



## Geprüft: Ladestationen für Elektrofahrzeuge

**Normen schaffen Klarheit und liefern hohen Qualitätsstandards / Flexible Messgeräte und Anschlussadapter gefordert.**

Autor: Werner Käsmann

**Die Zahl der Ladepunkte für die E-Mobilität nimmt kontinuierlich zu. Nach Verbands- und Medienberichten verzeichnet Deutschland im ersten Quartal 2019 einen Zuwachs von 1300 neuer Stromtankplätze.** Wie diese aufgebaut und betrieben werden sollen und vor allem was zum technischen Mindeststandard gehört, regelt seit 2016 die so genannte Ladesäulenverordnung. Die Auswirkungen fehlerhafter Ladesäulen sind vielfältig: Netzüberlastungen, Anlagen- und Systemausfälle, Personengefährdung.

**„Gerade bei öffentlichen Ladestationen zeigt es sich, wie wichtig Erstprüfungen und regelmäßige Wiederholungsprüfungen sind. Schließlich sind es Laien, die diese Anlagen bedienen.“**

–Werner Käsmann, Technischer Vertriebsmanager bei Fluke.

**Der Zusammenhang ist recht simpel: Jede fehlende Ladestation bremst aufgrund der unsicheren Versorgungsinfrastruktur die Nachfrage nach Elektroautos. Will die Bundesrepublik bei der Elektromobilität vorankommen, darf es keine Versorgungslücken geben.** Deutsche Großstädte reagieren darauf bereits mit eigenen Ausbauplänen – verbunden mit einem Spagat angesichts der herrschenden Parkplatzknappheit in den Citylagen. In der Umsetzung muss jede neue Ladestation als elektrische Anlage konform zu den einschlägigen Normen sein. Anzuwenden sind unter anderem die allgemeingültigen Vorschriften DIN VDE 0100-600, 0100-722, 0100-540 sowie 0100-410, 0298-4 mit dem Anhang A. Je nach Größe der Ladestation können ebenfalls die VDI 2166, VDE-AR-N 4100 oder DIN 18014 greifen.

Gemäß DIN VDE 0100-600 gilt, dass jede Elektrofachkraft die Pflicht hat, eine Niederspannungsanlage nach der Inbetriebnahme einer Erstprüfung zu unterziehen. Die Prüfungen umfassen dabei unter anderem das Messen, Besichtigen und Erproben die unterschiedlichen Betriebszustände einer Ladesäule. Zu den üblichen Messverfahren zählen die Durchgängigkeit der Schutzleiter, die Funktion der Fehlerstrom-Schutzschalter oder auch Widerstandsmessungen der Isolation und des Erdungswiderstands. Zu wissen ist bei der Erst- und späteren Wiederholungsprüfung, welche Ladetriebsart vor Ort herrscht.

### Aufladen auf vier Wegen

Der Blick in die aktuelle Betriebspraxis zeigt nach VDE 0122-1 beziehungsweise der Systemnorm DIN EN 61851-1 vier unterschiedliche kabelgebundene Ladetriebsarten: Mode 1 bis Mode 4.

**Die Ladetriebsart 1 (Mode 1)** beschreibt in der VDE 0122-1 das Laden mit maximal 16 A an landesüblichen einphasigen Haushaltssteckdosen (Schuko-Steckdose) oder dreiphasigen Industriesteckdosen (zum Beispiel CEE-Steckdose). Mode 1 kommt üblicherweise zur Versorgung von Elektro-Kleinfahrzeugen wie E-Bikes, E-Motorräder oder E-Scooter zum Einsatz. Zwingend erforderlich ist bei dieser Betriebsart eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in Form eines Fehlerstrom-Schutzschalters (RCD, Residual Current Device).

Hinter **der Ladetriebsart 2 (Mode 2)** steckt die ein- oder dreiphasige Wechselstromladung mit doppeltem Strom bis 32 A – infrastruktureitig ebenfalls mit Haushalts- oder Industriesteckdosen. Der wesentliche Unterschied zum Mode 1: Es kommt eine spezielle Ladeleitung zum Einsatz, in die eine Steuer- und Schutzeinrichtung integriert ist. Das IC-CPD (In Cable Control and Protection Device) schützt bei Isolationsfehlern den Anwender vor einem elektrischen Schlag, falls dieser sein Fahrzeug an eine Steckdose angeschlossen hat, die nicht für das Laden vorgesehen ist.

Fest installierte Ladestationen mit Ladeleitung und den speziell konzipierten Fahrzeuganschlüssen vom Typ 1 und 2 bilden **die Ladetriebsart 3 (Mode 3)**. Die Sicherheitsfunktionen inklusive Fehlerstrom-Schutzeinrichtung sind im System integriert. Die Ausstattung ist insgesamt zweckgebunden konzipiert und kommt in der Praxis als Schnellladung mit ein- oder dreiphasigem Wechselstrom bis 32 A bei allen gängigen Elektrofahrzeugen zum Einsatz.

