

# Der Technische Leitfaden

## Ladeinfrastruktur

## Elektromobilität

### Version 3



Herausgeber

**DKE**  
VDE DIN

**bdew**  
Energie. Wasser. Leben.

**ZVEH** 

**ZVEI:**  
Die Elektroindustrie

**VDE** FNN

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur</b> .....	4
<b>1.1. Motivation zur Version 3</b> .....	5
<b>1.2. Zielgruppen</b> .....	5
<b>1.3. Normen und deren Einfluss</b> .....	6
<b>1.4. Thematische Abgrenzung</b> .....	6
<b>2 Das Laden</b> .....	7
<b>2.1. Normalladen und Schnellladen</b> .....	8
<b>2.2. Ladebetriebsarten</b> .....	9
2.2.1 Ladebetriebsart 1 (Mode 1) .....	9
2.2.2 Ladebetriebsart 2 (Mode 2) .....	9
2.2.3 Ladebetriebsart 3 (Mode 3) .....	10
2.2.4 Ladebetriebsart 4 (Mode 4) .....	10
2.2.5 Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation.....	11
<b>2.3. Combined Charging System</b> .....	11
<b>3 Die Planung</b> .....	13
<b>3.1. Bedarf an Anschlussleistung</b> .....	14
3.1.1. Festlegung der Ladeleistung und Anzahl der Ladepunkte.....	14
3.1.2. Lastmanagement .....	15
<b>3.2. Vorkehrungen zur Verbrauchserfassung und für Mehrwertdienste</b> .....	15
<b>3.3. Installationsort</b> .....	16
<b>3.4. Elektroinstallation</b> .....	17
3.4.1. Netzanschluss .....	18
3.4.2. Neuinstallation und Nachrüstung .....	18
3.4.3. Hinweise zur Errichtung der Anlage.....	20
<b>3.5. Blitz- und Überspannungsschutz</b> .....	20
3.5.1 Anforderung Überspannungsschutz .....	20
<b>3.6. Qualifikationen und Ausübungsberechtigung</b> .....	21
<b>4 Der Betrieb</b> .....	22
<b>4.1. Sicherheit</b> .....	23
4.1.1 Verwendungshinweise für Ladekabel.....	23
4.1.2 Brandschutz .....	23
4.1.3 Prüfung .....	23
4.1.4 Datenschutz / Datensicherheit .....	23
<b>4.2. Bedienung</b> .....	23
4.2.1 Ergonomie.....	23

4.2.2 Zugang.....	24
4.2.3 Anleitungen .....	24
<b>4.3. Abrechnung und Verwaltung.....</b>	<b>24</b>
4.3.1 Informationserfassung über Ladevorgänge .....	25
4.3.2 Systemüberwachung und Vermeidung von unberechtigtem Zugriff .....	25
<b>5 Der Anwendungsfall .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Allgemeine Hinweise und Empfehlungen .....</b>	<b>28</b>
5.1.1 Öffentlich zugänglich .....	29
5.1.2 Privat.....	29
5.1.3 Weitere Beispielfälle, Abgrenzung .....	29
5.1.4 Überlegungen für Immobilienbesitzer und -verwalter.....	29
<b>5.2. Checkliste .....</b>	<b>30</b>
<b>6 Der Ausblick .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1. Weiterentwicklung der Normen.....</b>	<b>32</b>
6.1.1 AC-Laden gemäß DIN EN 61851-1 .....	32
6.1.2 DC-Laden gemäß DIN EN 61851-23.....	32
6.1.3 Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur gemäß ISO 15118.....	33
<b>6.2. Intelligente Stromnetze – „Smart Grids“ .....</b>	<b>33</b>
6.2.1 Energierückspeisung in das elektrische Versorgungsnetz.....	33
6.2.2 Netzdienlichkeit .....	33
<b>6.3. Induktives Laden.....</b>	<b>34</b>
<b>7 Literatur.....</b>	<b>36</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>39</b>

# **1 Der Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur**

### 1.1. Motivation zur Version 3

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

Konkrete Veränderungen innerhalb der letzten 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 Anwendungsregeln und 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 und VDE-Anwendungsregeln. Die im Oktober 2014 erlassene EU-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) 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, flächen- deckende und leistungsfähige Ladefrastruktur 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)



Informationen für den Endnutzer finden sich in dem HEA-Leitfaden "Ladeninfrastruktur in Wohngebäuden"

### 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 Elektrofahrzeugen 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 Transporter)**
- **Elektromotorroller**
- **(auch Elektroroller oder E-Scooter)**
- **Elektrofahrräder (Pedelecs und E-Bikes)**

## 2 Das Laden



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

Beim **Laden mit Wechselstrom (AC Laden)** wird die elektrische Energie aus dem Wechselstromnetz unter Verwendung von einer oder drei Phasen zunächst in das Fahrzeug übertragen. Das im Fahrzeug eingebaute Ladegerät übernimmt die Gleichrichtung und steuert das Laden der Batterie. Die Energieübertragung zwischen dem Wechselstromnetz und dem Elektrofahrzeug kann kabelgebunden oder kabellos, z.B. induktiv (s.u.) erfolgen. In den meisten Fällen wird das Fahrzeug über eine geeignete Stromversorgungseinrichtung, z.B. eine AC-Ladestation oder AC-Wallbox, mit dem Wechselstromnetz verbunden.

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

Üblich ist derzeit das leitungsgebundene Laden auch konduktives Laden genannt.

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 entladene 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 Ladevorgänge mit einer Ladeleistung von bis zu 22 kW als Normalladen klassifiziert, Ladevorgänge mit höheren Leistungen werden als Schnellladen bezeichnet.

Die folgende Abbildung zeigt diese Klassifizierung.

