

Neue GDV-Publikation erschienen (VdS 3471):

Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge

Die aktuelle Entwicklung der E-Mobilität

Zum jetzigen Zeitpunkt bewegen sich auf Deutschlands Straßen an die 20.000 Elektro-PKW und zudem ca. 110.000 Hybrid-PKW (**Grafik 1**). Schätzungen gehen davon aus, dass von den Hybrid-PKW ca. 6.000 an Ladestationen geladen werden können (Plugin-Hybrid). Elektro-Busse, -LKW und andere Elektrofahrzeuge sind in dieser Aufzählung nicht enthalten. Hinzu kommen noch rund 2,5 Mio. E-Bikes bzw. Pedelecs, die Ende 2015 bei uns unterwegs waren.

Dem stehen zurzeit Ladestationen mit ca. 5.550 Ladepunkten gegenüber (**Grafik 2**). Diese Ladepunkte sind größtenteils im öffentlichen Raum zu finden. In privaten Bereichen, z. B. in Garagen oder Carports, wird meist über vorhandene Schuko-Steckdosen geladen.

Die Anzahl der Ladepunkte zeigt, dass sich

der Aufbau der notwendigen Ladeinfrastruktur noch am Anfang befindet. Aus Sicht der Versicherer ist damit der richtige Zeitpunkt gegeben, um für diesen neuen Technikbereich auf ein eigenes Schadenverhütungskonzept hinzuweisen.

In Ermangelung eines entsprechenden Schadenverhütungskonzeptes haben Sachverständige in der Vergangenheit für die Prüfung von Ladepätzen für Elektrostraßenfahrzeuge die Publikation „Batterieladearbeiten für Elektrofahrzeuge“ (VdS 2259) herangezogen, obwohl diese Publikation nicht für Straßenfahrzeuge anwendbar ist.

Aus Sicht der Versicherer brauchen wir also unbedingt ein Schutzkonzept für Ladepätze für Elektrostraßenfahrzeuge. Um diesen Bedarf zu decken, wurde von einer Projektgruppe des GDV die Publikation „Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge“ (VdS 3471) erarbeitet (**Bild 1 und 2**). In der VdS 3471 wird nur auf das leitungsgebundene Laden einge-

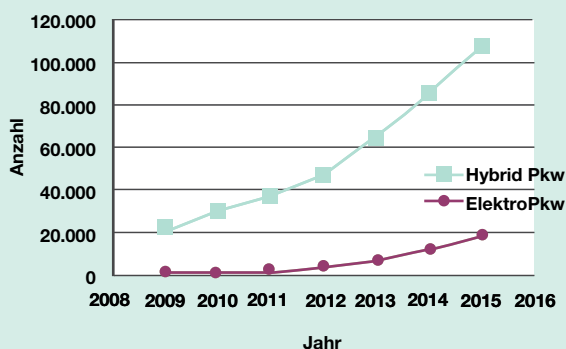
gangen. Induktives Laden oder der Austausch von Batterien oder des Elektrolyts wird wegen der derzeitigen geringen Relevanz dieser Technologien nicht behandelt.

Die Ladebetriebsarten

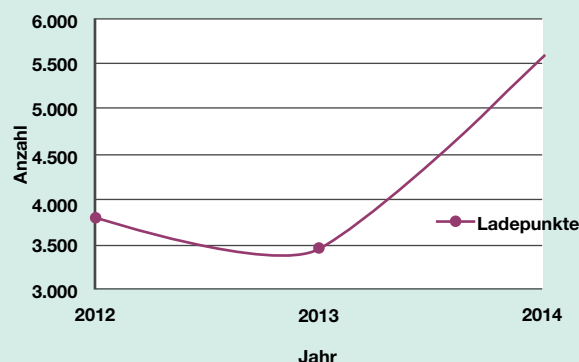
Am Anfang der VdS 3471 werden die Ladebetriebsarten beschrieben. So werden beim leitungsgebundenen Laden grundsätzlich die nachfolgend aufgelisteten Lademöglichkeiten unterschieden:

- Laden über Haushaltssteckdosen oder CEE-Steckdosen (Ladebetriebsart 1 und 2),
- Laden über fest angeschlossene Ladeeinrichtungen (Ladebetriebsart 3 und 4).

Einen Überblick über die verschiedenen Ladebetriebsarten mit einigen wichtigen Parametern zeigt **Tabelle 1**, die auch in der VdS 3471 enthalten ist. Ein Blick in diese Tabelle zeigt, dass es bei den Ladebetriebsarten 1 und 2 unterschiedliche Mög-



Grafik 1 | Anzahl Elektro-/Hybrid-PKW
(Quelle: Kraftfahrtbundesamt)



Grafik 2 | Anzahl Ladepunkte
(Quelle: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.)

