Der Technische Leitfaden

Ladeinfrastruktur Elektromobilität

Version 2

Herausgeber

Technischer Leitfaden

Ladeinfrastruktur Elektromobilität

Version 2

Inhaltsverzeichnis

1 Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur – Version 2 4
1.1. Motivation zur Version 2 5
1.2. Zielgruppen 5
1.3. Normen und deren Einfluss 6
1.4. Thematische Abgrenzung 6

2 Das Laden 7
2.1. Normalladen und Schnellladen 8
2.2. Ladebetriebsarten 9
2.3. Combined Charging System 10

3 Die Planung 12
3.1. Bedarf an Anschlussleistung 13
3.1.1. Festlegung der Ladeleistung und Anzahl der Ladepunkte 13
3.1.2. Lastmanagement 13
3.2. Vorkehrungen zur Verbrauchserfassung und für Mehrwertdienste 14
3.3. Installationsort 15
3.4. Elektroinstallation 15
3.4.1. Netzanschluss 15
3.4.2. Neuinstallation und Nachrüstung 16
3.4.3. Hinweise zur Errichtung der Anlage 17
3.5. Blitz- und Überspannungsschutz 18
3.6. Qualifikationen und Ausübungsberechtigung 18

4 Der Betrieb 19
4.1. Sicherheit 20
4.2. Bedienung 21
4.3. Abrechnung und Verwaltung 22

5 Der Anwendungsfall 23
5.1. Allgemeine Hinweise und Empfehlungen 24
5.2. Checkliste 26

6 Der Ausblick 28
6.1. Weiterentwicklung der Normen 29
6.2. Intelligente Stromnetze – „Smart Grids“ 30
6.3. Induktives Laden 31

7 Literatur 32

Abkürzungsverzeichnis 34

1
Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur
Version 2

1.1. Motivation zur Version 2

Die vorliegende weitreichende Überarbeitung des technischen Leitfadens zur Ladeinfrastruktur trägt dem rasanten technologischen Fortschritt und fortwährenden Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Elektromobilität Rechnung.

Konkrete Veränderungen innerhalb der letzten zwei Jahre seit Veröffentlichung der ersten Auflage, die eine umfassende Anpassung erforderlich machen, vollzogen sich sowohl auf technischer Seite als auch im Bereich der Erlassung von Richtlinien.

Entscheidende Punkte sind die marktreife Entwicklung und Standardisierung des Combined Charging Systems CCS und dessen Festschreibung als zukünftiger europäischer Standard in der EU-Richtlinie 2014 / 94 / EU. Diese im Oktober 2014 erlassene Richtlinie verfolgt das Ziel der Etablierung einer europaweit einheitlichen Ladeinfrastruktur mit standardisierten Lade- bzw. Steckersystemen und wurde im Zuge der „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile“ (kurz „Ladesäulenverordnung“, LSV) im März 2016 in deutsches Recht überführt.

Aus diesen und vielen weiteren Gründen ist eine Anpassung des Leitfadens an den neuen Stand der Dinge sinnvoll und angemessen.

Der Leitfaden selbst hat seine Berechtigung in der stetig wachsenden Bedeutung der Elektromobilität und dem Wunsch, die Technologie einer breiteren Öffentlichkeit näher zu bringen. Elektromobilität soll verständlich und greifbar gemacht werden, Vorteile kommuniziert und Berührungsängste sowie etwaige Vorurteile abgebaut werden.

Die Ladeinfrastruktur hat maßgeblichen Einfluss auf den zuverlässigen Ladebetrieb eines Elektrofahrzeuges. Bei Beachtung einiger weniger, aber wichtiger Sicherheitsaspekte ist Elektromobilität einfach und problemlos für alle Anwender zu nutzen.

Eine anwenderfreundliche, sichere, flächendeckende und leistungsfähige Ladeinfrastruktur hat erheblichen Einfluss auf das zuverlässige Laden eines Elektrofahrzeuges und stellt eine der Grundvoraussetzungen für mehr Akzeptanz der Elektromobilität dar.

1.2. Zielgruppen

Dieser Leitfaden richtet sich vorrangig an folgende Zielgruppen:

- **Eigenheim- und Immobilienbesitzer**
- **Immobilienverwalter und Parkhausbetreiber**
- **Architekten und Städteplaner**
- **Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung**
- **Netzbetreiber und Energielieferanten**
- **Elektroplaner und -installateure**

Dabei nehmen die beiden zuletzt genannten eine Dienstleisterrolle gegenüber den übrigen Zielgruppen ein. Investoren, Städteplaner und Betreiber fordern beispielsweise Dienstleistungen an, während Netzbetreiber und Energielieferanten sowie Elektroplaner und -installateure diese Anforderungen bedienen können.

Dieser Leitfaden zeigt auf, was für die fachkundige Planung, Errichtung und den Betrieb einer Ladeinfrastruktur notwendig ist und gibt Hinweise zur Vermeidung von Gefahren oder kostspieligen Fehlinvestitionen. Er bietet einen Überblick über wichtige und zu beachtende Normen und Vorschriften, kann jedoch nur als eine Empfehlung dienen und ersetzt nicht die Unterstützung durch Fachpersonal (z. B. Elektrofachkraft).

1.3. Normen und deren Einfluss

Normen, Richtlinien und Standards öffnen den Markt für die Elektromobilität und bereiten den Weg für ihre rasche Weiterentwicklung bis hin zum massentauglichen Mobilitätskonzept der absehbaren Zukunft. Sie bilden die Basis für die Umsetzung zukünftiger Innovationen im Bereich der Elektromobilität.

Den Investoren bieten Normen hohe Sicherheit für ihre Investitionen in Elektrofahrzeuge und vor allem in Ladeinfrastruktur. Sie schaffen Rahmenbedingungen, innerhalb derer sich Lösungen für wichtige Zukunftsthemen etablieren können. Darüber hinaus fördern und beschleunigen sie Entwicklungsprozesse und stärken die Innovationskraft.

Normung und Standardisierung legen den Grundstein für eine durchgängige Interoperabilität der verschiedenen an der Elektromobilität beteiligten Gewerke. Aus Sicht des Anwenders sorgt dies für eine uneingeschränkte, komfortable und sichere Nutzbarkeit der Technologien – egal, wo er sein Elektrofahrzeug aufladen möchte.

Nicht zuletzt manifestieren Normen einen einheitlich hohen Qualitätsstandard und sorgen auf lange Sicht für Kostensenkungen in der Herstellung durch Mengeneffekte.

1.4. Thematische Abgrenzung

Das Spektrum der am Markt verfügbaren und in Zukunft zu erwartenden Elektrofahrzeuge ist weit größer, als es im Rahmen dieses Leitfadens abzubilden wäre. Entsprechend beschränkt sich das Dokument nur auf die Fahrzeuggruppen der sogenannten „Battery Electric Vehicles“ – kurz BEV – und „Plug-in Hybrid Electric Vehicles“ – kurz PHEV. Beide Konzepte zeichnen sich durch die Möglichkeit aus, das Fahrzeug kabelgebunden oder kabellos am hierfür ausgelegten elektrischen Stromnetz aufladen zu können.

BEVs beziehen ihre Antriebsenergie aus der Fahrzeugbatterie, welche einen oder mehrere Elektromotoren als einzige Vortriebsquelle speist.

PHEVs stellen eine Sonderform der Hybrid-Fahrzeuge dar, welche sich durch das Vorhandensein von Verbrennungs- und Elektromotoren auszeichnen. Die Besonderheit gegenüber anderen Hybriden stellt die Ladeschnittstelle dar, über die ein Aufladen der Fahrbatterie im Stand möglich ist.

Weitere wichtige Fahrzeuggruppen mit Elektroantrieb, auf die im Folgenden jedoch nicht näher eingegangen wird, sind:

- **Elektrobusse**
- **elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge (LKW oder Kleintransporter)**
- **Elektromotorroller (auch Elektroroller oder E-Scooter)**
- **Elektrofahrräder (Pedelecs und E-Bikes)**

2
Das Laden

Für die Versorgung von Elektrofahrzeugen mit elektrischer Energie stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

Beim **Laden mit Wechselstrom (AC Laden)** wird das Fahrzeug mit dem ein- bzw. dreiphasigen Wechselstromnetz über ein geeignetes Ladesystem und eine Ladeleitung verbunden. Das im Fahrzeug eingebaute Ladegerät übernimmt die Gleichrichtung und steuert das Laden der Batterie.

Das **Laden mit Gleichstrom (DC Laden)** benötigt ebenfalls eine Verbindung des Fahrzeugs mit der Ladestation über eine Ladeleitung, wobei das Ladegerät in der Ladestation integriert ist. Die Steuerung des Ladens erfolgt über eine Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation.

Beim **induktiven Laden** erfolgt die Energieübertragung mit Hilfe des Transformatorprinzips. Diese Technologie befindet sich für Elektrofahrzeuge aktuell noch in der Entwicklung und Standardisierung. Aus diesem Grund ist sie kommerziell großflächig noch nicht verfügbar.

Beim **Batteriewechsel** wird die entleerte Batterie aus dem Elektrofahrzeug entfernt und durch eine geladene Batterie ersetzt. Diese Möglichkeit der Energieversorgung spielt aktuell jedoch keine nennenswerte Rolle für die Energieversorgung von Elektrofahrzeugen (PKW), sondern wird insbesondere für Pedelecs, E-Bikes u. ä. Fahrzeuge eingesetzt. Dafür gibt es derzeit noch keine einheitlichen Standards und daher wird auf den Batteriewechsel nicht weiter eingegangen.

2.1. Normalladen und Schnellladen

Die Definitionen für Normal- und Schnellladen sind in der EU-Richtlinie 2014/94/EU „Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ definiert und ergeben sich einzig aus den beim Ladevorgang angewendeten Ladeleistungen.

So werden alle AC-Ladevorgänge mit einer Ladeleistung von bis zu 22 kW als Normalladen klassifiziert, Ladevorgänge mit höheren Leistungen werden als AC- oder DC-Schnellladen bezeichnet.
Die folgende Abbildung zeigt diese Klassifizierung.

Fahrzeugseitige Steckvorrichtungen für das Normal- und Schnellladen an öffentlich zugänglichen Ladepunkten

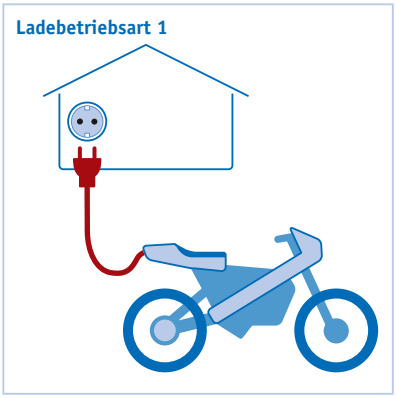
Definition gemäß der EU-Richtlinie

AC-Normalladen	≤ 22 kW	Ladeschnittstelle Typ 2	
AC-Schnellladen	> 22 kW	Ladeschnittstelle Typ 2	
DC-Schnellladen	> 22 kW	Ladeschnittstelle Combo 2	

Darüber hinaus ist es über die Ladeschnittstelle Combo 2 auch möglich, DC-Normalladen bis 22 kW zu betreiben.