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

	AC-Laden	DC-Laden	Induktives Laden
Normal-laden	3,7 kW		3,7 kW
	7,4 kW		7,4 kW
	11 kW	10 kW	11 kW
	22 kW	20 kW	22 kW
Schnell-laden	44 kW	50 kW	
Hoch-leistungs-laden		150 kW	
		400 kW	

© VDE/FNN      bzw. Mindeststandard nach Ladesäulenverordnung

### Definition gemäß der EU-Richtlinie

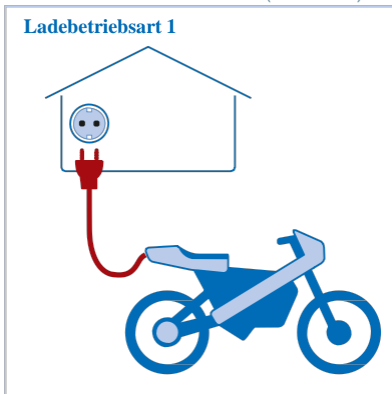
Neben den klassischen DC-Ladestationen mit Leitungen ab 50Kw aufwärts kommen zunehmend auch kleinere DC-Wallboxen mit Leistungen von 10-20 kW in Betracht.



## 2.2. Ladebetriebsarten

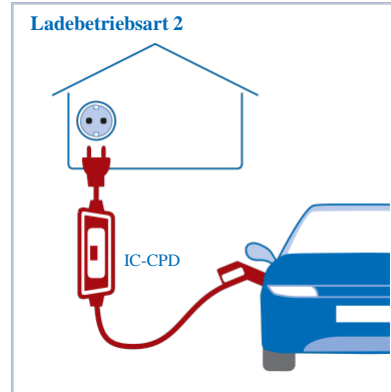
Das kabelgebundene Laden von Elektrofahrzeugen (inklusive Pedelecs, E-Bikes, etc.) kann in unterschiedlichen Ladebetriebsarten erfolgen, die in der Systemnorm DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1) definiert worden sind. Unter diese Ladebetriebsart fallen auch Ladeeinrichtungen, die nicht fest mit der Installation verbunden sind. Optional verfügt die Steckverbindung am Fahrzeug über eine Verriegelung, um Manipulationen durch Dritte zu verhindern.

### 2.2.1 Ladebetriebsart 1 (Mode 1)



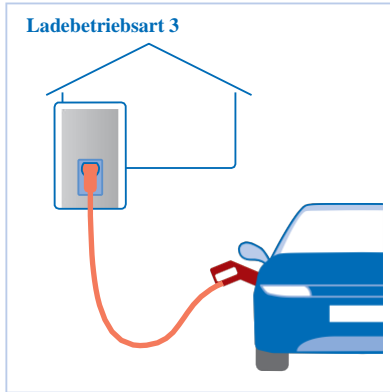
Diese Ladebetriebsart beschreibt das Laden mit Wechselstrom an einer landesüblichen Haushaltssteckdose („Schutzkontaktsteckdose“) oder einer ein- bzw. dreiphasigen Industriesteckdose (z. B. „CEE-Steckdose“) ohne Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (siehe Warnhinweise unter 3.4.2). Sie wird nur von Herstellern von zwei-rädrigen Fahrzeugen 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.

### 2.2.2 Ladebetriebsart 2 (Mode 2)



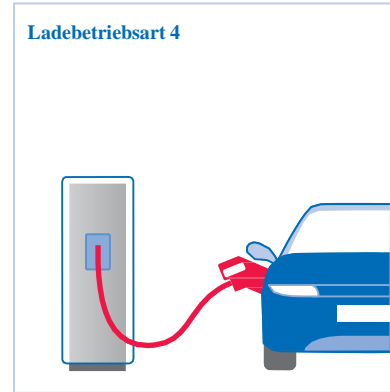
Wie auch bei der Ladebetriebsart 1 können bei dieser Ladebetriebsart auf der Infrastrukturseite Haushaltssteckdosen oder Industriesteckdosen mit Wechselstrom genutzt werden. Im Unterschied zur vorherigen Betriebsart befindet sich in dem Ladekabel des Fahrzeugs eine Steuer- und Schutzeinrichtung („In 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. 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.

### 2.2.3 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, sodass nur ein Ladekabel mit zweckgebundenem Stecker auf der Infrastrukturseite notwendig ist. Unter oft ist auch eine fest an der Ladestation angeschlossene Ladestation mit entsprechender Fahrzeugkupplung vorhanden. Die Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeug erfolgt über das Ladekabel. Bei dieser Ladebetriebsart werden bei Verwendung des Typ 2 die Steckverbinder auf beiden Seiten des Ladekabels verriegelt.

### 2.2.4 Ladebetriebsart 4 (Mode 4)



Ladebetriebsart 4 ist für das Laden mit Gleichstrom (DC Laden) an fest installierten Ladestationen vorgesehen. Das Ladekabel ist immer fest an den Ladestationen angeschlossen. Im Gegensatz zu den anderen Ladebetriebsarten ist bei dieser das Ladegerät, welches auch die Sicherheitsfunktionalitäten umfasst, in der Ladestation integriert. Die Kommunikation zwischen Ladestation und Fahrzeug erfolgt über das Ladekabel. Darüber hinaus erfolgt die Verriegelung des Steckverbinders.

### 2.2.5 Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation

Bei den Ladebetriebsarten 2, 3 und 4 gibt es immer eine Basiskommunikation („Low Level“) 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 immer die erweiterte Kommunikation („High Level“) erforderlich. Die DIN SPEC 70121 wird dabei sukzessive durch die ISO 151181 abgelöst.

Die Kommunikation nach ISO 15118 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). Bei allen Ladebetriebsarten ist die Verriegelung der Ladesteckverbinder gegeben. Dies bietet einen zusätzlichen Schutz vor Berührung und Manipulationen durch Dritte.