Tabelle 1 | Ladebetriebsarten

| | Ladebetriebsart 1 | Ladebetriebsart 2 | Ladebetriebsart 3 | Ladebetriebsart 4 |
|---|---|---|---|--|
| Netzanschluss | 1- oder 3-phasiges Laden (AC) bis 16 A | 1- oder 3-phasiges Laden (AC) bis 32 A ¹ | 1-phasiges Laden bis 20 A ¹ oder 3-phasiges Laden bis 63 A (AC) | Laden aktuell bis 200 A und 1000 V DC |
| Steckvorrichtung auf der Installationsseite bzw. an der Ladeeinrichtung | Haushalts- oder CEE-Steckdose auf der Installationsseite | | Steckvorrichtung Typ 2 nach DIN EN 62196-2 an der Ladeeinrichtung | Fest installierte Ladeeinrichtung: Stecker nach DIN EN 62196-3 am Ende der mit der Ladeeinrichtung fest verbundenen Ladeleitung mobile Ladeeinrichtung: beispielsweise CEE-Steckvorrichtung |
| Kommunikation zwischen E-Fahrzeug und Ladeeinrichtung | Keine | Kommunikation erfolgt zwischen der Ladeeinrichtung (IC-CPD) und dem E-Fahrzeug | Kommunikation erfolgt zwischen der Ladeeinrichtung und dem E-Fahrzeug | Kommunikation erfolgt zwischen der Ladeeinrichtung und dem E-Fahrzeug |
| Schutzeinrichtungen | Sind in der bestehenden E-Installation vorhanden, deshalb ist Abschnitt 4 zu beachten; zusätzlich kann eine Funktion zum Fehlerstromschutz in der Ladeleitung vorgesehen werden | Sind in der bestehenden E-Installation vorhanden, deshalb ist Abschnitt 4 zu beachten; zusätzlich verfügt die IC-CPD-Leitung über eine Funktion zum Fehlerstromschutz | Sind im Stromkreis nach DIN VDE 0100-722 sowie in der Ladeeinrichtung vorhanden | Sind im Stromkreis nach DIN VDE 0100-722 sowie in der Ladeeinrichtung vorhanden |

¹ Nach Anwendungsregel für Ladestationen für Elektrofahrzeuge VDE-AR-N 4102 (max. einphasige Leistung 4,6 kVA).

lichkeiten des Netzanschlusses gibt. Da die notwendige Ladeinfrastruktur schon vorhanden ist, wird in der Praxis bei diesen beiden Betriebsarten üblicherweise ein einphasiger Netzanschluss mit einem Bemessungsstrom von 16 A verwendet. Der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Ladebetriebsarten ist damit die IC-CPD-Ladeeinrichtung.

Als wesentliches Merkmal hat die IC-CPD-Ladeeinrichtung (**siehe Bild 3**) eine Funktion ähnlich einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) und eine Pilotfunktion zur Kommunikation zwischen Ladeeinrichtung und Elektrofahrzeug. Ein interessantes Detail bei der IC-CPD-Ladeeinrichtung ist,

dass diese abschaltet, sobald ein glatter Gleichfehlerstrom von mehr als 6 mA fließt. So wird verhindert, dass eine in der Elektroinstallation vorhandene Fehlerstrom-Schutzeinrichtung durch Gleichfehlerströme außer Kraft gesetzt wird.

In der Ladebetriebsart 1 kann eine Fehlerstromschutzfunktion optional in der Ladeleitung enthalten sein. In dieser Ladebetriebsart gibt es jedoch keine Pilotfunktion. Aus **Tabelle 1** ist auch ersichtlich, dass 3-phasige IC-CPD-Leitungen mit einem Bemessungsstrom bis 32 A möglich sind. Ob es solche 3-phasigen IC-CPD-Leitungen in Zukunft geben wird, muss sich erst zeigen. Für solche hohen Ladeleistungen ist

die Ladebetriebsart 3, wie nachfolgend beschrieben, sicherlich die bessere Alternative.

Weitere Funktionen, die in der Ladebetriebsart 2, aber auch in den Ladebetriebsarten 3 und 4 gefordert oder optional vorhanden sein können, zeigt **Tabelle 2**.

Da in der Ladebetriebsart 1 die in **Tabelle 2** gezeigten Sicherheitsfunktionen größtenteils nicht implementiert sind, wird diese Ladebetriebsart von vielen Autoherstellern nicht unterstützt. In den USA ist diese Ladebetriebsart sogar verboten.