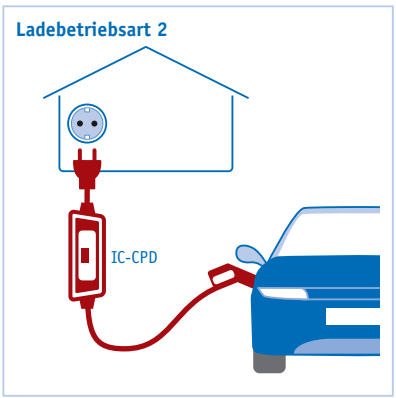
2.2. Ladebetriebsarten

Das kabelgebundene Laden von Elektrofahrzeugen (inklusive Pedelecs, E-Bikes, etc.) kann in unterschiedlichen Ladebetriebsarten erfolgen, die in der Systemnorm DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1) definiert worden sind.



Ladebetriebsart 1 (mode 1)

Diese Ladebetriebsart beschreibt das Laden mit Wechselstrom an einer landesüblichen Haushaltssteckdose („Schutzkontakt-steckdose“) oder einer ein- bzw. dreiphasigen Industriesteckdose (z. B. „CEE-Steckdose“) ohne Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur. Sie wird nur von wenigen Fahrzeugherstellern unterstützt, da für diese Ladebetriebsart das Vorhandensein einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI-Schutzschalter, RCD (Residual Current Device)) in der Infrastruktur zwingend erforderlich ist. Dies kann insbesondere bei Bestandsinstallationen nicht immer gewährleistet werden.



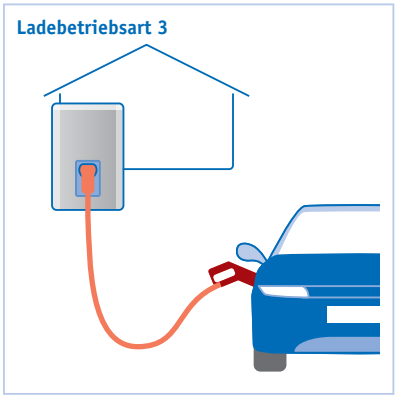
Ladebetriebsart 2 (mode 2)

Wie auch bei der Ladebetriebsart 1 können bei dieser Ladebetriebsart auf der Infrastrukturseite Haushaltssteckdosen oder Industriesteckdosen mit Wechselstrom genutzt werden. Im Unterschied zur vorherigen Betriebsart befindet sich in der Ladeleitung des Fahrzeugs eine Steuer- und Schutzeinrichtung („In Cable Control and Protection Device“ IC-CPD). Sie übernimmt den Schutz vor elektrischem Schlag bei Isolationsfehlern für den Fall, dass der Kunde sein Fahrzeug an eine Steckdose anschließt, die bei der Errichtung nicht für das Laden von Elektrofahrzeugen vorgesehen war. Über ein Pilotsignal erfolgt ein Informationsaustausch und eine Überwachung der Schutzleiterverbindung zwischen der IC-CPD und dem Fahrzeug.

Unter diese Ladebetriebsart fallen auch Ladeeinrichtungen, die nicht fest mit der Installation verbunden sind.

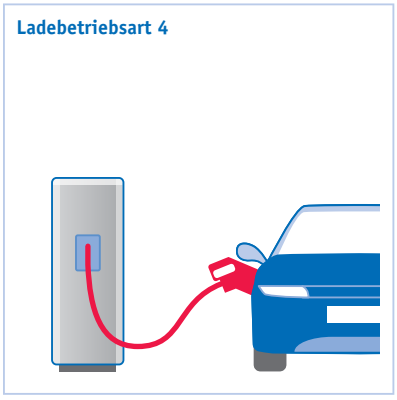
Optional verfügt die Steckverbindung am Fahrzeug über eine Verriegelung, um Manipulationen durch Dritte zu verhindern.

Bei Neuinstallationen, Änderungen und Erweiterungen elektrischer Anlagen ist das Vorhandensein einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in der Infrastruktur zwingend erforderlich. Dies ist beim Bereitstellen von Ladepunkten für diese Ladebetriebsart zu berücksichtigen.



Ladebetriebsart 3 (mode 3)

Die Ladebetriebsart 3 wird für das ein- bzw. dreiphasige Laden mit Wechselstrom bei fest installierten Ladestationen genutzt. Die Sicherheitsfunktionalität inklusive Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ist in der Gesamtinstallation integriert, so dass nur eine Ladeleitung mit zweckgebundenem Stecker auf der Infrastrukturseite notwendig ist. Unter Umständen ist auch eine fest an der Ladestation angeschlossene Ladeleitung mit entsprechender Fahrzeugkupplung vorhanden. Die Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeug erfolgt über die Ladeleitung. Bei dieser Ladebetriebsart werden bei Verwendung des Typ 2 die Steckverbinder auf beiden Seiten der Ladeleitung verriegelt.



Ladebetriebsart 4 (mode 4)

Die Ladebetriebsart 4 ist für das Laden mit Gleichstrom (DC-Laden) an fest installierten Ladestationen vorgesehen. Die Ladeleitung ist immer an den Ladestationen fest angeschlossen. Im Gegensatz zu den anderen Ladebetriebsarten ist bei dieser das Ladegerät in der Ladestation integriert, welche auch die Sicherheitsfunktionalitäten umfasst. Die

Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeug erfolgt über die Ladeleitung. Darüber hinaus erfolgt die Verriegelung des Steckverbinders.

Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation

Bei den Ladebetriebsarten 2, 3 und 4 gibt es immer eine Basiskommunikation zwischen der IC-CPD bzw. der Ladestation und dem Fahrzeug, über welche Informationen zu den grundlegenden Betriebszuständen ausgetauscht werden.

Eine zusätzliche Kommunikation gemäß der Norm ISO 15118 ist bei der Ladebetriebsart 3 optional möglich. Wird Ladebetriebsart 4 in Verbindung mit dem „Combined Charging System" genutzt, ist die erweiterte Kommunikation nach ISO 15118[1] verpflichtend vorgesehen.

Diese erlaubt den Austausch von zahlreichen Daten wie z. B. Angaben zum Energiebedarf, geplanter Dauer des Ladevorgangs, Informationen zum Preis und zur Abrechnung. Bei der Auswahl der Ladetechnologie im Zuge der Errichtung neuer Ladestationen sollten diese Möglichkeiten in Betracht gezogen werden.

Die Ladebetriebsarten 3 und 4 basieren auf einer speziell für Elektrofahrzeuge errichteten Infrastruktur und bieten ein hohes Maß an elektrischer Sicherheit und Schutz der Installation vor Überlastung (Brandschutz). Weiterhin ist bei diesen Ladebetriebsarten die Verriegelung der Ladesteckverbinder gegeben. Dies bietet Schutz vor Manipulationen durch Dritte.

Die LSV fordert bei öffentlich zugänglichen Ladestationen mindestens die Verwendung der Steckdose Typ 2 für das Wechselstromladen und der Kupplung Combo 2 für das Gleichstromladen und damit implizit mindestens die Ladebetriebsarten 3 oder 4 vorzusehen.

Für Neuerrichtungen werden nur Ladepunkte mit den Ladebetriebsarten 3 und 4 empfohlen, da aktuelle und zukünftige Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in der Regel die Ladebetriebsart 3 für das AC-Laden und ggf. die Ladebetriebsart 4 für das DC-Laden unterstützen.

2.3. Combined Charging System

Die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladepunkt ist ein entscheidendes Kriterium für eine sichere und komfortable Nutzung der Ladeinfrastruktur. Bis heute existieren bereits viele verschiedene Ladestecker und Kupplungsvarianten für die zuvor beschriebenen Ladebetriebsarten auf dem Markt, die untereinander jedoch inkompatibel sind. Aus diesem Grund gab es in den letzten Jahren Bemühungen seitens Industrie, Normungsorganisationen, Verbänden und Politik einen europäischen Standard mit internationalem Potential zu erarbeiten.

Das Combined Charging System (CCS) ist ein offenes, universelles Ladesystem für Elektrofahrzeuge, das auf den internationalen Standards der IEC-61851-Reihe für Ladeinfrastruktur und den Standards für Ladesteckverbinder nach IEC 62196 aufbaut. Das CCS vereint einphasiges Laden bis schnelles dreiphasiges Wechselstromladen (max. 43 kW) und bietet sehr schnelles Gleichstromladen (bis 200 kW und perspektivisch bis 350 kW) in einem einzigen System. Als System beinhaltet das CCS sowohl die Stecker als auch die Kontrollfunktionen und die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Infrastruktur und bietet die Lösung für alle erforderlichen Ladeszenarien an.

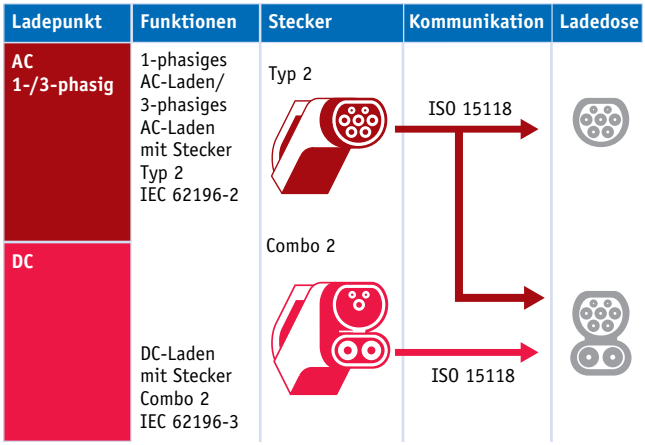
Für die fest installierte Ladestation bietet das CCS folgende Optionen:

- **Laden in Ladebetriebsart 3: AC-Laden mit dem Stecker Typ 2 entsprechend der Norm IEC 62196-2 in Verbindung mit einer Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtung gemäß Pilotsignal entsprechend IEC 61851-1 Annex A und optional auch entsprechend ISO 15118.**
- **Laden in Ladebetriebsart 4: DC-Laden mit dem Stecker Combo 2 entsprechend der Norm IEC 62196-3 in Verbindung mit einer Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtung basierend auf ISO 15118 und/oder DIN SPEC 70121.**

1 Übergangsweise ist auch die Kommunikation nach DIN SPEC 70121 zulässig.

Die folgende Abbildung zeigt die fahrzeugseitigen Steckvorrichtungen des Systems im Überblick:

Combined Charging System – ein System für AC- und DC-Laden



Es ist zu berücksichtigen, dass nicht von allen Ladestationen und nicht von allen Fahrzeugen alle oben beschriebenen Möglichkeiten unterstützt werden.

Wenn beispielsweise ein Fahrzeug mit einer Ladedose Combo 2 ausgestattet ist, besteht die Möglichkeit des Anschlusses an alle AC Typ 2- und DC Combo 2-Ladepunkte.