Die LSV fordert bei öffentlich zugänglichen Ladestationen für das Wechselstromladen die Verwendung einer Steckverbindung vom Typ 2 gemäß EN 62196, sowie eines CCS-Steckers für das Laden mit Gleichströmen.



Für Neuerrichtungen werden nur Ladepunkte mit den Ladebetriebsarten 3 und 4 empfohlen, da aktuelle und zukünftige Pkw sowie 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. Da diese jedoch untereinander zum Teil inkompatibel sind, 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 61851-1, IEC 61851-23, Annex CC und der IEC 61851-24 für die Ladeeinrichtung beruht und auf den Standards für Ladesteckverbinder nach IEC 62196 (nur Konfiguration EE und -EF) aufbaut. Der Fahrzeugseitige CCS-Anschluss vereint dreiphasiges Wechselstromladen (max. 44 kW) mit der Möglichkeit zum schnellen Gleichstromladen in einem einzigen System. Je nach Fahrzeugausstattung und Ladeeinrichtung können Ladeströme bis zu 400 A realisiert werden. 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 (siehe Nationale Plattform Mobilität Lade Use Cases) an. Die für das Gleichstromladen mit CCS vorgesehene erweiterte Kommunikation basiert auf der DIN SPEC 70121 bzw. der ISO 15118. Fahrzeugseitig wird die elektrische Sicherheit durch die ISO 17409 spezifiziert.

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 entsprechend der Norm IEC 61851-23 Annex CC mit dem Stecker Combo 2 entsprechend der Norm IEC 62196-3 (Konfiguration EF) in Verbindung mit einer Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtung basierend auf DIN SPEC 70121 bzw. zukünftig der ISO 15118.**

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

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

Ladepunkt	Funktionen	Stecker	Kommunikation	Ladedose
AC 1-/3-phasig	1-phasiges AC-Laden/ 3-phasiges AC-Laden mit Stecker Typ 2 IEC 62196-2	Typ 2 	ISO 15118	
DC	DC-Laden mit Stecker Combo 2 IEC 62196-3	Combo 2 	ISO 15118 DIN SPEC 70121	

Es ist zu berücksichtigen, dass nicht von allen Ladestationen und nicht von allen Fahrzeugen alle oben beschriebenen Möglichkeiten unterstützt werden. DC-Ladeströme oberhalb von 200 A

erfordern ein spezielles thermisches Management. Die verwendeten Ladekabel werden in der Regel aktiv gekühlt, zu diesem Zweck verfügen die Ladestationen über eigene Kühlaggregate. Einzelheiten dazu sind in der VDE Anwendungsregel AR-E 2623-5-3 beschrieben.

Wenn beispielsweise ein Fahrzeug mit einer Ladedose Combo 2 ausgestattet ist, besteht grundsätzlich die Möglichkeit des Anschlusses an AC Typ 2- und DC Combo 2 Ladepunkte. Die maximalen Ladeleistungen richten sich nach der jeweiligen Ausstattung und werden zwischen der Ladeeinrichtung und dem Fahrzeug über die automatisch abgestimmt.

Durch die Errichtung von Ladeinfrastruktur mit dem auf internationalen Standards basierenden CCS ist die Interoperabilität für das Laden von Elektrofahrzeugen in Europa 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 zukünftige Mobilität (NPM), 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 aktuell typische Werte beim Laden von Elektrofahrzeugen, welche maßgeblichen Einfluss auf den sicheren und zuverlässigen Ladebetrieb haben. 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.


Das Combined Charging System unterstützt, je nach Ausführung, Ladeströme von bis zu 200 A (CCS 1) bzw. 400 A (HPC, perspektivisch 500 A). Die Ladeleistung hängt von der fahrzeugspezifischen Ladespannung ab. Erste Serienfahrzeuge, die mit 800 V geladen werden können, erreichen auf diese Weise Ladeleistungen von 300 kW und mehr. Die notwendigen AC-Anschlussleistungen können je nach Anzahl der Ladepunkte im Bereich mehrerer MW liegen und überfordern häufig die vorhandene Infrastruktur. Um die netzseitigen Investitionen zu reduzieren

und Lastspitzen zu vermeiden, bittet sich die Kombination mit stationären Batteriespeichern an. Derartige Anlagen werden im industriellen Maßstab geplant und betrieben.

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 potenzieller 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 22	Bis 32	AC, 3-phasig 400 V, 3 x 32 A
	DC	Bis 100	Bis 200	AC, 3-phasig 400 V, 3 x 125A

Typische Werte für die Ladebetriebsart 3 und 4.

Die Ladedauer der Batterie 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 führt zu einer Reduzierung der gleichzeitig auftretenden Leistungsspitze, wodurch die Anforderungen an die Dimensionierung der Installation reduziert werden kann. Insbesondere in Gebäuden mit mehreren Nutzern, z. B. die Tiefgarage eines Mehrfamilienhauses, ist ein Lastmanagement zu empfehlen, um eine teure Auslegung des Netzanschlusses und der Elektroinstallation auf eine selten benötigte Leistungsspitze 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, die nicht nur nach bezogener Energiemenge, sondern auch nach dem maximalem Leistungsbedarf (Leistungs- und Arbeitspreis) abgerechnet werden, (Pflicht bei einer Abnahme > 100 000 kWh/a) ist ein Lastmanagement besonders sinnvoll. Dadurch kann verhindert werden, dass die Elektrofahrzeuge zu einem Zeitpunkt 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.

Netzbetreiber bieten vergünstigte Netzentgelte für Ladestationen an, wenn diese als steuerbare Verbrauchseinrichtung angemeldet werden (siehe §14a EnWG). Wenn sich hierfür entschieden wird, wird für die Ladestation ein eigener Stromzähler und ein Steuergerät eingebaut. Einzelheiten sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen. Die Anmeldung erfolgt häufig direkt über den Elektroinstallateur.

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.

