrichtung beim konduktiven Laden von Elektrofahrzeugen. Vier Lademodi beschreiben dabei die Leistungen und die dazugehörigen Schutzmaßnahmen für Fahrzeug und Lade-Infrastruktur:

- Im **Modus 1** wird das Fahrzeug am Hausnetz ohne weitere Schutzmaßnahmen geladen. Beim Laden im einphasigen Netz dürfen Spannungen bis 250 V, im dreiphasigen Netz bis 480 V anliegen. Der Strom ist auf 16 A begrenzt.
- Auch im **Modus 2** wird mit Spannungen wie im Modus 1 am Hausnetz geladen. Allerdings sind hier FI-Schutzschalter vorgeschrieben, da Ströme bis 32 A auftreten. Zusätzlich findet eine einfache Kommunikation durch eine In-Cable-Box statt, die den Ladestrom steuert und den Fehlerstrom überwacht.
- **Modus 3** regelt das Schnellladen mit Wechselstrom. Durch die hohe Leistung bis 250 A muss über eine Ladesäule oder Wall-Box geladen werden. Die physischen Parameter wie Leitungs- und Pin-Durchmesser sind im Standard IEC 60309 definiert. Während des Ladevorgangs findet eine Kommunikation über die beiden Steuerkontakte CP und PP zwischen Lade-Infrastruktur und Fahrzeug statt.
- Im **Modus 4** ist das Laden mit Gleichstrom definiert – Ströme bis 400 A sind erlaubt. Wie in Modus 3 ist hier eine Ladesäule oder Wallbox erforderlich. Während des Ladevorgangs erfolgt eine komplexe Kommunikation über die Steuerkontakte. Ebenso sind Schutzmaßnahmen gegen das vorzeitige Herausziehen unter Last – das so genannte „Hot-Disconnect“ – Voraussetzung.

Unterschiedliche Ladestecker in den einzelnen Regionen

In den E-mobilen Hauptregionen dieser Welt haben sich drei unterschiedliche Steckgesichter herausgebildet, und zwar jeweils für das AC- und für das DC-Laden: Typ 1 für die USA, Typ 2 für Europa sowie der GB-Standard für China.

			
	Typ 1 (USA)	Typ 2 (Europa)	GB (China)
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB Part 2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB Part 3 / IEC 62196-3
Kombiniertes AC/DC-System	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Die europäischen Hersteller haben sich bereits auf den Typ 2 verständigt. Er ermöglicht ein- und dreiphasiges Laden mit Wechselstrom von 50 bis 60 Hz bis zu

63 A. Typ 2 unterstützt sowohl das langsamere Laden bei längeren Stillstandszeiten mit bis zu 4 kW als auch das etwas schnellere Laden an leistungsfähigen Ladepunkten mit bis zu 43 kW. Zusätzlich kommen neben den Leistungskontakten

auch zwei Steuerkontakte – CP und PP – zum Einsatz. Als Teil des Sicherheitskonzepts übernehmen sie Steuer- und Regelfunktionen beim Ladevorgang.

Inkompatible Stecker und Buchsen als Herausforderung

Eine große Herausforderung liegt zur Zeit noch in der Inkompatibilität der Stecker und Buchsen untereinander. Somit sind Fahrzeuge nur in der für sie vorgesehenen Region ladefähig. Zusätzlich benötigt jedes Fahrzeug zwei Ladebuchsen (Inlets) – eine für das Laden mit Wechselstrom sowie eine zweite für das Laden mit Gleichstrom. Das Fahrzeug hätte dann in der Praxis ein Inlet links am Fahrzeug für das langsame AC-Laden und ein zweites rechts für das schnelle DC-Laden.

Kombiniertes Ladesystem für DC- und AC-Laden

Eine Lösung bietet eine Stecker- und Inlet-Variante, die beide Ladeverfahren unterstützt. Derzeit arbeiten die deutschen Automobil-Herstellern an einer integrierten Lösung – dem „Combined Charging System“. Dieses kombinierte AC-/DC-Ladesystem erlaubt das Laden mit Wechsel- und Gleichstrom bei nur einer Buchse. Dabei sind die Kontakte im fahrzeugseitigen Inlet so angeordnet, dass beide Typ-2-Stecker passen: der für das AC-Laden und der für das DC-Laden.