Durch die Errichtung von Ladeinfrastruktur mit dem auf internationalen Standards basierenden CCS ist die Interoperabilität für das Laden von Elektrofahrzeugen sichergestellt.

Mit CCS wurde ein Ladesystem entwickelt und standardisiert, das alle Voraussetzungen erfüllt, um das Ziel einer einheitlichen, nutzerfreundlichen und leistungsstarken Ladeinfrastruktur verwirklichen zu können. Insbesondere seine Interoperabilität prädestiniert das System für die Anwendung im öffentlich zugänglichen Raum. Des Weiteren erfüllt das System schon heute die Anforderungen der geplanten höheren Ladeleistungen. Daher empfiehlt die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), auf Grund der hergestellten Einigkeit und Investitionssicherheit, die Infrastruktur so schnell wie möglich flächendeckend CCS-konform auszubauen.

3
Die Planung

3.1. Bedarf an Anschlussleistung

Die korrekte Dimensionierung der Anschlussleistung hat maßgeblichen Einfluss auf den sicheren und zuverlässigen Ladebetrieb. Bei der Planung muss folglich

- **die Art und Anzahl der Fahrzeuge, die für diesen Standort zu erwarten sind,**
- **die Ladeleistung der anzuschließenden Fahrzeuge,**
- **die erwartete durchschnittliche Parkdauer und**
- **das Ladeverhalten der Fahrzeugbesitzer**

berücksichtigt werden. Zudem kann mit einem

- **Lastmanagement**

der Bedarf an Anschlussleistung reduziert werden.

Die Variabilität dieser Einflussfaktoren ist sehr hoch und erschwert eine Vorgabe von Richtwerten für die Zahl der Ladepunkte und der zu installierenden Leistung.

3.1.1. Festlegung der Ladeleistung und Anzahl der Ladepunkte

Einphasiges AC-Laden stellt den kleinsten gemeinsamen Nenner beim Laden von Elektrofahrzeugen dar. Gemäß der meisten in Deutschland gültigen Technischen Anschlussbedingungen (TAB) ist einphasiges Laden bis in der Regel 4,6 kVA zulässig, in Einzelfällen sind abweichende Festlegungen seitens der Verteilnetzbetreiber möglich. Bei höheren Ladeleistungen muss dreiphasiges AC-Laden oder DC-Laden verwendet werden.

Dreiphasiges AC-Laden kann z. B. mit bis zu 3 × 16 A (11 kW), 3 × 32 A (22 kW) oder 3 × 63 A (43 kW) ausgestattet sein.

Typische DC-Ladeleistungen liegen aktuell bei 50 kW. Dies lässt sich mit einem 3 × 125 A AC-Anschluss (bis zu 86 kW) realisieren. Perspektivisch unterstützt das Combined Charging System Ladeleistungen bis 350 kW, wobei derartige Leistungen zumeist dedizierte Netzanschlüsse in Mittelspannung (Ortsnetztransformatoren) benötigen.

Es ist zu erwarten, dass viele angebotene Ladestationen sich bei den Anschlussleistungen an den oben angegebenen Staffelungen der Anschlusswerte orientieren werden.

Die folgende Tabelle veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Ladetechnologie und potentieller Ladeleistung:

Aktuell typische Werte beim Laden von Elektrofahrzeugen

Fahrzeuge	Ladetechnologie	Ladeleistung (kW)	Ladestrom (A)	Netzanschluss der Ladeinfrastruktur
Elektrofahrzeuge BEV und PHEV	AC 1-phasig	Bis 3,7	Bis 16	AC, 1-phasig 230 V, 16 A
	AC 3-phasig	Bis 43	Bis 63	AC, 3-phasig 400 V, 3 x 63 A
	DC	Bis 80	Bis 200	AC, 3-phasig 400 V, 3 x 125 A

Die Ladedauer eines Elektrofahrzeuges ist u. a. abhängig von der infrastrukturseitig zur Verfügung stehenden Ladeleistung. Gerade bei Elektrofahrzeugen mit größeren Batteriekapazitäten oder schnellladefähigen Batterien kann eine deutlich reduzierte Ladedauer durch dreiphasiges AC-Laden oder DC-Laden mit einer größeren Leistung ermöglicht werden. Bei kleineren Batteriekapazitäten, wie sie für Pedelecs, E-Bikes und E-Scooter ausreichen, erfolgt der Anschluss an das Wechselstromnetz einphasig durch die Nutzung vorhandener Haushaltssteckdosen.

Hinweise für die zu installierende Ladeleistung können die zu erwartenden durchschnittlichen täglichen Fahrleistungen geben.

Für jede Ladestation muss festgelegt werden, wie viele Ladepunkte zur Verfügung gestellt werden und ob diese gleichzeitig mit voller Leistung betrieben werden sollen.

3.1.2. Lastmanagement

Alternativ oder ergänzend zu einer Verstärkung des Netzanschlusses kann ein sogenanntes Lastmanagement eingesetzt werden. Durch ein solches Lastmanagementsystem können verschiedene Parameter der Ladevorgänge, wie z. B. die Maximalleistung oder die Priorisierung von Ladevorgängen, festgelegt werden. Ein Lastmanagement kann, gerade bei größeren Liegenschaften, zur Vermeidung oder Reduzierung von kostenintensiven Lastspitzen beitragen. Bei mehreren gleichzeitig ablaufenden Ladevorgängen wird durch den Einsatz eines Lastmanagements die Überlastung der Elektroinstallation verhindert.

Ein Lastmanagementsystem kann zu einer Herabsetzung des Gleichzeitigkeitsfaktors führen, wodurch die Anforderungen

an die Belastbarkeit der Installation reduziert werden. Insbesondere in Gebäuden mit mehreren Nutzern, z. B. die Tiefgarage eines Mehrfamilienhauses, ist ein Lastmanagement zu empfehlen, um eine teure Überdimensionierung des Netzanschlusses und der Elektroinstallation zu vermeiden.

Der Gleichzeitigkeitsfaktor bildet ab, wie viele elektrische Verbraucher in einem Haushalt oder Stromkreis gleichzeitig mit voller Leistung betrieben werden. Er wird mit der Leistungssumme aller zu berücksichtigenden Verbraucher verrechnet und lässt eine Aussage über die einzuplanende Gesamtanschlussleistung zu.

Beispiel:
Beträgt die Summe der Leistungen aller in einem Einfamilienhaus installierten Verbraucher z. B. 25 kW und setzt man einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 an, so müsste eine Gesamtanschlussleistung von mind. 12,5 kW vorgesehen werden.

Bei Anschlüssen mit hohem Energiebedarf, in der Regel mehr als 100.000 kWh pro Jahr, erfolgt die Energieabrechnung üblicherweise nicht nur nach bezogener Energiemenge, sondern auch nach dem maximalem Leistungsbedarf (Leistungs- und Arbeitspreis). Hier ist ein Lastmanagement besonders sinnvoll, um zu verhindern, dass die Elektrofahrzeuge dann laden, wenn durch die anderen ungesteuerten Verbraucher ohnehin eine Leistungsspitze auftritt. Vielmehr sollten die Elektrofahrzeuge dann laden, wenn die Last durch die ungesteuerten Verbraucher niedrig ist. Je nach Anzahl und Leistungsbedarf der Elektrofahrzeuge könnte es auch sinnvoll sein, dass nicht alle Fahrzeuge zeitgleich laden und gemeinsam eine hohe Lastspitze ausprägen.

Bei größeren Energiemengen können sich spezielle Tarife der Energielieferanten lohnen. Unterbrechbare oder abschaltbare Verbrauchseinrichtungen, die über einen separaten Zählpunkt verfügen, bieten eine Möglichkeit zur Einsparung von Energiekosten (siehe § 14a EnWG).
Ein Lastmanagement kann gleichzeitig zur verbesserten Nutzung regenerativer Energien eingesetzt werden. Gegebenenfalls ist die Einbindung in ein Heim-Energie-Management-System, beispielsweise zur Eigennutzung von Solarstrom, vorzusehen.

3.2. Vorkehrungen zur Verbrauchserfassung und für Mehrwertdienste

Für den Betrieb einer komplexen Ladeinfrastruktur wird empfohlen, bereits bei der Planung entsprechende Maßnahmen zur Verbrauchserfassung vorzusehen. Bei Ladepunkten, bei denen „Messgrößen bei der Lieferung von Elektrizität" genutzt werden, muss deren Erfassung gemäß dem geltenden Mess- und Eichgesetz (MessEG) und der Mess- und Eichverordnung (MessEV) erfolgen. Nach dem zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens geltenden Eichgesetz müssen alle Messgeräte zur Erfassung von Messgrößen bei der Lieferung von Elektrizität (elektrische Arbeit und Leistung sowie Ladezeit) grundsätzlich die Einhaltungen der wesentlichen Anforderungen an Messgeräte nachweislich erfüllen. Weil zur Zeit der Erstellung des Leitfadens für DC-Ladesysteme kein eichrechtkonformes Messverfahren festgelegt ist, gelten zunächst die „Allgemeinen wesentlichen Anforderungen" nach § 7 der MessEV. Die Konkretisierung der Anforderungen erfolgt durch die für Messgeräte im Bereich Elektromobilität anerkannten Konformitätsbewertungstellen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt die einzige solcher Stellen. Weitere folgen jedoch voraussichtlich im Laufe des Jahres 2016.

Verschiedene Funktionen der Ladeinfrastruktur, wie Authentifizierung, Übertragung des Status des Ladepunkts, Übertragung von Zählerstands- und Abrechnungsinformationen oder Demand Management benötigen Zugriff auf ein sogenanntes Backend, also eine nachgeschaltete Netzwerkstruktur wie beispielsweise ein Datenbank-Server, auf dem die Informationen abgelegt bzw. von dem sie abgerufen werden können.

Als Zusatzdienstleistungen können Mehrwertdienste wie beispielsweise ein dynamisches Last- oder Energiemanagement angeboten werden. Hierfür sind Verbindungen über das Backend zu den entsprechenden Dienstleistern (Ladestationsbetreiber, Messstellenbetreiber, Stromvertrieb etc.) notwendig. Für den Planer bzw. Errichter ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, gegebenenfalls adäquate Netzwerkverbindungen bereitzustellen.

3.3. Installationsort

Die Auswahl der Örtlichkeit hat so zu erfolgen, dass alle Handhabungen rund um das Laden immer sicher möglich sind. Das Fahrzeug muss ohne Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Kabeltrommeln angeschlossen werden können. Die Ladestation muss folglich in unmittelbarer Nähe der zu versorgenden Stellflächen montiert werden, ohne aber selbst eine Gefährdung für Personen oder Fahrzeuge darzustellen. Details zu Installationsorten im öffentlichen und halböffentlichen Raum sollten frühzeitig mit kommunalen Konzepten zur Elektromobilität und Ladeinfrastruktur abgestimmt werden. Geeignete Ansprechpartner in der kommunalen Verwaltung können dort erfragt werden und sind häufig im Bau-, Stadtplanungs-, Verkehrs- oder Umweltamt zu finden.
Die Aufstellungsart der Ladestation – freistehend als Ladesäule oder wandbefestigt als „Wallbox" – sollte vorab festgelegt werden. Für den gesamten Aufbau muss die Standsicherheit nachgewiesen werden. Die Beschaffenheit der Strukturen, an denen die Ladestation befestigt werden soll, ist zu berücksichtigen (z. B. Wandstärke und -material).