Verschiedene Funktionen der Ladeinfrastruktur, wie Authentifizierung, Übertragung des Status des Ladepunkts, Übertragung von Zählerstands- und Abrechnungsinformationen oder Lastmanagement, 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.



Für die DC-Ladeinfrastruktur wurde von den Eichbehörden eine Übergangsfrist bis zum 31. März 2019 gewährt, dass die Eichbehörden unter bestimmten Bedingungen keine Maßnahmen ergreifen werden.

Zu diesem Zeitpunkt waren noch keine Lösungen für eine mess- und eichrechtskonforme DC-Ladeinfrastruktur am Markt verfügbar und auch für die AC-Ladeinfrastruktur war die Anzahl an eichrechtskonformen Lösungen am Markt nicht ausreichend. Deshalb wurde im Januar 2019 zur Schaffung eines verlässlichen Rahmens eine Lösung für das weitere Vorgehen vereinbart.

Die eichrechtlich verpflichteten Messgeräteverwender – die Betreiber von Ladeinfrastruktur (CPO) – zeigen bei den zuständigen Landeseichbehörden an, dass und inwieweit sie die eichrechtlichen Vorgaben bisher nicht einhalten.

Die Landeseichbehörden planen das geltende Recht über Anordnungen durchzusetzen, indem sie nach einer Anhörung einen individuellen Bescheid erlassen. Darin ordnen sie die Umrüstung zu einem definierten Termin an. Dem Erlass eines solchen Bescheides liegt eine Ermessensentscheidung der Behörde zugrunde, in der sie im Rahmen einer Verhältnismäßigkeitsprüfung die Möglichkeit der Umsetzung der rechtlichen Vorgaben berücksichtigen muss. Grundlage für die Entscheidung ist entsprechend auch die Kenntnis über den aktuellen Stand der Verfügbarkeit mess- und eichrechtskonformer Lösungen sowie die individuelle Situation des Ladesäulenbetreibers.

Der BDEW hat einen mit den Eichbehörden abgestimmten Vorschlag zur Ausgestaltung der Nachrüstpläne für die Umrüstung nicht eichrechtskonformer Ladeinfrastruktur abgestimmt und veröffentlicht.



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 sichergestellt 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.

Ausführung 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 (Ramm- schutz, Vandalismus, Graffiti), Wetterfestigkeit (geeignete Schutzart, Betriebstemperaturbereich), UV-Lichtbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Vibrationen.

### **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 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 mehreren gleichzeitig ladenden Elektrofahrzeugen erschöpft sein. Daher ist bereits bei Anschluss einer Ladestation der Hausanschluss auf die neue gleichzeitig benötigte Leistung zu überprüfen. Es kann durchaus notwendig werden, für die Versorgung der Elektrofahrzeuge den Hausanschluss zu verstärken oder zu erweitern. Die notwendigen Angaben erhält der Netzbetreiber durch den Inbetriebnahme Antrag des Elektroinstallateurs. Insbesondere bei Ladestationen mit einer Leistung über 12 kVA ist gemäß der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) und VDE AR N 4100 sowie den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) eine Zustimmung durch den Netzbetreiber gefordert und ein Datenblatt der Ladeeinrichtung sowie eine Inbetriebsetzungsanzeige erforderlich. Zudem ist ab 12 kVA eine Steuerungsschnittstelle (siehe VDE AR N 4100 Kapitel 10.6.4) bereitzustellen. Ladeeinrichtungen mit Leistungen kleiner als 12 kVA müssen beim Netzbetreiber angemeldet werden. Außerdem besteht nach VDE AR N 4100 die Verpflichtung zur Einhaltung der Symmetrieanforderung (unsymmetrische Belastung <4,6 kVA) <sup>2</sup>.

Sowohl beim direkten Anschluss von Ladestationen an das öffentliche Verteilnetz als auch im Wohn- und Gewerbebereich sind im Niederspannungsnetz die Anforderungen der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100 zu berücksichtigen. Je nach Anschlussleistung 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.

Relevante Dokumente für den Netzanschluss sind:

- VDE-AR-N 4100
- VDE-AR-N 4110
- TAB
- NAV
- FNN Hinweis Netzintegration Elektromobilität

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



Die VDE-AR-N 4100 „Technische Anschlussregeln Niederspannung“ regelt die Technischen Anschlussbedingungen und geht dabei auf die besonderen Anforderungen der Elektromobilität ein.



Für Ladeinfrastruktur mit Leistungen von über 3,7 kVA und unter 12 kVA besteht eine Anzeigepflicht gegenüber dem Netzbetreiber. Es ist zu beachten, dass bereits mit einer relativ kleinen Anzahl von Anlagen kleinerer Leistung schnell die Summen-Leistungsgrenze von 12 kVA der lokalen Stromversorgung überschritten werden kann und neben der Anmeldepflicht der Netzbetreiber seine Zustimmung erteilen muss. 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 großzügiger Dimensionierung der entsprechenden Zuleitungen, Verteiler und sonstiger Bauteile kann hohe Folgekosten einer späteren Nach- bzw. Umrüstung vermeiden.

### 3.4.2. Neuinstallation und Nachrüstung

Bei der Planung von Neu- oder Umbauten ist zu berücksichtigen, dass bereits heute eine deutlich wachsende Verkaufszahl von Elektrofahrzeugen erwartet wird. 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 Dauerstrombelastbarkeit von 32 A, von der Hauptverteilung bzw. dem Zählerschrank zum Ladeplatz vor. Um erhebliche Folgekosten zu vermeiden, empfiehlt es sich bereits bei der Planung des Neubaus mindestens ein entsprechendes Leerrohr zur Aufnahme einer solchen Leitung vorzusehen. Des Weiteren soll ein separates Leerrohr

für eine Kommunikationsleitung, beispielsweise Netzwerkleitung 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 vorgesehen werden, welche durch Dienstleister errichtet, betrieben oder abgerechnet werden.