Combined Charging System bietet zahlreiche Vorteile

Neben Kompatibilität und Platzersparnis bietet das Combined Charging System weitere Vorteile: Mittels einer Verriegelung wird das gewaltsame Herausziehen des Steckverbinders verhindert – damit wird eine gefährliche Situation für den Anwender vermieden. Denn beim DC-Laden kann durch eine Trennung während des Ladens ein gefährlicher Lichtbogen entstehen.

Die im Vergleich zum AC-Laden großzügiger dimensionierten DC-Kontakte ermöglichen ein schnelles Laden mit bis zu 200 A und sorgen so für kurze Ladezeiten etwa an Raststätten. Zur Steuerung des Ladeablaufes beim DC-Laden werden aus dem AC-Teil die Signalkontakte CP und PP für die Kommunikation und Ladungsregelung genutzt. Das ergonomische Griff-Design sowie die geringen Steck- und Ziehkräfte des Steckverbinders sorgen für die einfache, komfortable und sichere Handhabung.

Vorteile für E-Mobil-Fahrer und -Hersteller gleichermaßen



Ein kombiniertes Ladestecksystem bietet Vorteile für alle Beteiligten: Die Automobilhersteller benötigen für ihre Fahrzeuge nur noch ein Inlet, um das AC- und DC-Laden abzudecken. Anbieter von Lösungen für die Lade-Infrastruktur können einen stark expandierenden Markt mit einem einheitlichen System beliefern. Und die Fahrzeugführer schließlich profitieren von einem einfachen, bequemen und ergonomischen Ladevorgang. Das kombinierte AC-/DC-Ladesystem senkt somit Kosten für alle Beteiligten – bei voller Funktionalität

Das Design von Ladestationen für Elektrofahrzeuge stellt Entwickler vor hohe Herausforderungen, da zahlreiche Details zu beachten sind.

Es gibt drei unterschiedliche Ladeszenarien:

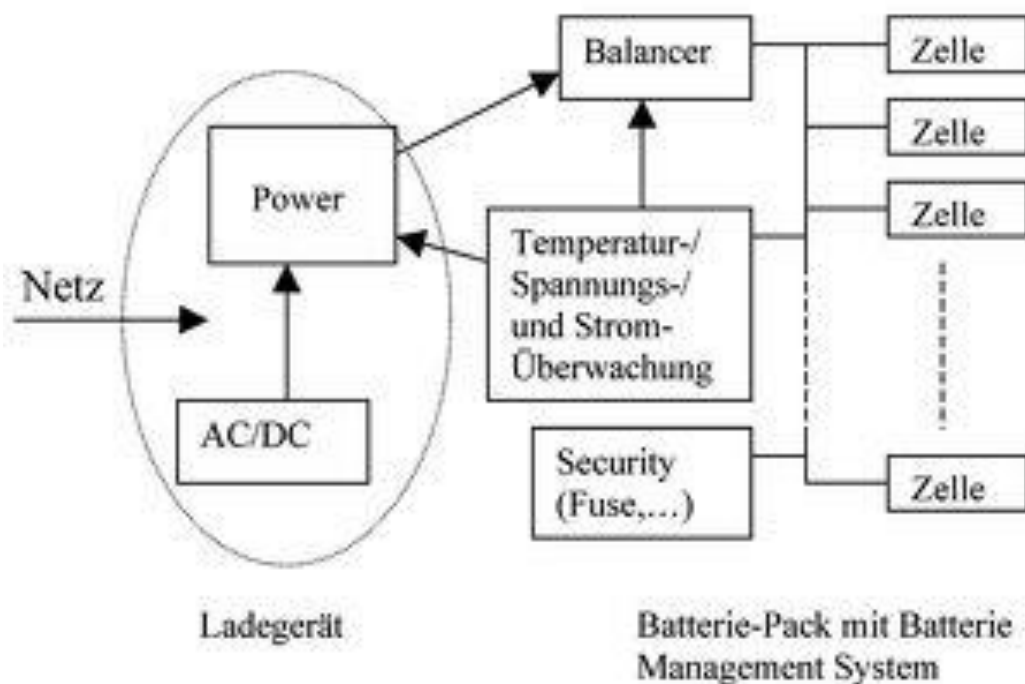
- Langsames Aufladen von Elektrofahrzeugen über eine längere Zeitspanne im Haushalt oder Büro unter Einsatz der herkömmlichen Stromversorgung.
- Öffentliche Ladestationen auf der Straße an universellen Ladestationen.