In bestimmten Gewerbe- und Industriebereichen sind aus Gründen des Brandschutzes Ladestationen nicht zulässig. Dies betrifft vor allem feuergefährdete Betriebsstätten nach DIN VDE 0100-420 sowie explosionsgefährdete oder explosiv-stoffgefährdete Bereiche. Für die Installation von Ladestationen ist auch die Garagenverordnung des jeweiligen Bundeslandes zu beachten. Diese gibt Auskunft, in welchen Räumen keine Kraftfahrzeuge abgestellt werden dürfen.

Design und Abmessungen der Ladestation sind dem Umfeld entsprechend zu wählen. Für eine ausreichende Beleuchtung am Betriebsort ist Sorge zu tragen. Je nach Aufstellungsort und Art der Nutzung muss die Ladestation Anforderungen gegenüber umweltbedingten Einflussfaktoren erfüllen: mechanische Festigkeit (Rammschutz, Vandalismus, Graffiti), Wetterfestigkeit (geeignete Schutzart, Betriebstemperaturbereich), UV-Lichtbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Vibrationen.
Die Normung dieser Anforderungen ist noch nicht finalisiert, aber die deutsche Vornorm DIN IEC/TS 61439-7 (VDE V 0660-600-7) gibt bereits eine Orientierung zu den zukünftig zu erwartenden Anforderungen.

3.4. Elektroinstallation

Zwischen klassischen elektrischen Verbrauchern im Haushalt und der Versorgung eines Elektrofahrzeuges mit elektrischer Energie bestehen trotz gleichen Grundprinzips wichtige Unterschiede, die sehr schnell den Bedarf nach gründlicher Planung und großzügiger Auslegung verdeutlichen.

Während beispielsweise beim Betrieb einer Waschmaschine keine besonderen Vorkehrungen zu treffen sind, müssen beim Laden eines Elektrofahrzeuges die speziellen Anforderungen des Ladevorgangs beachtet werden. Die Waschmaschine hat zwar eine ebenfalls hohe Leistungsaufnahme, ruft dieses Potential jedoch nur für eine vergleichsweise kurze Dauer – zum Aufheizen des Wassers – ab.

Beim Elektrofahrzeug wird über die gesamte Dauer des Ladevorgangs – u. U. mehrere Stunden – eine sehr hohe elektrische Leistung abgerufen. Folglich muss die Ladeinfrastruktur entsprechend ausgelegt sein.

Nicht nur im privaten, sondern auch im öffentlich zugänglichen Bereich muss eine sichere, über mehrere Stunden andauernde, unbeaufsichtigte Aufladung gewährleistet sein.

3.4.1. Netzanschluss

Das Potential des Hausanschlusses kann schon bei einer kleinen Anzahl gleichzeitig ladender Elektrofahrzeuge erschöpft sein. Es kann durchaus notwendig werden, für die Versorgung der Elektrofahrzeuge den Hausanschluss zu verstärken oder einen separaten Hausanschluss für das Laden von Elektrofahrzeugen zu installieren. Die notwendigen Angaben erhält der Netzbetreiber durch den Inbetriebnahmeantrag des Elektroinstallateurs. Insbesondere bei Ladestationen mit einer Leistung über 12 kW ist gemäß Technischer Anschlussbedingungen (TAB) auch bei nachträglicher Errichtung ein ergänzender Inbetriebnahmeantrag erforderlich. Außerdem besteht die Verpflichtung zur Einhaltung einer symmetrischen Belastung bei Leistungen größer als 4,6 kVA[2] .

Beim direkten Anschluss von Ladestationen an das öffentliche Verteilnetz sind die Anforderungen der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4102 zu berücksichtigen. Je nach Anschluss-

2 Im Gegensatz zu der Einheit der Wirkleistung Watt (W) ist Voltampere (VA) die Einheit der Scheinleistung, diese umfasst neben der Wirkleistung auch die Blindleistung.

leistung der zu installierenden Ladeeinrichtung und der geplanten Nutzung sind Maßnahmen in Bezug auf den Strombezug zu treffen. Die Anmeldung des geänderten Netzanschlussverhältnisses erfolgt durch die ausführende Elektrofachkraft bzw. den Elektrofachbetrieb.

Für Ladeinfrastruktur mit Leistungen unter 12 kW besteht keine Anzeigepflicht gegenüber dem Netzbetreiber. Jedoch ist zu beachten, dass bereits mit einer relativ kleinen Anzahl von Anlagen kleinerer Leistung schnell die Leistungsgrenze der lokalen Stromversorgung überschritten werden kann. Um also eine sukzessive, unbemerkte Überlastung zu vermeiden, ist bei der Auslegung der örtlichen Installationen genau zu prüfen, welcher Bedarf zukünftig entstehen könnte. Dabei kann die Wohnlage bzw. die zu erwartende Kundschaft sowie die Stadtentwicklung der Kommune einen Hinweis geben. Eine von vornherein großzügige Dimensionierung der entsprechenden Zuleitungen, Verteiler und sonstiger Bauteile kann hohe Folgekosten einer späteren Nach- bzw. Umrüstung vermeiden.

Zur Zeit wird die VDE-AR-N 4100 „Technische Anschlussregeln Niederspannung“ erarbeitet, die zukünftig die Technischen Anschlussbedingungen und die VDE-AR-N 4102 zusammenfasst und dabei auf die besonderen Anforderungen der Elektromobilität eingeht.

3.4.2. Neuinstallation und Nachrüstung

Bei der Planung von Neu- oder Umbauten ist zu berücksichtigen, dass für den Zeitraum nach 2020 deutlich wachsende Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen erwartet werden. Je nach Lage und Nutzergruppe einer Liegenschaft kann es dann sehr schnell zu einer deutlichen Häufung der Nachfrage nach Ladeinfrastruktur kommen. Planungsgrundlage für elektrische Anlagen in Wohngebäuden stellt die DIN 18015-1 dar. Sie sieht für eine Ladeeinrichtung eine Zuleitung, ausgelegt für eine Strombelastbarkeit von 32 A, von der Hauptverteilung bzw. dem Zählerschrank zum Ladeplatz vor. Um erhebliche Folgekosten zu vermeiden, empfiehlt es sich mindestens ein entsprechendes Leerrohr zur Aufnahme einer solchen Leitung vorzusehen. Des Weiteren soll ein separates Leerrohr für ein Netzwerkkabel zum Ladeplatz verlegt werden, um die Ladestation für zukünftige Anwendungen im intelligenten Haus bzw. Stromnetz anzubinden.

In großen Liegenschaften ist zudem abzuwägen, ob jedem Stellplatz eine direkt an die jeweilige Abrechnungsmessung angeschlossene Ladung ermöglicht werden soll. Alternativ können zentrale Ladestationen mit optimierter Ladeinfrastruktur vorgesehen werden, welche durch Dienstleister errichtet, betrieben und abgerechnet werden können.

Anders als bei Neuinstallationen wurden bestehende Elektroinstallationen in der Regel nicht für das Laden von Elektrofahrzeugen ausgelegt. Aus diesem Grund kann das Laden an unbekannten Installationen gefährlich sein. Dies gilt nicht nur für den Ladevorgang ab der Ladeeinrichtung, sondern auch für die vorgelagerte Installation. Hier gilt es Überlastungen und damit das Risiko von Bränden oder die Beeinträchtigung der Funktion vorhandener Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen zu vermeiden.

Deshalb ist es empfehlenswert, vor einer solchen Nutzung, die bestehende elektrische Installation auf Übereinstimmung mit der DIN VDE 0100-722 überprüfen zu lassen. Die Norm beschreibt die speziellen Anforderungen für die Energieversorgung von Elektrofahrzeugen. Unter anderem wird dort für jeden Ladepunkt ein eigener Endstromkreis mit einer separaten Absicherung und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung gefordert, für die, sofern kein Lastmanagement vorhanden ist, ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 anzunehmen ist. Sollte keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung auf Seiten der Ladeinfrastruktur installiert sein, muss diese nachgerüstet werden. Dabei ist zu beachten, dass sie für das Laden von Elektrofahrzeugen geeignet sein muss.

Wie im Abschnitt „Lastmanagement“ auf Seite 16 bereits erwähnt, kann der Gleichzeitigkeitsfaktor eines Verteilerstromkreises, welcher mehrere Ladepunkte versorgt, bei Vorhandensein eines Lastmanagements reduziert werden.

Die Elektroinstallation eines Hauses wird für die Verbraucher zum Zeitpunkt des Baus ausgelegt. Aus diesem Grund sind vorhandene Installationen unter Umständen für häufiges Laden mit hohen Leistungen über längere Zeiträume nicht geeignet. Daher wird empfohlen, vorhandene Installationen vor dem Anschluss von Elektrofahrzeugen von einer eingetragenen Elektrofachkraft hinsichtlich der DIN VDE 0100-722 überprüfen und sie gegebenenfalls dementsprechend ertüchtigen zu lassen.

Auch bei Neuinstallationen und Erweiterungen bestehender Anlagen sollte das Fachpersonal über die beabsichtigte Nutzung zum Laden von Elektrofahrzeugen informiert werden.

Schutzkontaktsteckdosen sind nach DIN VDE 0620-1 für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen ausgelegt und nur für begrenzte Zeiträume mit dem maximalen Bemessungsstrom von 16 A belastbar. Beim mehrstündigen Laden von Elektrofahrzeugen kann durch Alterungsprozesse der Kontakte, an Klemmstellen in der Zuleitung oder durch unsachgemäße Installation ein erhöhter Widerstand im Stromkreis entstehen. Daraus resultiert in Folge einer unzulässigen Erwärmung – genannt „Hotspot" – eine erhöhte Brandgefahr.

Bei geschalteten Steckdosen ist darauf zu achten, dass der Schalter auf den Bemessungsstrom der Steckdose und die vorgesehene Anschlussleistung abgestimmt sein muss.

Daher wird empfohlen, Ladestationen der Betriebsarten 3 oder 4 zu installieren. Diese bieten Anwendungs- und Investitionssicherheit sowie Komfort.

3.4.3. Hinweise zur Errichtung der Anlage

Die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität gehört zu den Energieanlagen bzw. elektrischen Anlagen. Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind, vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften, die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten (vgl. § 49 EnWG).
Zum Betrieb gehören auch das Erweitern, Ändern und Instandhalten.

Es wird vermutet, dass diese Regeln eingehalten wurden, wenn die technischen Regeln des VDE eingehalten wurden. Damit erlangt die Einhaltung der Normen beim Errichten, Erweitern, Ändern und Instandhalten eine besondere Bedeutung für Sicherheit und Funktionalität, aber auch für die juristische Absicherung.