Anders als bei Neuinstallationen wurden bestehende Elektroinstallationen in der Regel nicht für das Laden von Elektrofahrzeugen ausgelegt. Aus diesem Grund kann das Laden an ungeprüften 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 unter 3.1.2. „Lastmanagement“ 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 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 und **deshalb nicht zum Laden** von Elektrofahrzeugen geeignet. 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 gehört auch das Erweitern, Ändern und Instandhalten. Es wird davon ausgegangen, 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 m<sup>2</sup> 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

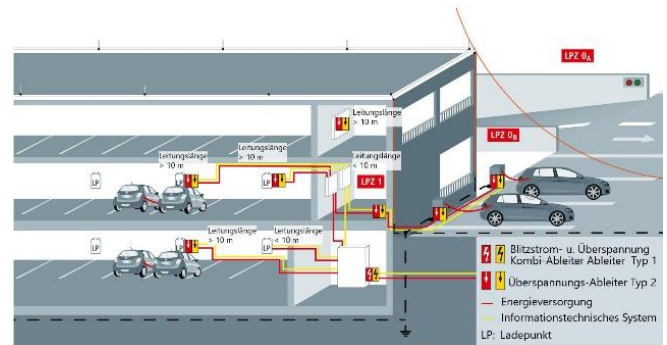
### 3.5.1 Anforderung Überspannungsschutz

Werden Ladeeinrichtung (Wallbox, Ladesäulen, etc.) fest installiert, gilt die DIN VDE 0100 722 „Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen“. Darin sind Anforderungen an den Überspannungsschutz enthalten. Im Abschnitt 722-443 wird für öffentlich zugängliche Anschlusspunkte ein Überspannungsschutz gegen transiente Überspannungen verbindlich gefordert.



Die Maßnahmen für die Umsetzung dieser Forderung sind in der DIN VDE 0100 534 enthalten. Ein Überspannungsschutzgerät Typ 2 (SPD Typ 2) ist die Mindestforderung zum Schutz des Anschlusses der Energieversorgung. Wird die Ladesäule von einem Gebäude mit installierten Blitzschutzsystem versorgt, muss ein Blitzstrom- (SPD Typ 1) oder Kombi-Ableiter (SPD Typ 1 und 2 mit Schutzwirkung Typ 1, 2 und 3) eingesetzt werden.

Öffentlich zugänglichen Ladesäulen werden häufig auch direkt an das Netz eines Energieversorgers angeschlossen und mit einer Zähleinrichtung ausgerüstet. In diesen Fällen ist zusätzlich die VDE-AR-N 4100 zu beachten. Hier ist es sinnvoll den Überspannungsschutz im Hauptstromversorgungssystem vor der Zähleinrichtung zu installieren. In diesem Bereich ist ein Blitzstrom- (SPD Typ 1) oder Kombi-Ableiter (SPD Typ 1 und 2 mit Schutzwirkung Typ 1, 2 und 3) zu installieren. Die Anforderungen an die SPDs sind in der VDE-AR-N 4100 enthalten.

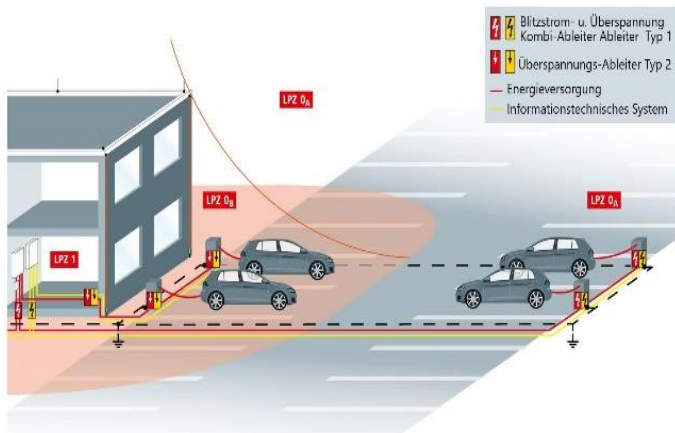


Zusätzlich zu dem Schutz der Energieversorgung ist die Datenübertragung für die Erfassung der Verbrauchsdaten zu schützen. Der informationstechnische Anschluss ist, in Analogie zum Energieanschluss, mit SPD Type 1 (D1 und C2) oder SPD Type 2 (D1 und C2) vorzunehmen.

### 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 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 Installateurs in das Installateur Verzeichnis 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.

### 4.1.1 Verwendungshinweise für Ladekabel

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

### 4.1.2 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. 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.

### 4.1.3 Prüfung

Eine regelmäßige Prüfung der Sicherheit öffentlich zugänglicher sowie gewerblich genutzter Ladestationen ist sicherzustellen. Die Inhalte der Prüfungen und die Prüfzeiten 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).

### 4.1.4 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.

## 4.2. Bedienung

### 4.2.1 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

#### 4.2.2 Zugang

Je nach Zugänglichkeit der Ladestation bestehen zu erfüllenden 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 durch die „Ladesäulenverordnung (LSV)“ in deutsches Recht umgesetzt. 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 Bezahlungsmöglichkeit 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.

#### 4.2.3 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, insbesondere da unter anderem die Ladesäulenverordnung konkrete Anforderungen an öffentlich zugängliche Ladeinfrastrukturen stellt, die sich nennenswert auf die Errichtung und Ausgestaltung der Infrastruktur auswirken können. 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 durch die DIN IEC 63119-1:2018-04; VDE 0122-19-1:2018-04 - Entwurf vorgegeben, 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 nichtdiskriminierend sind.

#### 4.3.1 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 eindeutige Identifikation der beteiligten Akteure auf elektronischem Weg (beispielsweise für die Durchführung eines Ladestrom-Roamings), ist die Nutzung von Identifikatoren (ID-Codes) erforderlich. Nach der internationalen Norm ISO 15118 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.