- Schnelles Laden an einer Tankstelle, wenn während einer Fahrt die Batterie zur Neige geht.

Um diese unterschiedlichen Szenarien abzubilden, sind verschiedenartig intelligente Systeme und unterschiedliche Stromabgaben erforderlich, die im Folgenden beleuchtet werden. Auch wenn dem Markt für Ladegeräte ein rasantes Wachstum bevorsteht, müssen sich die Hersteller im Design der Ausstattung darauf einstellen, eine Bandbreite an Anwenderbedürfnissen für verschiedenste Produkte abzudecken. Gleichzeitig besteht Kostendruck, die Designs wiederverwertbar für vielfältige Produkte zu gestalten.

Für langsames Laden genügt das Haushaltsnetz

Die Ausrüstung für das langsamere Laden über die herkömmliche Infrastruktur kommt wesentlich günstiger. Sie eignet sich allerdings nur dann, wenn das Fahrzeug für einige Stunden ununterbrochen geladen werden kann.



Die Leistung, die für den langsamen Lademodus zum Einsatz kommt liegt bei wenigen Kilowatt (200 bis 240 V_{AC}, 15 A) Die Energie kann durch eine haushaltsübliche Steckdose bereitgestellt werden. Für eine 8-kWh-Batterie muss eine Ladedauer von drei bis vier Stunden eingeplant werden und mehr als 15

Stunden für eine 60-kWh-Batterie. Dabei ist der Stromverlust in der Ladeschaltung bereits einkalkuliert. Die Erwartungshaltung der Anwender für einen schnellen Ladevorgang liegt allerdings bei unter einer Stunde. Dazu wird eine große Leistungsaufnahme benötigt: mindestens 100 A von einer 3-phasigen 400-V-Infrastruktur.

Das langsame Aufladen ist dementsprechend die Norm unter den folgenden Bedingungen:

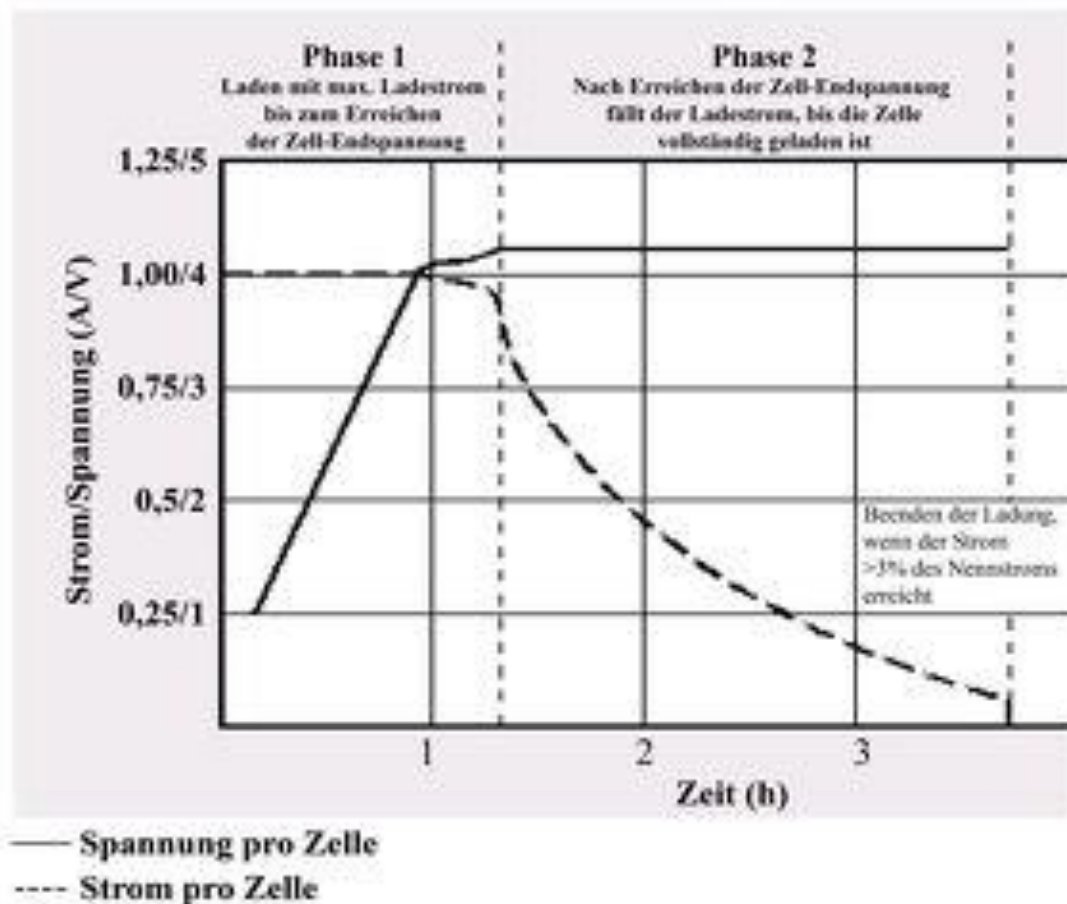
- Über Nacht oder zu Hause (für diejenigen die von zu Hause aus in die Arbeit fahren) oder am Arbeitsplatz. Dort kann das tragbare oder eingebaute Ladegerät in eine normale Steckdose eingesteckt werden.
- Parkplätze für längere Aufenthalte, z.B. an Flughäfen, Bahnhöfen oder in Einkaufszentren.

Ein schneller Ladevorgang ist in den folgenden Szenarien gefragt:

- Parkplätze für kurze Aufenthalte, wie beispielsweise vor Supermärkten.
- Für Notaufladungen, wenn die Batterieleistung unterwegs zur Neige geht. Denkbar ist, dass die Ausstattung für das dann geforderte schnelle Aufladen von traditionellen Tankstellen bereitgestellt wird.

Das Design eines Ladegeräts muss die Implementierung des Ladeprofiles in Abhängigkeit des jeweiligen Zelltyps berücksichtigen. Bild 3 zeigt ein typisches Profil für den schnellen Ladevorgang.

Erste Ladephase mit maximalem Ladestrom



Die Phase 1 dauert beim schnellen Laden eine Stunde und mehr als zehn Stunden beim langsamen Ladevorgang. Am Ende dieser Phase ist die Batterie zu 80 bis 90% geladen. Das Ladegerät liest die Spannung des Batterie-Packs. Während der ersten Phase sorgt das Ladegerät für konstanten Strom und die gemessene Spannung verhält sich proportional zum Füllstand der Batterie. Wenn die maximale Spannung der Batterie erreicht ist, ist Phase 1 beendet.

In Phase 2 sinkt der Ladestrom kontinuierlich

Phase 2 kann mehrere Stunden dauern; Diese Phase ist nicht zwingend nötig, aber sie verlängert die Lebensspanne der Zellen, da hier das vollständige Aufladen der Zellen sichergestellt wird, ohne dass die maximale Betriebsspannung überschritten wird. In dieser Phase muss das Ladegerät die Spannung unter der maximalen Nennleistung halten, was einen schnell absetzenden Stromfluss erforderlich macht. Wenn der Strom abfällt auf unter 50 mA, wird das Laden gestoppt.