Die Ladebetriebsarten 3 (Wechselstromladen) und 4 (Gleichstromladen) unterschei-



Bild 1 | Deckblatt VdS 3471

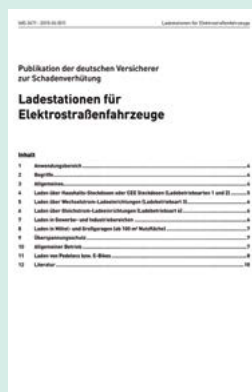


Bild 2 | Inhaltsverzeichnis VdS 3471



Bild 3 | IC-CPD-Ladeeinrichtung mit Schuko-Stecker (Quelle: Mennekes)


Tabelle 2 | Vorgesehene Funktionen für die Ladebetriebsarten 2, 3 und 4 nach DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)

| Notwenige Funktionen | Optionale Funktionen |
|---|---|
| Erkennung der Durchgängigkeit des Schutzleiters | Auswahl des maximal verfügbaren Stromes |
| Überprüfung des ordnungsgemäßen Anschlusses des Fahrzeuges | Bestimmung der Lüftungsanforderungen im Ladebereich |
| Ständige Überwachung des Schutzleiters auf Durchgängigkeit | Erkennung/Einstellung des momentan verfügbaren Laststromes der Stromversorgung |
| Ein- und Ausschalten des Systems | Sperrern/Freigeben der Steckvorrichtung (elektrisch oder mechanisch) |
| Unterbrechung der Stromversorgung, wenn Pilotfunktionen unterbrochen sind oder das entsprechende Signal weggefallen ist | Steuerung des Stromflusses in beide Richtungen ausschließlich für die Ladebetriebsarten 3 und 4 |

den sich von den Ladebetriebsarten 1 und 2 im Wesentlichen dadurch, dass ein Anschluss an eine vorhandene Elektroinstallation nicht möglich ist. Um höhere Ladeströme (**siehe Tabelle 1**) und damit kürzere Ladezeiten zu ermöglichen, ist ein separater Stromkreis mit entsprechenden Ladeeinrichtungen wie z. B. Wallboxen erforderlich.

Bei den Ladebetriebsarten 3 und 4 werden Stecksysteme eingesetzt, die für die hohen Ladeströme geeignet sind. In der Ladebetriebsart 3 wird der Steckertyp 2 verwendet (auch als Mennekes-Stecker bekannt). Für die Ladebetriebsart 4 wird der von der EU favorisierte CCS-Stecker (Combined Charging System) oder der CHAdeMO-Stecker verwendet. Wie erwähnt, sind die Funktionen aus **Tabelle 2** auch für die Ladebetriebsarten 3 und 4 vorgesehen. Zusätzlich müssen für die Ladebetriebsart 4 noch weitere Funktionen erfüllt werden, so zum Beispiel:

- Sperren, Freigeben und Verriegelung der Steckvorrichtung
- Isolationsprüfung vor dem Laden
- Schutz der Batterie vor Überspannung
- Kurzschlussprüfung vor dem Ladevorgang
- Schutz vor zeitweiliger Überspannung

Diese zusätzlichen Funktionen sind notwendig, um die Gefahr einer Überlastung der Batterie und Gefährdungen durch Lichtbögen an den Gleichstrom-Ladeleitungen zu minimieren.

Hinweise zum Laden von Elektrofahrzeugen

Um evtl. Brandgefährdungen zu reduzieren, werden in der VdS 3471 zahlreiche Hinweise zu den verschiedenen Ladebetriebsarten gegeben. Einige dieser Hinweise werden im Folgenden näher erläutert.

Laden über Haushalts-Steckdosen oder CEE-Steckdosen

Der einfachste Weg, ein Elektrofahrzeug zu laden, ist, vorhandene Schuko-Steckdosen zu nutzen. Dabei ist allerdings davon auszugehen, dass bei einem Ladeprozess über einen Steckdosenstromkreis dauernd hohe Ladeströme im oberen Bereich des Bemessungsstroms des Stromkreises von 16 A fließen. Haushaltsgeräte mit hohen Anschlussleistungen wie etwa Waschmaschine und Trockner brauchen nur für wenige Minuten die volle Leistung. Mit dem Anschluss von Elektrofahrzeugen an Schuko-Steckdosen werden aber Verbraucher angeschlossen, die über einen längeren Zeitraum einen hohen Leistungsbedarf haben und damit den Steckdosenstromkreis an seine Belastungsgrenze oder darüber hinaus bringen können.