#### 4.3.2 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).



Die Anforderung zur Abrechnung von Ladevorgängen besteht häufig auch im privaten Umfeld, beispielsweise im Anwendungsfall der Rückerstattung von Stromkosten durch den Arbeitgeber an den Arbeitnehmer, wenn dieser sein dienstliches Elektrofahrzeug am privaten Stromanschluss auflädt. Hierbei ist eine Messwerterfassung deswegen notwendig, um einen eventuellen geldwerten Vorteil des Arbeitnehmers zu verhindern, nachdem die aktuell geltenden Pauschalbesteuerungen ausgelaufen sind. Dieser Anwendungsfall erfordert die Installation einer kommunikativen Ladestation in dem Privathaushalt des Arbeitnehmers. Rechtlich gesehen handelt es sich hierbei jedoch um einen reinen steuerlichen Vorgang, so dass die speziellen energierechtlichen Anforderungen bei der Verrechnung von Kilowattstunden nicht zur Anwendung gelangen. Der Anwendungsfall ist daher mit geringerer Komplexität umsetzbar. Zu beachten gilt es jedoch, dass auf den Bestimmungen des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine Lieferung von PV-Strom an einen Dritten vorliegen kann, die zusätzliche Anforderungen in der Dokumentation und Datenerfassung mit sich bringt. Eine konkrete steuerliche und technische Beratung durch Experten ist im Einzelfall jedenfalls empfehlenswert.



# 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.



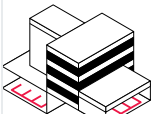
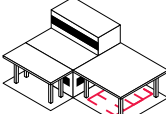
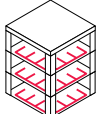

Essenzielle Maßnahmen können Schritt für Schritt adressiert und abgearbeitet werden.

### 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 zw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks	Firmenparkplätze auf eigenem Gelände	Autohof, Autobahn-Raststätte Kundenparkplätze	Einkaufszentren, Parkhäuser,	Straßenrand/ öffentliche Parkplätze
Ladetechnologie	Ladebetriebsart 3 oder 4			Ladebetriebsart 3 oder 4	Ladebetriebsart 3 oder 4	
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. Mittelspannungsnetz	
Verbrauchserfassung	Alternativen: 1) Nutzung des vorhandenen 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 – pauschal		

Wie zu sehen ist, lässt sich grundsätzlich zwischen privaten und öffentlich zugänglichen Anwendungen unterscheiden. Das ist wichtig im Hinblick auf die technischen Anforderungen als auch auf die einschlägigen Rechtsvorschriften und Fördermöglichkeiten. So hat die Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV) öffentlich zugängliche Ladepunkte zum Gegenstand der Regelungen.

#### 5.1.1 Öffentlich zugänglich

Öffentlich zugänglich ist ein auf privatem oder öffentlichem Grund befindlicher Ladepunkt, wenn der zum Ladepunkt gehörende Parkplatz von einem unbestimmten oder nach allgemeinen Kriterien bestimmbar Personenkreis befahren werden kann (z. B. neben öffentlichen Parkplätzen auch Geschäftshaus- oder Kundenparkplätze).

#### 5.1.2 Privat

Wird der Zugang zu einem Ladepunkt dagegen nur einer von vornherein bestimmten oder bestimmbar Personengruppe eingeräumt, liegt kein öffentlich zugänglicher Ladepunkt im Sinne der LSV vor. So sind z. B. die sich auf privaten Carports oder privaten Garageneinfahrten befindlichen Ladepunkte keine öffentlich zugänglichen Ladepunkte.

#### 5.1.3 Weitere Beispielfälle, Abgrenzung

Eine unter Umständen erforderliche vorher zu erwerbende Zugangsberechtigung schließt die öffentliche Zugänglichkeit eines Ladepunktes nicht aus, soweit deren Erlangung dem Grunde nach jedermann offensteht. Wird der Zugang aber von vornherein nur einzelnen oder einer besonderen Personengruppe eingeräumt, liegt keine öffentliche Zugänglichkeit eines im betroffenen Gebiet liegenden Ladepunktes vor und es handelt sich um eine private Anwendung.

Beispiele:

- 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.  
→ privat, nicht öffentlich zugänglich
- Kundenparkplätze beispielsweise von Einkaufszentren ermöglichen grundsätzlich einen Zugang für jeden Nutzer.  
Eine zeitliche Beschränkung, z. B. Geschäftszeiten oder Höchstparkdauer, und eine kostenpflichtige Nutzung ändert daran nichts.  
→ öffentlich zugänglich

#### 5.1.4 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 bietet eine gute Grundlage zur Erstberatung.

Des Weiteren bietet der VDE Mobility unter folgendem Link:

<https://backbone.vde.com/meine-eigene-ladestation-die-checkliste/>

eine „Checkliste: Private Ladestation: Was ist für die Installation zu beachten?“

### Checkliste für die Erstberatung

Kunde Name, Vorname: \_\_\_\_\_  
wohnhaf in Straße, Nr.: \_\_\_\_\_  
PLZ, Ort: \_\_\_\_\_  
Fahrzeug Hersteller, Typ: \_\_\_\_\_  
Kapazität: \_\_\_\_\_ kWh Ladeleistung (max.): \_\_\_\_\_ kW

#### Installation eines Ladepunktes

Variante A

Ladeleistung bis: \_\_\_\_\_ kW

Zu erwartende Ladedauer: \_\_\_\_\_ h:min

- Möglich ohne techn. Änderungen
- Möglich durch
  - Erweiterung Zähleranlage
  - Erneuerung Zähleranlage
  - Leistungserhöhung durch EVU
  - Installation Lastabschaltung
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_