Der Einbau einer am Netz fest installierten Ladestation für die Ladebetriebsarten 3 und 4 oder der Einbau einer Schutzkontakt- oder Industriesteckdose für die Ladebetriebsarten 1 und 2 in eine bestehende Infrastruktur stellt eine Erweiterung der elektrischen Anlage dar. Insbesondere bei der Integration in bestehende elektrische Anlagen sind die Installationsbedingungen vorab durch eine Elektrofachkraft zu prüfen. Bei Neuinstallationen und Erweiterungen sind die entsprechenden Teile der VDE 0100, insbesondere Teil 722, zu berücksichtigen. Weiterhin ist die Verfügbarkeit der Anschlussleistung mit dem Netzbetreiber zu klären.

Werden Ladestationen in Gewerbe- und Industriebereichen oder in Garagen ab 100 m² Nutzfläche geplant, sollten die gegebenenfalls bestehenden regionalen Vorschriften, wie beispielsweise die Landesbauordnung sowie die Hinweise zum Sachschutz aus der „Publikation der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung – Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge" (VdS 3471) berücksichtigt werden.
Es sollte eine Abstimmung mit dem Brandschutzamt, Bauamt und Versicherer erfolgen.

In der zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens veröffentlichten LSV ist bei öffentlich zugänglichen Ladestationen eine Meldung an die Regulierungsbehörde notwendig.
Für die Steckvorrichtungen der Ladepunkte wird empfohlen, AC-Steckdosen des Typ 2 gemäß DIN EN 62196-2 und DC-Fahrzeugkupplungen Combo 2 gemäß DIN EN 62196-3 zu verwenden, da diese Steckvorrichtungen der LSV entsprechen.

3.5. Blitz- und Überspannungsschutz

Zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden ist gemäß DIN VDE 0100-443 der Schutz gegen Überspannungen infolge der atmosphärischen Einflüsse zu bewerten und zu berücksichtigen. Die wichtigsten Einflussfaktoren stellen hierbei der Standort und die notwendige Verfügbarkeit der Ladestation dar. Ist eine Gefährdung durch direkte Blitzeinschläge zu berücksichtigen, dann sind zusätzlich die Blitzschutz-Normen der Reihe DIN EN 62305 (VDE 0185-305) heranzuziehen.

Die Auswahl der geforderten Überspannungsschutzeinrichtungen ist in der DIN VDE 0100-534 geregelt.

3.6. Qualifikationen und Ausübungsberechtigung

Nach DIN VDE 1000-10 dürfen nur Elektrofachkräfte mit Aufgaben rund um Bewertung, Planung, Errichtung, Erweiterung, Änderung und Instandhaltung von Ladeinfrastruktur betraut werden. Die für die Unfallversicherung maßgeblichen Festlegungen der DGUV Vorschrift 3 (ehemals BGV A3) sehen verbindlich vor, dass die entsprechende Qualifikation für diese Arbeiten vorliegt.

Darüber hinaus ist energierechtlich nach § 13 der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) für das Errichten, Erweitern und Ändern sowie die Instandhaltung bestimmter Teile einer elektrischen Anlage die Eintragung des Installationsunternehmens in das Installateurverzeichnis des Verteilnetzbetreibers erforderlich. Gewerberechtlich ist dafür die Eintragung des Firmeninhabers oder des Betriebsleiters in die Handwerksrolle erforderlich.

4
Der Betrieb

Im folgenden Kapitel wird speziell auf die Belange und Vorgaben des Betriebes von Ladeinfrastruktur eingegangen. Ergänzend zu den im vorherigen Abschnitt genannten werden hier noch weitere sicherheitsrelevante Aspekte nach der Inbetriebnahme erörtert. Darüber hinaus finden sich umfangreiche Hinweise zur Handhabung der Anlagen sowie Ausführungen zur Abrechnung der Ladevorgänge bzw. der abgegebenen Energiemengen in diesem Teil des Leitfadens.

4.1. Sicherheit

Auch nach der Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur sind unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten verschiedene Vorgaben zu beachten.

Verwendungshinweise für Ladeleitungen

Ladeleitungen sind sorgfältig zu behandeln und vor mechanischen Beschädigungen zu schützen. Bei fest installierten Ladeleitungen muss der Betreiber der Ladestation im Rahmen der Betreiberverantwortung für die Sicherheit der Ladeleitungen sorgen. Vor jeder Verwendung ist die Ladeleitung durch den Benutzer auf sichtbare Beschädigungen zu kontrollieren. Defekte Steckvorrichtungen und Leitungen sind nicht weiter zu verwenden. Nach Benutzung der Ladeleitungen und Steckvorrichtungen sind diese in die dafür vorgesehenen Aufnahmevorrichtungen abzulegen bzw. im Fahrzeug zu verstauen.

Brandschutz

In Gewerbe- und Industriebereichen sowie in Garagen können besondere Brandschutzmaßnahmen notwendig sein. In der direkten Umgebung des Ladeplatzes dürfen keine leicht entzündlichen Materialien gelagert werden.

An geeigneter Stelle sollten dem Anwendungsfall entsprechende Feuerlöscher vorgesehen werden. Hierbei ist besonders auf die jeweiligen Spezifikationen unterschiedlicher Löschsysteme im Zusammenhang mit elektrischen Anlagen bzw. deren Zulassung für spezifische Brandklassen zu achten. Insbesondere bei ABC-Feuerlöschern sind die Herstellerangaben bezüglich des Löschabstandes zu elektrischen Anlagen zu beachten.

Um einen Brand frühzeitig zu detektieren und rechtzeitig bekämpfen zu können, wird das Errichten von Brandmeldeanlagen in Gewerbe- und Industriebereichen empfohlen.

Prüfung

Eine regelmäßige Prüfung der Sicherheit öffentlich zugänglicher sowie gewerblich genutzter Ladestationen ist sicherzustellen. Die Inhalte der Prüfungen und die Prüffristen ergeben sich aus Normen, Hersteller- und Errichterhinweisen und je nach Installationsort und Nutzungsart auch aus gesetzlichen Vorgaben (z. B. Arbeitsschutzgesetz und Betriebssicherheitsverordnung) sowie den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (DGUV Vorschrift 3).

Datenschutz / Datensicherheit

Die Umsetzung der Datensicherheit und der Schutz persönlicher Daten müssen nach gesetzlichen Vorgaben (u. a. dem Bundesdatenschutzgesetz BDSG, den Landesdatenschutzgesetzen und der Europäischen Datenschutzkonvention) erfolgen.

Aus Sicherheitsgründen wird bei der Nutzung von Ladeinfrastruktur von der Verwendung von Verlängerungsleitungen, Mehrfachsteckdosen, Kabeltrommeln, Reiseadapter etc. grundsätzlich abgeraten.

Um zu gewährleisten, dass in der Nähe des Ladeplatzes keine leicht entzündlichen Materialien gelagert werden, sollte er durch geeignete Hinweise und Markierungen gekennzeichnet sein.

Durch regelmäßige Prüfungen können die Betriebssicherheit der Anlage erhalten bleiben und Mängel rechtzeitig erkannt werden.

Der Einsatz von Ladestationen an normalen Tankstellen ist unter Berücksichtigung aller Sicherheitsvorkehrungen, insbesondere des Brand- und Explosionsschutzes, erlaubt.

4.2. Bedienung

Ergonomie

Fragen der Ergonomie und der Benutzung lassen sich zum Teil nur für das Gesamtsystem beantworten, jedoch nicht für die einzelnen Aspekte.

Das Bedienkonzept und die verfügbaren Statusanzeigen für die gegebenenfalls vorhandene Nutzer-Authentifizierung müssen anwendergerecht sein und den Benutzer bei allen Schritten eines Ladevorgangs unterstützen. Bei öffentlich zugänglichen Ladestationen muss ein kundenfreundlicher, diskriminierungsfreier Zugang sichergestellt werden.

Grundsätzlich gelten gewisse Grundregeln, deren Umsetzung zum Teil auch bereits in der Planungsphase eingeleitet werden muss. Einige Beispiel-Aspekte, die unter ergonomischen Gesichtspunkten zu berücksichtigen sind, werden hier aufgeführt:

- **möglichst einfache und intuitive Bedienung**
- **gute Ablesbarkeit etwaiger Anzeigen**
- **gute Be- und Ausleuchtung des Ladeplatzes und der Ladestation**
- **Bedienbarkeit für Links- und Rechtshänder**
- **gute Bedien- und Erreichbarkeit für Menschen mit Behinderung, wie Rollstuhlfahrer oder Kleinwüchsige**
- **allgemeinverständliche, ggf. textreduzierte Bedienanleitung**
- **gute Erreichbarkeit der Bedienelemente auch bei eingestelltem Fahrzeug**

Zugang

Je nach Zugänglichkeit der Ladestation bestehen zu erfüllende Mindestanforderungen. Diese werden im Allgemeinen durch die Richtlinie 2014/94/EU vom 22.10.2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe vorgegeben. Diese ist bis spätestens 16. November 2016 in nationales Recht umzusetzen. Gemäß Richtlinie gilt:
„Alle öffentlich zugänglichen Ladepunkte müssen den Nutzern von Elektrofahrzeugen auch das punktuelle Aufladen ermöglichen, ohne dass ein Vertrag mit dem betreffenden Elektrizitätsversorgungsunternehmen oder Betreiber geschlossen werden muss.“

Es sind Methoden zu nutzen, die eine Ad-Hoc-Nutzung ermöglichen. Gemeint ist das spontane und systemoffene Laden mit einem Medium, das den Zugang und gegebenenfalls die entsprechende Bezahlmöglichkeit direkt an der Ladestation gewährt.

Mögliche Authentifizierungsverfahren sind:

- **Telefon-Hotline**
- **Barzahlung, Geldkarte, Debitkarte**
- **RFID-Karte, NFC-Gerät**
- **Handy-SMS**
- **Smartphone-App, Internet**
- **Plug&Charge u.ä.**

Für die Authentifizierung vor dem Ladevorgang können Anzeigen und Bedienelemente direkt am Ladepunkt oder Medien wie z. B. Smartphone-Apps und SMS genutzt werden. Erprobte Realisierungen befinden sich bereits im Einsatz: Smartphone-Apps oder RFID-Karten sind Beispiele für Authentifizierungsverfahren, die aktuell eingesetzt werden. Zukünftig ist mit einer stärkeren Verbreitung von Plug&Charge (PnC) zu rechnen, wobei die Authentifizierung zwischen Fahrzeug und Ladestation automatisch erfolgt.

Anleitungen

Es ist darauf zu achten, dass geeignete Anleitungen für Montage, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung vorliegen. Die benötigten Anleitungen sind den jeweiligen Personengruppen zugänglich zu machen.