Bei zahlreichen Altinstallationen, deren Zustand unbekannt ist, erhöht sich die Gefahr einer Überlastung des Stromkreises. Außerdem ist seit Längerem bekannt, dass eine Schuko-Steckdose nur für einen begrenzten Zeitraum mit ihrem Bemessungsstrom von 16 A belastet werden kann. Was kann gegen eine solche Überlastung des Steckdosenstromkreises getan werden? Die VdS 3471 verweist darauf, dass die vorhandene E-Installation von einer Elekt-

rofachkraft auf ihre Tauglichkeit für solche Ladevorgänge überprüft werden sollte. Diese Überprüfung ist gerade für Steckdosenstromkreise im häuslichen Bereich, die zum Laden vorgesehen sind, ratsam.

Soll ein neuer Stromkreis für das Laden von E-Fahrzeugen errichtet werden, muss dies nach DIN VDE 0100-722 erfolgen. Bei der Auswahl der Steckdose ist darauf zu achten, dass diese auf Dauer mit dem Ladestrom belastet werden kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Schuko-Steckdosen sind CEE16/3- oder CEE16/5-Steckdosen dazu in der Lage. Es gibt jedoch auch Schuko-Steckdosen, die für das Laden von E-Fahrzeugen entwickelt wurden. An deren Herstellerangaben wie z. B. „Steckdose für E-Mobility“ ist dies zu erkennen.

Der Anschluss des E-Fahrzeuges an den Steckdosenstromkreis erfolgt über die schon erwähnte IC-CPD-Ladeeinrichtung (**siehe Bild 3**). Diese wird in den meisten Fällen von den Fahrzeuglieferanten mitgeliefert. Bei der Auswahl dieser Ladeleitung sollte darauf geachtet werden, dass die IC-CPD den Ladestrom begrenzen kann. Da diese Funktion nur optional angeboten wird (**siehe Tabelle 2**), ist dies nicht bei jeder Ladeleitung der Fall. Die Ladestrombegrenzung hat den Vorteil, dass durch den geringeren Ladestrom Elektroinstallationen vor Überlastungen geschützt werden. Erhältlich ist die IC-CPD-Ladeeinrichtung mit Schuko- oder CEE-Stecker.

Befinden sich Steckdosen im Außenbereich, z. B. am Carport, werden diese häufig schaltbar ausgeführt, damit Unbefugte diese Steckdose nicht nutzen können. Bei der Auswahl der Schalter für diesen Stromkreis ist darauf zu achten, dass deren Bemessungsstrom auf den Bemessungsstrom der Steckdose abgestimmt ist. Das Gleiche trifft auf Zeitschaltuhren zu, die zwischen Ladeeinrichtung und Steckdose geschaltet werden.

Um die IC-CPD-Ladeeinrichtung vor mechanischen Beschädigungen z. B. durch Überfahren zu schützen, sollten geeignete Ablagen oder Aufnahmevorrichtungen vorgesehen werden.

Tabelle 3 | Hinweise zum Umgang mit Batterien von Pedelecs

| Die Herstellerangaben sind unbedingt zu beachten. |
|--|
| Es dürfen nur vom Batteriehersteller zugelassene Ladegeräte verwendet werden. |
| Vor jedem Laden und nach ungewöhnlichen Ereignissen z. B. Unfall, Sturz, sind Ladegerät und Batterien auf sichtbare Beschädigung zu untersuchen. |
| Beschädigte Batterien oder Ladegeräte dürfen nicht weiter verwendet werden. |
| Batterien sollten nicht unbeaufsichtigt, z. B. in der Nacht, geladen werden. |
| Batterien dürfen nur im zugelassenen Temperaturbereich geladen werden. |
| Batterien sind vor Frost zu schützen. |
| Wenn vom Hersteller nicht ausdrücklich zugelassen, dürfen Ladegeräte nicht an Mehrfachsteckdosen betrieben werden. |
| Ein Wärmestau in Boxen bzw. Fächern oder durch abgedeckte Batterien oder Ladegeräte ist zu vermeiden. |
| Um eine Überdosierung zu vermeiden, dürfen Ladegeräte nicht an Mehrfachsteckdosen betrieben werden. |
| Ladegeräte und Batterien dürfen nicht in der Nähe von und nicht auf brennbaren Materialien betrieben werden. |
| Batterien dürfen nicht in der Nähe von brennbaren Materialien gelagert werden. |
| Werden Pedelecs für einen längeren Zeitraum nicht benutzt, z. B. im Winter, ist für eine Erhaltungsladung bzw. Stützladung der Batterie zu sorgen. |
| Wenn vom Hersteller nicht anders empfohlen, sollten beim Transport des Pedelecs auf dem Auto die Batterien entfernt werden und geschützt vor z. B. Kurzschluss, Feuchtigkeit, Stößen transportiert werden. |
| Es sollten nur zertifizierte Batterien verwendet werden, z. B. nach dem BATSO-Standard. |
| Batterien und Ladegeräte dürfen nicht zweckentfremdet werden. |