Variante B

Ladeleistung bis: \_\_\_\_\_ kW

Zu erwartende Ladedauer: \_\_\_\_\_ h:min

- Möglich ohne techn. Änderungen
- Möglich durch
  - Erweiterung Zähleranlage
  - Erneuerung Zähleranlage
  - Leistungserhöhung durch EVU
  - Installation Lastabschaltung
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_

#### Optional

- Nutzung eigenerzeugten Stromes möglich
  - Stromerzeugung bereits vorhanden
  - Installation einer Stromerzeugung möglich
- Nutzung Stromspeicher möglich
  - Vorhandener Stromspeicher kann genutzt werden
  - Installation eines Stromspeichers möglich
- Energiemanagement möglich
  - Integration in bestehendes Managementsystem möglich
  - Installation eines Managementsystems möglich

#### Beratender E-Mobilität Fachbetrieb

Berater: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift

# 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 Mobilitäts Herausforderungen spiegelt sich schon jetzt in erheblich intensivierten Entwicklungs Bemühungen 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, welche höhere Ladeleistungen ermöglicht.

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 Januar 2020) 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. Mit der IEC / TS 61439-7 (VDE V 0660-600-7) sind spezifische Anforderungen an den Aufbau

von AC- und DC-Ladeeinrichtungen definiert worden.

### 6.1.1 AC-Laden gemäß DIN EN 61851-1

Die Systemnorm DIN EN 61851-1:2013-04; VDE 0122-1:2013-04 für das leitungsgebundene Laden ist im Dezember 2019 in der 3. Edition veröffentlicht worden. Sie berücksichtigt die zwischenzeitlich erfolgten Entwicklungen und Normungsvorhaben zur Elektromobilität. Die neue Ausgabe wird die zwischenzeitlich erfolgte Entwicklung des separaten Produktstandards IEC 62752 für die Ladeleitung Garnitur 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 (DIN EN 60529) 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.

### 6.1.2 DC-Laden gemäß DIN EN 61851-23

Der DC-Ladestandard IEC 61851-23 Ed.1 ist nach der Veröffentlichung 2014 unmittelbar in die Überarbeitung gegangen, um der schnellen Entwicklung im Bereich des DC-Ladens Rechnung zu tragen. Ein wesentliches Ziel der zweiten Edition ist das Laden mit Strömen >200 A. Um die dafür erforderlichen Kabelquerschnitte zu reduzieren und die Handhabung zu erleichtern, ist beim erstmals die aktive Kühlung von Ladeleitung und Steckverbindung vorgesehen. In der Anwendungsregel VDE-AR-E 2623-5-3 sind Einzelheiten zu diesem Verfahren beschrieben, die in die kommende Ausgabe der IEC 61851-23 Ed.2 Einzug finden werden. Mit einem Erscheinen der zweiten Edition ist nicht vor 2021 zu rechnen. Der veröffentlichte Normentwurf DIN EN 61851-23:2018-03 ist in wesentlichen Punkten überholt.

In der DIN EN 61851-23 Berichtigung 2:2018-10 wurden zwischenzeitlich die Anforderungen an den Schutz vor elektrischem Schlag speziell bei kapazitivem Entladen klargestellt.



### 6.1.3 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 2018 wurden die Testfälle für eine Konformitätsprüfung (ISO 15118-4 und ISO 15118-5) als internationaler Standard veröffentlicht.

## 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 Angebotsituation der vernetzten Bestandteile des Smart Grids.

### 6.2.1 Energierückspeisung in das elektrische Versorgungsnetz

Zunehmend wird die Rückspeisung elektrischer Energie von der Fahrzeugbatterie in das elektrische Netz in Erwägung gezogen. Ebenfalls finden sich Medienberichte, 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. Vor diesem Hintergrund finden erste vornormative Aktivitäten statt, die sich mit der Frage befassen, wie sich das bidirektionale Laden sinnvoll und sicher in ein übergeordnetes System integrieren lässt.

### 6.2.2 Netzdienlichkeit

Einen Beitrag zur Netzstabilität und Netzstützung können Elektrofahrzeuge nur liefern, wenn zum Zeitpunkt des Energiebedarfs das Elektrofahrzeug an das elektrische Netz angeschlossen ist.

Die netzdienliche Steuerung macht hauptsächlich im privaten Bereich Sinn, da hier im Vergleich zu öffentlich zugänglichen Ladestationen lange

Standzeiten mit hohem Flexibilisierungspotenzial existieren. Hiermit kann der Netzausbau verringert werden. Das hat dann auch positiven Einfluss auf die Entwicklung der Stromkosten.

Neben der Verringerung der Ladeleistung beim Ladevorgang in Engpasssituationen, kann perspektivisch auch eine Rückspeisung von Energiemengen über längere Zeiträume und 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.

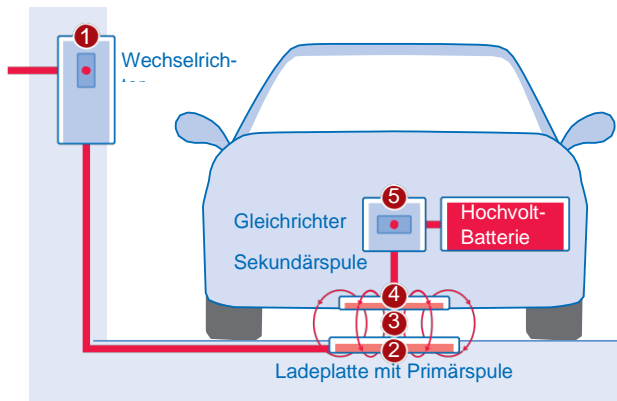
Gegenwärtig sind jedoch weder die Elektrofahrzeuge noch die Ladestationen serienmäßig für eine netzgekoppelte Rückspeisung ausgelegt. Der Anwendungsfall ist normativ bisher nicht näher betrachtet worden. Bezogen auf das CCS-Ladeverfahren ist geplant, das Thema in der 3. Edition der IEC 61851-23 aufzugreifen.