4.3. Abrechnung und Verwaltung

Je nach Installationsort und Nutzungsart ist zu spezifizieren, ob die Ladestation nur einer geschlossenen Benutzergruppe oder der Öffentlichkeit zugänglich sein soll. Für den Betrieb einer komplexen Infrastruktur wird empfohlen, bereits bei der Planung entsprechende Maßnahmen zur Überwachung, Auswertung und Abrechnung der Ladevorgänge vorzusehen. Die Einrichtungen für diese Maßnahmen werden als Backend-System bezeichnet. Es sind geeignete Schnittstellen zwischen den Ladestationen und dem Backend erforderlich.

Eine Abrechnung der einzelnen Ladevorgänge kann aus Gründen des gewählten Geschäftsmodells (z. B. Abrechnung von verkauftem Strom, Vergütung von selbstgenutztem Strom einer Photovoltaikanlage) oder aus bilanz- und steuerrechtlichen Aspekten (z. B. Zuordnung von Kosten zu Kostenstellen, Versteuerung von geldwerten Vorteilen bei Abgabe von Strom an private Mitarbeiterfahrzeuge) erforderlich sein.

Eine zuverlässige und für den Kunden einfach zu handhabende Authentifizierung ist Voraussetzung für die korrekte Abrechnung der übertragenen Energiemenge oder der genutzten Ladedienstleistung. Dies ist ein wesentlicher Aspekt für die Akzeptanz der Elektromobilität. Die Umsetzung der Datensicherheit und der Schutz personenbezogener Daten müssen nach gesetzlichen Vorgaben erfolgen.

Für eine kundenfreundliche Nutzung der Ladeinfrastruktur wird empfohlen, dass die Anbieter bzw. Betreiber einer solchen Ladeinfrastruktur untereinander Verträge abschließen, um den Kunden durch das sogenannte „Roaming“ eine anbieterübergreifende Nutzung zu ermöglichen.

Bei der Erfassung und Abrechnung der Energiemenge sind die gesetzlichen, vertraglichen und normativen Anforderungen an Elektrizitätszähler und Abrechnung zu erfüllen.

Die bereits erwähnte EU-Richtlinie 2014/94/EU fordert für die Festlegung der Preise, dass diese angemessen, einfach und eindeutig vergleichbar, transparent und nicht diskriminierend sind.

Informationserfassung über Ladevorgänge

Die für jeden Ladevorgang zu erfassenden Informationen (z. B. Vertrags-ID, Ladepunkt-ID, Zähler-ID, Zähleranfangsstand, Zählerendstand, abgegebene Energie, Ladedauer, Verbindungsdauer) sind festzulegen. Bei einem Stromausfall dürfen keine Daten, insbesondere die von aktuellen Ladevorgängen, verloren gehen. Belange des Datenschutzes und der Datensicherheit sind zu berücksichtigen.

Für eine eineindeutige Identifikation der beteiligten Akteure auf elektronischem Weg (beispielsweise für die Durchführung eines Ladestrom-Roamings), ist die Nutzung von Identifikatoren (ID-Codes) erforderlich. Nach internationalen Vorgaben der ISO15118 wurden zur Identifikation von Ladepunkten eine sogenannte Operator-ID und eine Provider-ID eingeführt, auf deren Basis eine Zuordnung der Ladepunkt-ID (sog. EVSE-ID) zum Betreiber sichergestellt wird. Bei den Mobilitätsanbietern ermöglicht die Vertrags-ID (sog. EVCO-ID) die Zuordnung zum Anbieter. In Deutschland vergibt der BDEW für Elektromobilitätsanbieter und Infrastrukturbetreiber die erforderlichen ID-Codes.

Grundvoraussetzung für eine korrekte Erfassung und Abrechnung der Ladevorgänge ist eine entsprechende Mess- bzw. Zählvorrichtung. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt „Vorkehrungen zur Verbrauchserfassung und für Mehrwertdienste“ auf Seite 17.

Systemüberwachung und Vermeidung von unberechtigtem Zugriff

Speziell beim Betrieb einer größeren Zahl von Ladestationen ist eine zentralisierte Überwachung zur effizienten Planung von Servicemaßnahmen sinnvoll. Auswertungen können zur Optimierung des Einsatzes bestehender und zukünftiger Ladestationen beitragen.

Die Einrichtungen der Ladestation sollten gegen das unbefugte Öffnen durch Dritte geschützt sein (z. B. Schließzylinder). Der physische Zugriff auf die Technik innerhalb der Ladestation soll getrennt sowohl für das Personal des jeweiligen Verteilnetzbetreibers als auch für das Personal des Ladestationsbetreibers möglich sein (z. B. Doppelschließzylinder oder Schließsystem).

5 Der Anwendungsfall

In diesem Kapitel werden für verschiedene Zielgruppen und Anwendungsbeispiele konkrete Empfehlungen und Tipps in Bezug auf Planung, Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur ausgesprochen.

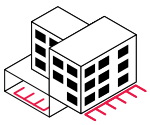
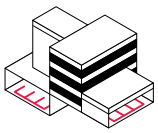
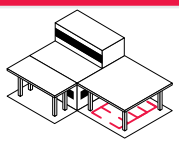
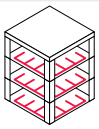
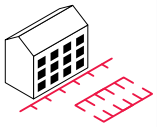
Nach einigen grundsätzlichen Ausführungen und allgemeinen Hinweisen folgt eine Checkliste. Diese beleuchtet einige der wichtigsten Anwendungsszenarien genauer und gibt den einzelnen Nutzergruppen gezielt Informationen für ihre speziellen Anforderungen an die Hand. Darüber hinaus bietet die Checkliste das jeweilige „Basiswissen“ in prägnanter und chronologischer Form. Essentielle Maßnahmen können Schritt für Schritt adressiert und abgearbeitet werden.

5.1. Allgemeine Hinweise und Empfehlungen

Um Aussagen über einzelne Nutzergruppen und spezielle Anwendungsszenarien machen zu können, ist zunächst zu definieren, wie sich die denkbaren Anwendungsfälle klassifizieren lassen.

Die Abbildung unten beschreibt die identifizierten Anwendungsfälle nach ihren wichtigsten Charakteristika und vergleicht sie miteinander.

Übersicht über die Standorte der Ladeinfrastruktur

	Privater Aufstellort			Öffentlich zugänglicher Aufstellort		
Typische Standorte für Ladeinfrastruktur	Einzel-/Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim	 Parkplätze bzw. Tief- garage von Wohn-anlagen, Mehrfamilien-häusern, Wohnblocks	 Firmenparkplätze auf eigenem Gelände	 Autohof, Autobahn-Raststätte	 Einkaufszentren, Parkhäuser, Kundenparkplätze	 Straßenrand/ öffentliche Parkplätze
Vorgaben zur Ladetechnologie	Combined Charging System empfohlen			Combined Charging System als Mindeststandard vorgeschrieben		
Stromversorgung	Über vorhandenen Hausanschluss	Über vorhandenen Anschluss der Anlage oder separaten Anschluss an das Niederspannungs- bzw. Mittelspannungsnetz				Über vorhandene Infrastruktur oder neuen Anschluss an das Niederspannungs- bzw. Mittel-spannungsnetz
Verbrauchserfassung	Alternativen: 1) Nutzung des vorhandenen Stromzählers 2) separater Zähler zur Nutzung spezieller Stromtarife	Alternativen: 1) Nutzung der vorhandenen Stromzähler der Besitzer/Mieter jeder einzelnen Stellfläche 2) separater Zähler bei Eigentümern/ Mietern der jeweiligen Stellfläche zur Nutzung spezieller Stromtarife	Alternativen: 1) Nutzung der vorhandenen Stromzähler der Liegenschaft 2) separater Zähler zur Nutzung spezieller Stromtarife ausschließlich für Ladestrom			Über Stromzähler in der Ladestation
Abrechnung	Möglich: – nach bezogener Energiemenge		Möglich: – nach bezogener Energiemenge – nach Nutzungsdauer – pauschal	Möglich: je nach gewünschtem Geschäftsmodell, z.B.: – nach Ladeleistung – nach bezogener Energiemenge – nach Nutzungsdauer – pauschal		

Wie zu sehen ist, lässt sich grundsätzlich zwischen privaten und öffentlich zugänglichen Anwendungen unterscheiden. Zwischen diesen beiden Polen füllen Mischformen aus „privat“ und „öffentlich zugänglich“ das Spektrum auf. Eine Definition der beiden Kategorien und der resultierenden Mischformen wird im Folgenden formuliert.

Privat

Bei privaten Anwendungen erfolgt der Zugang zur Ladeinfrastruktur nur mit Erlaubnis des Eigentümers. Typische Beispiele hierfür sind Privatgrundstücke mit eigener Garage oder Stellplatz. Vorwiegend werden hier ein bis maximal zwei Ladepunkte zu erwarten sein.

Öffentlich zugänglich

Hier erfolgt keinerlei Zugangsbeschränkung. Die Nutzung der Ladeinfrastruktur ist für jedermann allgemein zugänglich. Als Beispiele sind Ladestationen an öffentlichen Straßen und Plätzen oder an Bahnhöfen zu nennen.

Mischformen

Abstufungen zwischen „privat“ und „öffentlich zugänglich“ stellen sich anhand von typischen Beispielen wie folgt dar:

- **Private Firmenparkplätze für Mitarbeiter oder Anwohner-Tiefgaragen in Wohnsiedlungen sind nur für eine geschlossene Benutzergruppe berechtigter Personen, wie Firmenmitarbeiter bzw. nach Erwerb der entsprechenden Berechtigung zugänglich. Der Zugang wird beispielsweise durch einen Pförtner und / oder eine Schranke reglementiert.**
- **Private Kundenparkplätze beispielsweise von Einkaufszentren ermöglichen grundsätzlich einen Zugang für jeden Nutzer. Es erfolgt jedoch wahrscheinlich eine zeitliche Beschränkung (z. B. Geschäftszeiten oder Höchstparkdauer) und die Nutzung ist in vielen Fällen kostenpflichtig.**

Überlegungen für Immobilienbesitzer und -verwalter

Wenn Stellflächen mit Ladeinfrastruktur ausgerüstet werden, sollten diese auch klar als solche markiert, signalisiert und ggf. reserviert werden. Eine gute Erkennbarkeit, verbunden mit dem Vorsehen der ausschließlichen Nutzung durch Elektrofahrzeuge, sorgt für Attraktivität und eine hohe Auslastung der Ladestation.

Eine vorausschauende Planung und Errichtung von Ladepunkten in ausreichender Zahl kann verhindern, dass Fahrzeugbesitzer ihre Fahrzeuge unter Verwendung von Verlängerungsleitungen, Kabeltrommeln, Mehrfachsteckdosen, Reiseadaptern etc. über vorhandene Steckdosen in Wohn- oder Kellerräumen bzw. Fluren mit Strom versorgen und damit vermeidbare Gefahren verursachen.

5.2. Checkliste

Die nachfolgende Checkliste basiert auf Inhalten des Online-Angebots „Starterset Elektromobilität“ (www.starterset-elektromobilitaet.de) und wurde unter der Annahme einer Neuinstallation bzw. eines Neubaus formuliert. Sie lässt sich jedoch jeweils auch auf ein Nachrüstszenario anwenden. Hierzu sind die Schritte, die sich auf die Berechnung der Dimensionierung beziehen, durch entsprechende Schritte zur fachgerechten Prüfung der vorhandenen Elektroinstallation zu ersetzen.