**Der Unterschied zur Ladetriebsart 4:** „Mode 4“ lädt Fahrzeugbatterien mit bis zu 400 A Gleichstrom. Folglich ist hier das Ladegerät in die Station integriert. Die weitere bauliche Ausstattung ist vergleichbar mit Mode 3: Fest installierte Ladestation mit fest angebaute Ladeleitung, verriegelbare Steckanschlüsse (Combo 2 oder CHAdeMO) sowie Schutzfunktionen innerhalb der Ladestation.

## Normen: Klarer Qualitätsstandard

Generell gilt für die Elektroplanung, dass Anschlüsse mit Leistungen oberhalb von 2 kW einen eigenen Stromkreis erhalten. In der Bewertung von einphasigen Ladestationen gilt hierbei der Gleichzeitigkeitsfaktor 1. Ferner ist zu beachten, dass Schutzkontaktsteckdosen nach DIN VDE 0620-1 für den Hausgebrauch nur kurzzeitig mit maximal 16 A belastbar sind. Sind Dauerleistungen bis 3,7 kW gefragt, kommen nach VdS 3471 Steckdosen mit entsprechender Absicherung zum Einsatz (zum Beispiel CEE 16/3). Die Auslegung der Zuleitung nach DIN VDE 0298-4 und dessen Absatz A ist an dieser Stelle vorausgesetzt. „Als zusätzliche Bewertung zur Dauerbelastbarkeit von Steckvorrichtungen empfiehlt sich die Hinzunahme der DIN VDE 0620-2“, erklärt Werner Käsmann. Teil der Norm ist die Temperaturbewertung nach einer Stunde Dauerbetrieb. Tolerierbar ist ein Temperatureinstieg von maximal 45 Kelvin. Mögliche Brandlasten sind mit heutiger Technik leicht zu ermitteln. Fluke hat dafür die neue Wärmebildkamera vom Typ PTi120 entwickelt, dessen Werte sich mit der ebenfalls neuen Barcodezuweisung Fluke Connect Asset Tagging sehr einfach bewerten und zuordnen lassen.

## Simulation des Ladebetriebs

Bei Messungen von Ladesäulen müssen die Ergebnisse verlässlich und wiederholgenau tatsächliche Ladevorgänge abbilden. Folglich ist bei einer Messung an einer Ladestation ein Elektrofahrzeug zu simulieren, sonst würde die Ladestation ohne Fahrzeugsimulation auch keine Ladespannung freischalten. Fluke hat dafür den Prüfadapter Beha-Amprobe EV-520-D entwickelt. Dieser simuliert das Fahrzeug sowie unterschiedliche Querschnitte von Ladeleitungen für Leistungen bis üblicherweise 22 kW. Sobald die Ladespannung freigeschaltet ist, können die Prüfungen mit dem Installationstester über den Messadapter am Ausgang der Ladestation erfolgen. Hinzu kommen bei der Erstprüfung die Sichtprüfung sowie die Niederohmmessung der Schutz- und Potentialausgleichsleiter bis zur Ladestation sowie zum Ladeanschluss.

## Messadapter: Der Unterschied macht's

Der Messadapter Beha-Amprobe EV-520-D unterscheidet sich von anderen auf dem Markt angebotenen Produkten vor allem durch seine Flexibilität. Mit dem Adapter lassen sich einphasige Ladestationen mit dem Steckdosen Typ 1 genauso prüfen, wie Ladestationen mit eingebauten Steckdosen des Typs 2. Der EV-520-D kommt ebenfalls bei Stationen mit fest angeschlossenen Ladeleitungen und Typ 2 Ladeschnittstellen zum Einsatz. Diese Flexibilität ist angesichts der Vielzahl an verschiedenen Ladestationen-Fabrikaten möglich, weil sich damit variierende Prüfsimulationen und Leitungsquerschnitte einstellen lassen. Die beiden Anschlüsse für den CP-Signalausgang kommen bei der Inbetriebnahme zum Einsatz. Überprüft wird das Pilotsignal (PWM) für die Kommunikation mit dem zu ladenden Fahrzeug.

Zusammengefasst lassen sich mit der Lösung von Fluke mit nur einem Messadapter höchste unterschiedliche Ladestationen prüfen. Mit Blick auf Langlebigkeit und Betriebssicherheit vor allem im Außenbereich ist der der EV-520-D mit staub- und wassergeschützten 4-mm-Messbuchsen ausgestattet. Funktional gehört die Funktion „PE Vorprüfung“ zu den Highlights. Sie erlaubt die erste Bewertung einer eventuellen Fehlerspannung auf dem Schutzleiteranschluss – und ist in der Praxis entsprechend beliebt.