Ladestationen auf der Straße können ebenfalls den langsamen Ladevorgang unterstützen (0,1 C). Diese universellen Ladestationen müssen den Ladestrom an die Kapazität der Batterie anpassen. Solche Ladestationen unterscheiden sich von den Ladegeräten im Haushalt durch zwei Kriterien: Sie müssen folgende Unterstützung bieten:

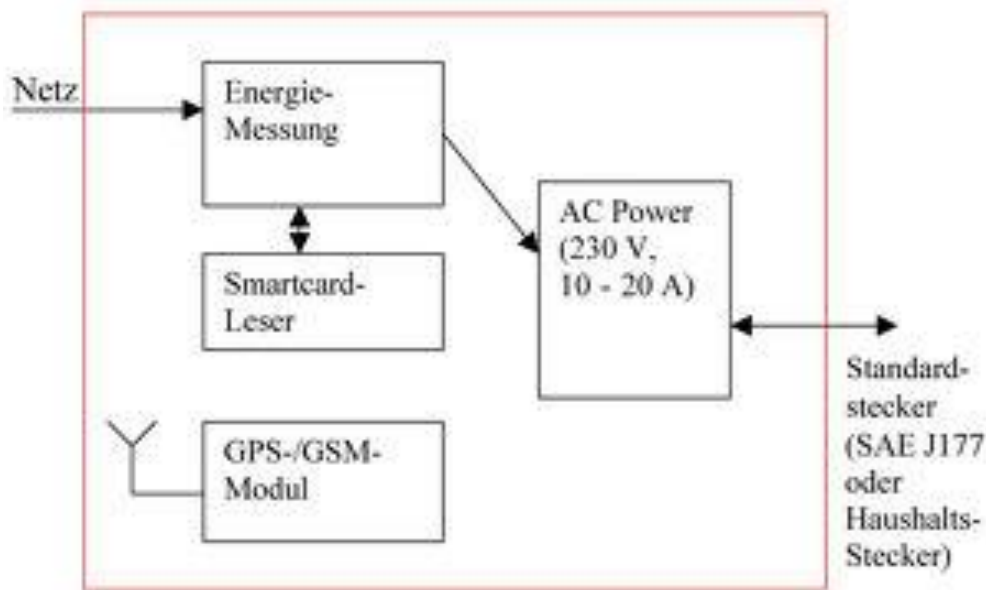
- Identifikation über einen RFID-Tag oder ein Smartcard-Lesegerät. Der Wagenhalter ist somit für den Bezahlvorgang identifizierbar.
- Leistungsmessung durch das System, damit dem Kunden die benötigte Elektrizität in Rechnung gestellt werden kann.

Optionale Standortanzeige mittels RF-Technologie



Eine zusätzliche, wenn auch optionale, Funktion von Ladestationen auf der Straße ist eine Standortanzeige mit Hilfe von RF-Technologie. Über eine drahtlose Verbindung zum Navigationsgerät des Fahrzeugs lassen sich dadurch Ladestationen innerhalb der Reichweite des Ladezustands anzeigen (Bild 5). Ein denkbares Blockschaltbild solcher Ladestationen für Straßen zeigt Bild 6.