	Einzel-/Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim	Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks	Firmenparkplätze auf eigenem Grund	Autohof, Autobahn-Raststätte	Einkaufszentren, Parkhäuser, Kundenparkplätze	Straßenrand/öffentliche Parkplätze
1. Planung						
Nutzerkreis (private Nutzer, gewerbliche Nutzer/Flotten, kommunale Flotten)	–	●	●	●	●	●
Art der Ladepunkte	●	●	●	●	●	●
Allgemeine Standortkriterien						
Lage am Hauptverkehrsstraßennetz	–	–	–	●	●	●
Verfügbarkeit von Parkraum	●	●	●	●	●	●
Sicherheit und Leichtigkeit des Straßenverkehrs	–	–	–	●	●	●
Erreichbarkeit und Zugänglichkeit der Ladeinfrastruktur	●	●	●	●	●	●
Netzinfrastruktur	–	●	●	●	●	●
Frequentierung	–	–	●	●	●	●
Laderelevante Verweildauer der Fahrzeuge	–	o	●	●	●	●
Möglichkeiten zur Verknüpfung mit anderen Verkehrsträgern (Intermodalität)	–	–	–	●	●	●
Art der Stellplätze	o	●	●	●	●	●
Integration in den Siedlungsraum	–	–	–	●	●	●
Sichtbarkeit/Auffindbarkeit	–	o	o	●	●	●
Verfügbarkeit Anschlussleistung	●	●	●	●	●	●
Ladetechnologie/Ladebetriebsart (AC oder DC, AC 1-phasig oder AC 3-phasig)	●	●	●	●	●	●
Interoperabilität (CCS: AC Typ 2, DC Combo 2)	o	o	o	●	●	●
Zugang (z. B. per RFID bzw. NFC)	o	●	●	o	o	o
Ad-hoc-Zugang (z. B. per Bargeld, EC-Karte, Smartphone oder PLC)	–	o	o	●	●	●
Abrechnung	o	o	o	o	o	o
Lastmanagement	o	o	o	o	o	o
Zukunftsfähigkeit (Leerrohre, Kabelquerschnitte, Platzreserven)	●	●	●	●	●	●

	Einzel-/Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim	Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks	Firmenparkplätze auf eigenem Grund	Autohof, Autobahn-Raststätte	Einkaufszentren, Parkhäuser, Kundenparkplätze	Straßenrand/öffentliche Parkplätze
2. Genehmigung						
Zustimmung betroffener Personen/Gremien (Eigentümergemeinschaft, Vermieter, Hausverwalter)	o	o	–	–	–	–
Landesbau-/Baunutzungsverordnung	●	●	●	●	●	●
Garagenverordnung	●	●	●	–	●	–
Denkmalschutz	o	o	o	o	o	o
Antragsverfahren (siehe Checkliste Starterset)	–	–	–	–	●	●
Meldung an die Regulierungsbehörde	–	–	–	●	●	●
Netzanschlussvertrag mit Netzbetreiber	o	o	o	o	o	o
3. Aufbau						
Auswahlverfahren und Pflichten des zukünftigen Betreibers						
Bestellung (verantwortliche) Elektrofachkraft als fachliche Kompetenzhilfe	–	o	●	●	●	●
Auswahl kompetenter Ladestationshersteller anhand festgelegter Mindestanforderungen	●	●	●	●	●	●
Auswahl lizenzierter eingetragener Elektrofachbetrieb, TRBS 1203	o	o	●	●	●	●
Installationsbedingungen prüfen	●	●	●	●	●	●
Anschlussgesuch	o	o	o	o	o	o
Tiefbauarbeiten	o	o	o	●	o	●
Installation und Aufstellung der Ladestation(en)	●	●	●	●	●	●
Gefährdungsbeurteilung durch (verantwortliche) Elektrofachkraft	–	o	●	●	●	●
Kennzeichnung des Parkplatzes	–	o	o	●	●	●
Betriebssicherheitsprüfung/Inbetriebnahme durch Elektrofachkraft	●	●	●	●	●	●
4. Betrieb						
Sicherheit, Prüfungen und Aufgaben						
Betriebliche Sicherheit und vorgeschriebene Prüfungen und Prüffristen	o	o	●	●	●	●
Einhaltung der Verkehrssicherungspflichten	●	●	●	●	●	●
Festlegung Notruf-/Serviceprozess durch Betreiber	–	o	o	o	o	●

6
Der Ausblick

Die Elektromobilität als vollwertige Alternative zu etablierten Mobilitätsschemata rückt seit einigen Jahren immer weiter in den Fokus und gleichsam in den Wahrnehmungsbereich einer immer breiter werdenden Öffentlichkeit. Der mittel- bis langfristige Bedarf nach neuen Formen der Fortbewegung und Lösungen für zukünftige Mobilitätsherausforderungen spiegelt sich schon jetzt in erheblich intensivierten Entwicklungsbemühungen von politischer und wirtschaftlicher Seite wider.

Diesem dynamischen Werdegang unterliegen nicht nur die technischen Aspekte, sondern auch Richtlinien und Normen. Ursprünglich zur Unterstützung der technologischen Entwicklung aufgesetzt, werden einige Normen nun entsprechend der neuen technischen Erkenntnisse überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht.

Durch enormen Forschungsaufwand und politischen Willen zur Förderung von Technologien gab und gibt es auf dem Gebiet der Elektromobilität signifikante Fortschritte, die auch in verhältnismäßig kleinen Zeitspannen deutlich wahrnehmbar sind. Bereits jetzt ist in einigen Bereichen absehbar, wohin die weitere Entwicklungsreise führen kann.

Als Beispiel dafür sei die Erhöhung der fahrzeugseitigen Spannung genannt.

Dieser Ausblick soll sich einigen interessanten Spielarten der zukünftigen Elektromobilität widmen und die mögliche weitere Evolution der in diesem Leitfaden beschriebenen Ladeinfrastruktur aufzeigen.

6.1. Weiterentwicklung der Normen

Aktuell (Stand Juli 2016) werden einige der relevanten Normen zum Aufbau einer Ladeinfrastruktur noch erarbeitet. Andere Normen befinden sich bereits in der Weiterentwicklung, um der schnellen Entwicklung im Themenfeld „Elektromobilität“ Rechnung zu tragen. Dadurch wird es zu Änderungen bei den anwendbaren Normen kommen. Bei Produktentwicklungen und Konformitätsbewertungen ist die jeweils aktuelle Situation der Normen zu berücksichtigen.

AC-Laden gemäß DIN EN 61851-1

Die Systemnorm DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01 für das leitungsgebundene Laden wird derzeit überarbeitet und voraussichtlich Mitte 2017 in der 3. Edition veröffentlicht. Sie berücksichtigt dann die zwischenzeitlich erfolgten Entwicklungen und Normungsvorhaben zur Elektromobilität. Die neue Ausgabe wird die zwischenzeitlich erfolgte Entwicklung des separaten Produktstandards IEC 62752 für die Ladeleitungsgarnitur für die Ladebetriebsart 2 (IC-CPD) ebenso berücksichtigen wie den Produktstandard IEC/TS 61439-7 (VDE V 0660-600-7), der insbesondere in Abhängigkeit von Installationsort und Einsatzzweck die Gehäuseanforderungen für Ladestationen festlegt. Darüber hinaus wird die neue Version den aktuellen Erkenntnissen zu möglichen DC-Fehlerströmen von Elektrofahrzeugen entsprechen, Anforderungen an den DC-Fehlerstromschutz beinhalten und damit synchron zu den Anforderungen der DIN VDE 0100-722 sein.

DC-Laden gemäß DIN EN 61851-23

Der DC-Ladestandard IEC 61851-23 ist nach der Veröffentlichung 2014 unmittelbar in die Überarbeitung gegangen, um der schnellen Entwicklung im Bereich des DC-Ladens Rechnung zu tragen. Für das DC-Laden mit CCS soll dabei insbesondere der Leistungsbereich von derzeit maximal 200 kW auf zukünftig bis zu 350 kW erhöht werden. Bei der Überarbeitung ist auch der Produktstandard IEC/TS 61439-7 (VDE V 0660-600-7) zu berücksichtigen. Weiterhin sollen die Anforderungen an die Rückspeisung elektrischer Energie vom Fahrzeug in das Netz in die Norm eingebracht werden.

Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur gemäß ISO 15118

Die Edition 2 der Kommunikationsstandards ISO 15118-1 und ISO 15118-2 wird die kabelgebundene und die kabellose Kommunikation zusammenführen sowie Nachrichten und Parameter für die Energierückspeisung spezifizieren. Im Jahr 2017 sollen die Testfälle für eine Konformitätsprüfung (ISO 15118-4 und ISO 15118-5) als Internationaler Standard veröffentlicht werden.

6.2. Intelligente Stromnetze – „Smart Grids“

Der Idee des intelligenten Stromnetzes („Smart Grid“) liegt eine umfassende Vernetzung zwischen Energieerzeugern, Energiespeichern und Energieverbrauchern zugrunde. Ziel ist ein möglichst effizienter Betrieb kombiniert mit einer sicheren Energieversorgung unter flexibler Berücksichtigung der jeweiligen Bedarfs- und Angebotssituation der vernetzten Bestandteile des Smart Grids.

Energierückspeisung in das elektrische Versorgungsnetz

In den Medien wird zuweilen die Möglichkeit der Rückspeisung elektrischer Energie von der Fahrzeugbatterie in das elektrische Netz beschrieben. Ebenfalls finden sich Berichte, die die Versorgung von einzelnen elektrischen Verbrauchern durch die Batterie des angeschlossenen Elektrofahrzeugs beschreiben. Ein im Fahrzeug oder in die Ladeinfrastruktur eingebauter Wechselrichter sorgt dabei für die Umwandlung des in der Fahrzeugbatterie gespeicherten Gleichstroms in den vom Verbraucher benötigten Wechselstrom.

Netzdienlichkeit

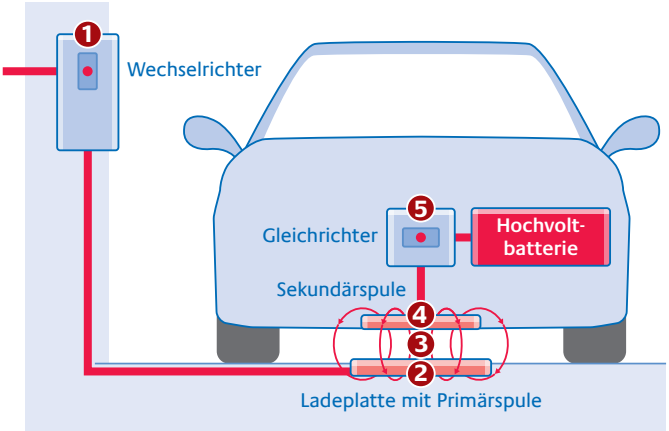
Einen Beitrag zur Netzstabilität und Netzstützung können Elektrofahrzeuge nur liefern, wenn zum Zeitpunkt des Energiebedarfs das Elektrofahrzeug an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen ist. Neben der Rückspeisung von Energiemengen über längere Zeiträume kann bereits die Bereitstellung von Regelleistung über kurze Zeiträume im Sekunden- und Minutenbereich eine wirksame Stützung des Stromnetzes darstellen. Technisch ist dies realisierbar und wurde bereits erfolgreich in Pilotprojekten umgesetzt.