## Praxis: Prüfablauf bei der Inbetriebnahme

Sind Sichtprüfung und Niederohmmessung erledigt, kann die aktive Messung bei freigeschalteter Ladespannung mit dem Installationstester Beha-Amprobe Pro-Install 200 am Messadapt-

er erfolgen. Die einzuhaltende Reihenfolge der Prüfschritte legt die VDE 0100-600 fest. Der Anfang einer Prüfung beginnt immer mit der Sichtprüfung. Die Durchgängigkeit der Schutzleiter und deren Verbindung zu Körpern ist mit einer Widerstandsmessung mit mindestens 200 mA Prüfstrom durchzuführen. Die Vorgaben zur Bewertung des Messergebnisses wird in Abhängigkeit der Leitungslänge und des Querschnittes nach Anhang A Tabelle A.1 aus der VDE 0100-600 bewertet. Erst nach dieser Messung kann die Isolationsmessung durchgeführt werden. Je nach Ausführung der Anlage muss zum Schutz durch automatische Abschaltung die Fehlerschleifenimpedanz gemessen und in Abhängigkeit des vorgeschalteten Schutzorgans bewertet werden. Da es sich bei der Aufstellung von Ladestationen um Anlagen der besonderen Art handelt, ist die Vorgabe nach DIN VDE 0100-722 zur Auswahl von RCD zu beachten, welche bei der Entstehung von Gleichfehlerströmen den Einsatz von RCD des Typs B vorgibt. Diese ist dann mit entsprechendem Prüfverfahren zur Einhaltung der Abschaltbedingungen zu prüfen. Nun muss, sofern Zählereinrichtungen vorhanden sind, das Drehfeld geprüft werden. Zusätzlich kann eine Last am Prüfadapter und dessen Schukosteckdose auf der Rückseite angeschlossen werden, mit welcher sich die korrekte Funktion der Energieerfassungssysteme erkennen lässt.



## Praxis: Wiederkehrende Prüfungen

Für wiederkehrende Prüfungen ist die DIN VDE 0105-100 anzuwenden, die sich ihrerseits bei den Prüfschritten auf die DIN VDE 0100-600 bezieht. Beinhaltet die Wiederholungsprüfung neben der reinen elektrischen Sicherheit auch die Überprüfung der Betriebszustände des Pilotsignals nach VDE 0122-1 (EN 61851-1), ist die Messung des PWM-Signals per Oszilloskop notwendig. Anwender erhalten anhand der grafischen Signal Darstellung wichtige Rückschlüsse über mögliche Störungen in der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation. Sollte eine Störung von außen aufgrund von Netzstörungen auftreten, werden diese mit dem Scopemeter Fluke 125 B exakt dargestellt. Somit sind die vorhandenen Messsysteme Ladeadapter, Installationstester und tragbares Oszilloskop eine wertvolle Investition, um im Bereich Ladeinfrastruktur schnell Fehler finden und beheben zu können.

## Fazit

Der Vorstoß von Elektrofahrzeugen ist unumkehrbar, doch fordert die Installation und Inbetriebnahme der dazu benötigten Ladestationen entsprechendes Fachwissen des Elektroinstallateurs. Dies gilt sowohl für den privaten als auch öffentlichen Bereich. Gerade bei öffentlichen Ladestationen zeigt es sich, wie wichtig Erstprüfungen aber auch regelmäßige Wiederholungsprüfungen sind, da schließlich solche öffentlichen Anlagen von Laien bedient werden. In der Zukunft wird es dabei immer wichtiger werden, mit flexibler Messtechnik den Fehler bei Ladestörungen sicher und zeitsparend bestimmen zu können.

**Beha-Amprobe®**  
Division of Fluke Corp. (USA)  
c/o Fluke Europe BV

**Fluke Deutschland GmbH**  
In den Engematten 14  
79286 Glottertal, Germany  
Tel. +49 (0) 7684 - 8009-0  
info@beha-amprobe.de  
beha-amprobe.de

**Fluke Europe BV**  
Science Park Eindhoven  
5110 NL-5692 EC Son  
The Netherlands  
Tel. +31 (0) 40 267 51 00  
beha-amprobe.com

**Fluke Precision Measurement Ltd.**  
52 Hurricane Way  
NR6 6 JB United Kingdom  
e-mail: info@beha-amprobe.co.uk  
beha-amprobe.com

**RECOM**  
ELECTRONIC AG  
Samstagstrasse 45  
CH-8832 Wollerau  
Tel. 044 787 10 00 - Fax 044 787 1005  
www.recom.ch - info@recom.ch