Laden über Wechselstrom- oder Gleichstromladeeinrichtungen (Ladebetriebsart 3 oder 4)

Soll ein E-Fahrzeug in kürzerer Zeit geladen werden, sind Ladestationen für die Ladebetriebsart 3 oder 4 und der entsprechende Netzanschluss notwendig. Bei diesen Ladestationen handelt es sich um Neuinstallationen, die durch eine Elektrofachkraft errichtet werden. Werden dabei die einschlägigen Normen beachtet, u. a. die DIN VDE 0100-722, wird im Vergleich zu den Ladebetriebsarten 1 und 2 die Gefahr einer Überlastung der E-Installation und damit die Brandgefahr verringert.

Auch bei diesen Ladebetriebsarten sind geeignete Ablagen oder Aufnahmevorrichtungen für die Ladeleitungen vorzusehen. Bei der Planung und Errichtung der Ladestation ist auch darauf zu achten, ob der Fahrzeughersteller eine Be- und Entlüftung fordert.

Weitere Hinweise zur Planung und Errichtung von Ladestationen

Weitere Hinweise in der VdS 3471 betreffen Ladestationen in Gewerbe- und Industriebereichen sowie in Garagen. So werden beispielsweise Hinweise zur Auswahl des

Aufstellungsortes und dessen Kennzeichnung gegeben, damit leichtentzündliche Materialien von den Ladestationen ferngehalten werden können.

Um einen Brand rechtzeitig erkennen und bekämpfen zu können, werden in Gewerbe- und Industriebereichen Brandmeldeanlagen und Feuerlöscher empfohlen.

Für Fahrzeugnutzer und Nutzer von Pedelecs oder E-Bikes sind Hinweise zum richtigen Umgang mit Ladeleitungen, Ladegeräten und Batterien (**siehe Tabelle 3**) in der VdS 3471 enthalten.

Ausblick

Durch eine Arbeitsgruppe der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE) wird zurzeit der „Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur“ (**siehe Bild 4**) überarbeitet. In der neuen Version des Leitfadens wurden einige Aspekte aus der VdS 3471 übernommen, womit dem Brandschutz verstärkt Rechnung getragen wird.

In dem Leitfaden wird auch das kabellose Laden von E-Fahrzeugen behandelt. Dieses kabellose Laden wird zukünftig an Bedeutung zunehmen. Erste proprietäre Lösungen werden zurzeit getestet. So fährt in

Bild 4 | Deckblatt „Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur“. Herausgeber: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO)



Berlin die Buslinie 204 zukünftig elektrisch und wird an den Haltestellen kabellos aufgeladen. Die ersten Standardlösungen für das kabellose Laden werden für die nächsten Jahre erwartet, und sicherlich wird diesem Thema dann ein Abschnitt in der VdS 3471 gewidmet. Um das Thema Batterieaustausch ist es hingegen sehr ruhig geworden. Ob sich diese Technologie zukünftig am Markt etabliert, bleibt abzuwarten.

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur wird vermutlich verstärkt an den Orten erfolgen, an denen die E-Fahrzeuge länger stehen. Dies betrifft vor allem Parkplätze und Garagen beim Arbeitgeber sowie die heimische Garage. Aber sicherlich wird die Ladeinfrastruktur auch in Einkaufszentren verstärkt ausgebaut.

Fazit

Aufgrund der hohen Verfügbarkeit von Haushaltssteckdosen ist die Ladebetriebsart 2 heute am weitesten verbreitet. Allerdings ist diese Ladebetriebsart aufgrund der beschriebenen Risiken nur bedingt empfehlenswert. Bei einer fachlich einwandfrei ausgeführten Ladestation sind hingegen die Ladebetriebsarten 3 und 4 zu empfehlen. ■

Karsten Callondann,
Referent Schadenverhütung,
GDV,
Berlin

Der Autor dieses Beitrags,
Dipl.-Ing. (FH) Karsten Callondann,
arbeitet für den GDV (Abteilung Sachversicherung/Schadenverhütung).
Kontakt: K.Callondann@gdv.de

Nachdruck aus s+s report 4/2015