Zusätzliche Schuttschaltungen für öffentliche Ladestationen

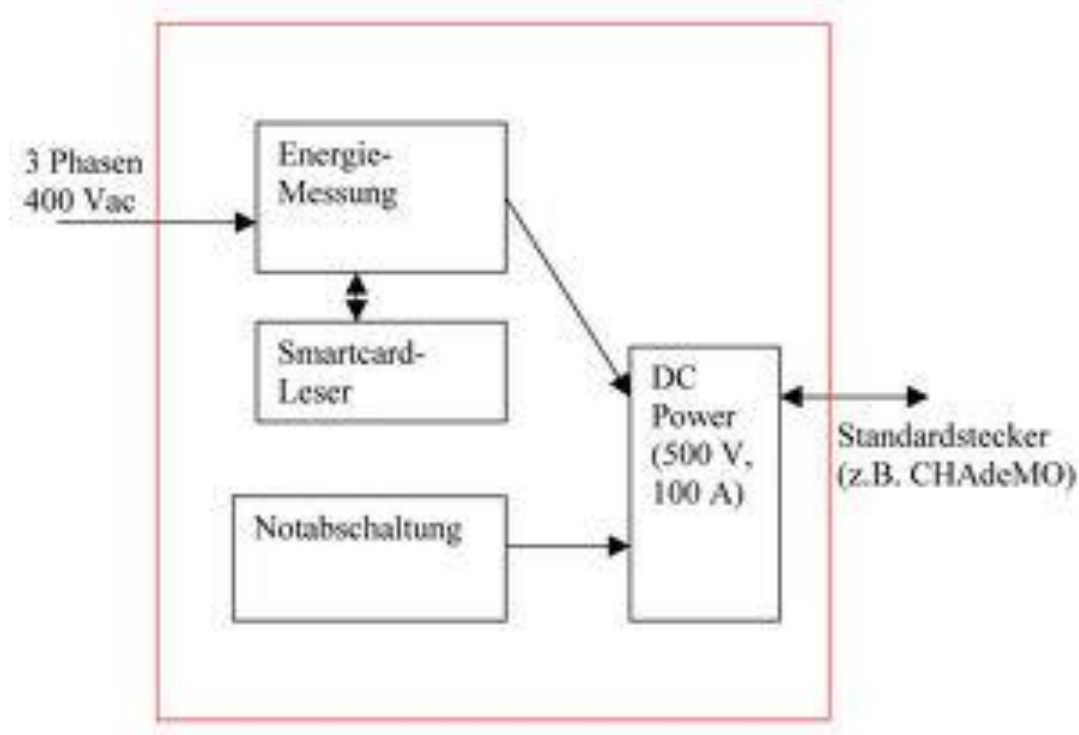


Die Ladestation liefert 10 bis 20 A bei 220 bis 240 V_{AC}. Das im Fahrzeug integrierte oder tragbare Ladegerät konvertiert die AC-Eingangsspannung in Gleichstrom. Ladestationen in Straßen benötigen für die öffentliche Sicherheit zusätzliche Schutzschaltkreise, wie Überspannungsableiter und Feuerschutz, zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen vom BMS des Fahrzeugs.

Schnelle Lademöglichkeiten unterwegs

Mit der wachsenden Anzahl von Elektrofahrzeugen auf den Straßen steigt die Attraktivität für die Betreiber von Ladestationen, in hochleistungsfähige Ausstattung für den schnellen Ladevorgang zu investieren. Diese Stationen ermöglichen dem Fahrer das Nachladen unterwegs. Allerdings liegen die Kundenerwartungen bei einer Ladeleistung von 50 kWh innerhalb einer Stunde. Um diese Vorgabe zu erfüllen, wird eine spezielle Infrastruktur benötigt (3 Phasen, 400 V_{AC}, >100 A), die in der Lage ist, ca. 50 kW Leistung zu bringen. Die Ausstattung zum schnellen Laden konvertiert die Eingabeleistung auf 500 V_{DC}/100 A, die direkt in die Batterie eingespeist wird.

Schnelles Laden nach dem CHAdeMO-Standard



Aus Sicherheitsgründen beginnt die Stromabgabe erst dann, wenn der Stecker richtig an das Fahrzeug angeschlossen ist. Zur Erkennung der Spannung ist ein intelligenter Schaltkreis erforderlich. Diese Informationen können zwischen dem Ladegerät und dem Fahrzeug über ein Kommunikationsprotokoll, wie dem eigens für das schnelle Aufladen entwickelten CHAdeMO-Standard, ausgetauscht werden.

Die Ausstattung von Ladestationen ist entscheidend

Behörden wünschen sich eine schnelle Ausbreitung von Ladestationen in Haushalten, Büros, in Straßen und an Tankstellen. Das wird nur gelingen, wenn OEMs Geräte für die Ladestationen entwickeln, die einwandfrei funktionieren und kostenoptimiert sind. Wie gezeigt wurde, bestehen gravierende Unterschiede zwischen drei Typen von Ladestationen: in Haushalten, auf der Straße und unterwegs. Ein Design-Entwurf, der für alle drei Standorte gleichermaßen passend ist, wird nicht gelingen. Die Herausforderung für OEMs liegt in der Entwicklung einer Bandbreite von Ladegeräten, die die unterschiedlichen Anwenderbedürfnisse anspricht, ohne ausufernde Entwicklungs- und Produktionskosten hervorzurufen.