Gegenwärtig sind jedoch weder die Elektrofahrzeuge noch die Ladestationen serienmäßig für eine netzgekoppelte Rückspeisung ausgelegt. Ebenso wird dieser Anwendungsfall bisher noch nicht in entsprechenden Normen beschrieben. In der aktuellen Überarbeitung der Normenreihe DIN EN 61851 für Ladeinfrastruktur wird allerdings damit begonnen, Anforderungen für die Rückspeisung mit aufzunehmen.
Das Einspeisen in Endstromkreise ist gemäß VDE 0100 nicht zulässig.

6.3. Induktives Laden

Induktives Laden nutzt das Prinzip der elektromagnetischen Induktion zur berührungslosen Übertragung elektrischer Energie von der Ladeinfrastruktur in das Elektrofahrzeug. Die folgende Abbildung verdeutlicht das Prinzip:

Prinzip des induktiven Ladens



Die Ladeinfrastruktur besteht neben dem Anschluss an die bestehende Elektroinstallation aus der zugehörigen Ladeeinrichtung mit einem Wechselrichter ❶ und einer stationären Ladeplatte ❷. Die Ladeeinrichtung kann als fest installierte Ladestation oder steckbare Einrichtung ausgeführt sein. Die Ladeplatte enthält die Primärspule, über die ein magnetisches Wechselfeld ❸ aufgebaut wird. Im Elektrofahrzeug befinden sich eine Sekundärspule ❹ (Pick-up) und ein Gleichrichter ❺. In der Sekundärspule wird durch das Wechselfeld eine elektrische Spannung induziert.
Der Gleichrichter wandelt diese in den für das Laden der Hochvolt-Batterie des Fahrzeugs benötigten Gleichstrom um.

Die Energie wird über den Luftspalt zwischen Ladeplatte und Fahrzeug-Pick-up berührungslos übertragen. Das Sicherheitssystem der Ladeinfrastruktur erlaubt die Abgabe von Energie nur, wenn das Fahrzeug korrekt über der Primärspule positioniert ist. Deswegen ist es vorteilhaft, eine Unterstützung bei der Positionierung des Fahrzeugs, z. B. über Fahrzeugassistenzfunktionen, anzubieten, mit dessen Hilfe der Benutzer bequem auf die Ladeposition geleitet wird. Aktuell wird bei der notwendigen Positioniergenauigkeit von Werten im oberen einstelligen bzw. unteren zweistelligen Zentimeter-Bereich ausgegangen.

Die Sekundärspule befindet sich an der Unterseite des Fahrzeugbodens zwischen der Vorderachse und der Fahrzeugmitte. Diese Position kann bei der Planung eines Ladeplatzes als Orientierung für die Platzierung der Bodenspule auf dem Stellplatz dienen.

Das induktive Laden erleichtert die alltägliche Nutzung des Elektrofahrzeugs und ermöglicht es z. B. auch kurze Stopps bequem zum Aufladen zu nutzen.

Eine Umrüstung auf induktives Laden ist möglich: Eine vorhandene Wallbox ist durch den Inverter zu ersetzen, von diesem ist eine Leitung zur Ladeplatte auf dem Boden zu installieren.

Analog zum kabelgebundenen Laden sind auch hier die Technischen Anschlussbedingungen zu berücksichtigen (siehe: 3.4.1 Netzanschluss). Das heißt, es kann bei Ladeleistungen bis zu 4,6 kVA mit einer Phase gearbeitet werden. Bei der Planung von höheren Ladeleistungen ist ein 3-Phasen-Anschluss vorzusehen. Die aktuell in der Standardisierung diskutierten Leistungsklassen bewegen sich bis zu einer Ladeleistung von 22 kW.

Die Elektroinstallation für den Anschluss einer induktiven Ladestation muss entsprechend den Anforderungen der VDE 0100 erfolgen. Zusätzlich sollten die Anforderungen nach DIN VDE 0100-722 beachtet werden. Vorhandene Installationen für kabelgebundenes Laden, die nach diesen Anforderungen errichtet wurden, können auch für Umrüstung auf induktive Ladestationen verwendet werden. Für die Installation müssen auch die Herstellerangaben der Ladestation beachtet werden. Abhängig von der Ausführung ist die Ladeplatte geeignet zu verlegen.

Induktives Laden ist in der deutschen Anwendungsregel VDE-AR-E 2122-4-2 beschrieben. In der DIN EN 61980 werden die Anforderungen für induktive Ladeeinrichtungen beschrieben. Die spezifischen Anforderungen für die Fahrzeugseite werden in der ISO PAS 19363 beschrieben. Beide Normungsprojekte werden derzeit in den zuständigen Gremien erarbeitet und abgestimmt, mit der schrittweisen Veröffentlichung wurde im Laufe des Jahres 2016 begonnen. Die Ausgabe dieser Normenteile erfolgt zunächst als Spezifikation, nicht als Standard.

In den derzeit in der Ausarbeitung befindlichen Standards wird auch die elektromagnetische Verträglichkeit des induktiven Ladens untersucht. Die Normen sehen Feldstärken vor, die so niedrig gehalten sind, dass keine der derzeit weltweit anerkannten Grenzwertempfehlungen überschritten wird oder eine gesundheitliche Beeinträchtigung für Lebewesen besteht. Zudem ist eine Eigensicherheit des Systems sowohl fahrzeug- wie auch netzseitig gefordert, so dass im Falle einer möglichen Gefährdung (z. B. Erhitzung von metallischen Gegenständen im Bereich des Magnetfeldes) unmittelbar Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Beim induktiven Laden wird auch die Kommunikation zur Steuerung des Ladevorgangs drahtlos stattfinden. Dazu werden bekannte Technologien wie WLAN oder Bluetooth zum Einsatz kommen. Die zur Ladung erforderliche Kommunikation ist über die ISO 15118 standardisiert.

7 Literatur

- DIN 18015-1:2013-09
  Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen
- DIN EN 61851 Reihe für Ladeinfrastruktur
  - **Teil 1 DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01) Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen**
  - **Teil 23 DIN EN 61851-23 (VDE 0122-2-3):2014-11 Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 23: Gleichstromladestationen für Elektrofahrzeuge**
- DIN EN 62196 Reihe für Steckverbindungen
  - **Teil 2 DIN EN 62196-2 (VDE 0623-5-2):2014-12 Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker – Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen – Teil 2: Anforderungen und Hauptmaße für die Kompatibilität und Austauschbarkeit von Stift- und Buchsensteckvorrichtungen für Wechselstrom**
  - **Teil 3 DIN EN 62196-3 (VDE 0623-5-3):2015-05 Stecker, Steckdosen und Fahrzeugsteckvorrichtungen – Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen – Teil 3: Anforderungen an und Hauptmaße für Stifte und Buchsen für die Austauschbarkeit von Fahrzeugsteckvorrichtungen zum dedizierten Laden mit Gleichstrom und als kombinierte Ausführung zum Laden mit Wechselstrom / Gleichstrom**
- DIN IEC / TS 61439-7 (VDE V 0660-600-7):2014-10
  Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 7: Schaltgerätekombinationen für bestimmte Anwendungen wie Marinas, Campingplätze, Marktplätze, Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- DIN SPEC 70121:2014-12
  Elektromobilität – Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem
  Ersatz durch ISO 15118 geplant
- DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722): 2016-10
  Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen
- DIN VDE 0620-1:2016-01
  Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen an ortsfeste Steckdosen
- IEC 62752:2016
  In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD)
- ISO 15118
  Straßenfahrzeuge – Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation
  - **Teil 1 ISO 15118-1:2013 Allgemeine Informationen und Festlegungen der Anwendungsfälle**
  - **Teil 2 ISO 15118-2:2014 Anforderungen an das Netzwerk- und Anwendungsprotokoll**
  - **Teil 3 ISO 15118-3:2015 Anforderungen an physikalische und Datenverbindungsschnittstelle**
- VDE-AR-E 2122-4-2:2011-03
  Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Induktive Ladung von Elektrofahrzeugen – Teil 4–2: Niedriger Leistungsbereich
- VDE-AR-N 4102:2012-04
  Anschlussschränke im Freien am Niederspannungsnetz der allgemeinen Versorgung – Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss von ortsfesten Schalt- und Steuerschränken, Zähleranschlusssäulen, Telekommunikationsanlagen und Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- VdS 3471
  Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge – Publikation der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung.
- EU-Richtlinie 2014 / 94 / EU
  Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe
- **Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung, LSV)**
- Technische Anschlussbedingungen der Netzbetreiber (TAB)
- **Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität Version 3.0**
- NPE: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/
- Starterset Elektromobilität: www.starterset-elektromobilitaet.de

Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AR	Anwendungsregel
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BEV	Battery Electric Vehicle (Batterieelektrisches Fahrzeug)
DGUV V3	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
CCS	Combined Charging System
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DIN SPEC	DIN Spezifikation
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
IC-CPD	In-Cable Control and Protection Device (Ladeleitungsintegrierte Steuer- und Schutzeinrichtung)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
ISO	Internationale Organisation für Normung
kVA	Kilovoltampere, Einheit der Scheinleistung
kW	Kilowatt, Einheit der Wirkleistung
LSV	Ladesäulenverordnung
MessEG	Mess- und Eichgesetz
MessEV	Mess- und Eichverordnung
NAV	Niederspannungsanschlussverordnung
NFC	Near Field Communication (Nahfeldkommunikation)
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
Pedelec	Pedal Electric Cycle
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
PLC	Powerline Communication (Datenübertragung über eine Stromleitung)
RCD	Residual Current Device (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung)
RFID	Radio-frequency Identification (Identifikation über elektromagnetische Wellen)
TAB	Technische Anschlussbedingungen
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
ZVEH	Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

Notizen

Notizen

Verfasser
DKE/AK EMOBILITY.60
Stand: Dezember 2015
Überarbeitung: Juli 2016

Bildnachweis
Titelbild: ©ArGe Medien im ZVEH

Herausgeber

BDEW
Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e. V.
Reinhardtstr. 32
10117 Berlin

DKE
Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik
Informationstechnik in DIN und VDE
Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main
www.dke.de

ZVEH
Zentralverband der Deutschen
Elektro- und Informationstechnischen Handwerke
Lilienthalallee 4
60487 Frankfurt

ZVEI
Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Redaktion
DKE *Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik*
Informationstechnik in DIN und VDE
Dr. Jens Gayko
Jens.Gayko@vde.com
Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main
www.dke.de

Satz und Gestaltung
HEILMEYERUNDSERNAU■GESTALTUNG
www.heilmeyerundsernau.com