### 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



Das Einspeisen in Endstromkreise ist gemäß VDE 0100 nicht zulässig. Die Ladeinfrastruktur besteht neben dem Anschluss an die bestehende Elektroinstallation aus der zugehörigen Ladeeinrichtung mit einem Wechselrichter **1** und einer stationären Ladeplatte **2**. Die Ladeeinrichtung kann als fest installierte Ladestation oder steckbare Einrichtung ausgeführt sein. Die Ladeplatte enthält die Primärspule, über die ein magnetisches Wechselfeld **3** aufgebaut wird. Im Elektrofahrzeug befinden sich eine Sekundärspule **4** (Pick-up) und ein Gleichrichter **5**. 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 Fahrzeugassistentenfunktionen, 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 und 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 geladen 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. Im März 2018 ist der Normenentwurf zur DIN EN 61980-1 (VDE 0122-10-1):2013-08 veröffentlicht worden. Der Entwurf zu Vornorm der DIN IEC TS 61980-2

(VDE V 0122-10-2):2017-10 ist im Oktober 2017 und der Entwurf zur Vornorm der DIN IEC TS 61980-3

(VDE V 0122-10-3):2015-09 im September 2015 erschienen. 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 wird WLAN nach ISO15118-8 zum Einsatz kommen. Die Nachrichten werden in ISO15118-20 standardisiert. Die zur Ladung erforderliche Kommunikation ist über die ISO 15118 standardisiert.

# 7 Literatur

- DIN 18015-1:2018-09  
**Elektrische Anlagen in Wohngebäuden Teil 1: Planungsgrundlagen**
- DIN EN 61851 Reihe für **Ladeinfrastruktur Teil 1 E DIN EN 61851-1:2013-04; VDE 0122-1:2013-04 Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen Teil 23 E DIN EN 61851-23:2018-03; VDE 0122-2-3:2018-03 Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 23: Gleichstromladestationen für Elektrofahrzeuge**
- DIN EN 62196 Reihe für **Steckverbindungen Teil 2 DIN EN 62196-2:2017-11; VDE 0623-5-2:2017-11 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**
- E DIN EN 61439-7:2016-10; VDE 0660-600-7:2016-10  
**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 0100-722:2019-06; VDE 0100-722:2019-06  
**Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen**
- DIN VDE 0620-1:2016-01; DIN VDE 0620-1:2019-03; VDE 0620-1:2019-03  
**Entwurf Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen an ortsfeste Steckdosen**
- DIN EN 62752:2017-04; VDE 0666-10:2017-04  
**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 15118-1:2019 Allgemeine Informationen und Festlegungen der Anwendungsfälle Teil 2 DIN EN ISO 15118-2:2016-08 Anforderungen an das Netzwerk- und Anwendungsprotokoll Teil 3 DIN EN ISO 15118-3:2016-08 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 4100:2019-04  
**Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung)**
- 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 Elektro- mobile (Ladesäulenverordnung, LSV)**
- Technische Anschlussbedingungen der Netzbetreiber (TAB)
- Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität  
Version 4.0
- NPM:<https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/>
- FNN Hinweis Netzintegration Elektromobilität
- HEA-Leitfaden "Ladeninfrastruktur in Wohngebäuden"



## Abkürzungsverzeichnis

<b>AC</b>	Alternating Current (Wechselstrom)
<b>AR</b>	Anwendungsregel
<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle (Batterieelektrisches Fahrzeug)
<b>DGUV V3</b>	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
<b>CCS</b>	Combined Charging System
<b>DC</b>	Direct Current (Gleichstrom)
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung e. V.
<b>DIN SPEC</b>	DIN Spezifikation
<b>DKE</b>	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>FNN</b>	Forum Netztechnik/Netzbetrieb
<b>HEA</b>	Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V
<b>IC-CPD</b>	In-Cable Control and Protection Device (Ladeleitung integrierte Steuer- und Schutzeinrichtung)
<b>IEC</b>	Internationale Elektrotechnische Kommission
<b>ISO</b>	Internationale Organisation für Normung
<b>kVA</b>	Kilovoltampere, Einheit der Scheinleistung
<b>kW</b>	Kilowatt, Einheit der Wirkleistung
<b>LSV</b>	Ladesäulenverordnung
<b>MessEG</b>	Mess- und Eichgesetz
<b>MessEV</b>	Mess- und Eichverordnung
<b>NAV</b>	Niederspannungsanschlussverordnung
<b>NFC</b>	Near Field Communication (Nahfeldkommunikation)
<b>NPM</b>	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
<b>PAS</b>	Publicly Available Specification (Öffentlich verfügbare Spezifikation)
<b>Pedelec</b>	Pedal Electric Cycle
<b>PHEV</b>	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
<b>PLC</b>	Powerline Communication

(Datenübertragung über eine Stromleitung)

**RCD**

Residual Current Device

(Fehlerstrom-Schutzeinrichtung)

**RFID**

Radio-frequency Identification (Identifikation über elektromagnetische Wellen)

**TAR**

Technische Anschlussregel

**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.







## **Verfasser**

Siehe Herausgeber  
Stand: Januar 2020  
Überarbeitung: Januar 2020

## **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](http://www.dke.de)

### **ZVEH**

*Zentralverband der Deutschen Elektro- und Infor-  
mationstechnischen Handwerke*

Lilienthalallee 4  
60487 Frankfurt

### **ZVEI**

*Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikin-  
dustrie e. V.*

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main

## **VDE|FNN**

*Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)*

Bismarckstr. 33  
10625 Berlin

## **Redaktion**

*DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elekt-  
ronik Informationstechnik in DIN und VDE*

Lydia Dorrman  
[Lydia.Dorrman@vde.com](mailto:Lydia.Dorrman@vde.com)

Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
[www.dke.de](http://www.dke.de)