

Stand: Oktober 2021

Udo Mathiae · Ernst Schneider

Elektrosicherheit in der Elektromobilität

- Installation von Ladesystemen
- Ladeverfahren und Ladebetriebsarten
- Prüfung von Ladeeinrichtungen

IMPRESSUM

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2021 by WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise – nicht gestattet.

Wichtiger Hinweis

Die WEKA MEDIA GmbH & Co. KG ist bemüht, ihre Produkte jeweils nach neuesten Erkenntnissen zu erstellen. Deren Richtigkeit sowie inhaltliche und technische Fehlerfreiheit werden ausdrücklich nicht zugesichert. Die WEKA MEDIA GmbH & Co. KG gibt auch keine Zusicherung für die Anwendbarkeit bzw. Verwendbarkeit ihrer Produkte zu einem bestimmten Zweck. Die Auswahl der Ware, deren Einsatz und Nutzung fallen ausschließlich in den Verantwortungsbereich des Kunden.

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Sitz in Kissing
Registergericht Augsburg
HRA 13940

Persönlich haftende Gesellschafterin:

WEKA MEDIA Beteiligungs-GmbH
Sitz in Kissing
Registergericht Augsburg
HRB 23695

Vertretungsberechtigte Geschäftsführer:

Stephan Behrens, Michael Bruns, Jochen Hortschansky, Kurt Skupin

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Römerstraße 4, D-86438 Kissing
Fon 0 82 33.23-40 00
Fax 0 82 33.23-74 00
service@weka.de
www.weka.de

Umschlag geschützt als Geschmacksmuster der

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Satz: WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Druck: Elanders GmbH, Anton-Schmidt-Straße 15, D-71332 Waiblingen

978-3-8111-6923-4

Vorwort

Die Elektromobilität nimmt Fahrt auf. Laut einer aktuell veröffentlichten Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech) erklären schon 24 % der Bevölkerung, dass sie ein E-Auto kaufen würden; ein Hybrid käme für 31 % infrage. Die Mehrheit erwartet übrigens, dass die Elektromobilität immer wichtiger wird. Auch die Automobilindustrie setzt auf E-Autos. Dort rechnet man mit einem erheblichen Anstieg der Verkaufszahlen: Allein im Juni sind rund 65.000 neue E-Autos hinzugekommen. Der Verband der Automobilindustrie (VDA) geht für 2030 von einem Bestand von 10 bis 14 Millionen E-Pkws aus. Dafür werden dann laut VDA mehr als 1 Million öffentliche und private Ladepunkte für E-Pkws und E-Transporter benötigt.

Anhand dieser Zahlen wird deutlich, was auf Elektrofachkräfte in naher Zukunft zukommen wird. Der massive Ausbau einer zuverlässigen nutzerorientierten Ladeinfrastruktur ist die entscheidende Grundvoraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität. Dazu gehört neben der öffentlichen Ladeinfrastruktur vor allem das Laden im privaten Zuhause – sei es in der eigenen Garage oder auf dem eigenen Stellplatz.

Der vorliegende Praxiskompass Elektromobilität beschäftigt sich deshalb mit der norm- und praxisgerechten Errichtung von Ladeeinrichtungen durch die Elektrofachkraft. Er dient darüber hinaus als unverzichtbare Vertiefung und Ergänzung zu unserem E-Learning-Kurs „Elektrosicherheit in der Elektromobilität“.

Inhaltlich orientiert sich der Praxiskompass verständlicherweise an der Struktur des E-Learning-Kurses. Nach einer kurzen Einführung werden die technischen Anforderungen für den Netzanschluss und dessen Betrieb behandelt. Anschließend geht es um Ladeverfahren und Ladebetriebsarten, um die jeweiligen Anforderungen an die Installation und den Betrieb. Das Schlusskapitel ist den Prüfungen gewidmet – insbesondere der notwendigen Erstprüfung von Ladeeinrichtungen durch die zur Prüfung befähigte Elektrofachkraft nach DIN VDE 0100-600.

Ernst Schneider und Udo Mathiae, Zusmarshausen, Oktober 2021

Die Autoren

Ernst Schneider

ist Jurist und Experte für technisches Recht. Er eröffnete 2001 ein Fachredaktionsbüro und veröffentlichte seitdem eine Vielzahl von Büchern und Beiträgen in Fachzeitschriften sowie elektronischen Informationsdiensten. Ernst Schneider ist Mitglied im ANP-Arbeitskreis Sektorgruppe Elektrotechnik (ANP-SGE) und im Ausschuss Normenpraxis (ANP-TGP) des DIN e.V.



Udo Mathiae

ist Leiter für elektrische Instandhaltung bei einem internationalen Elektrotechnikunternehmen (Glasfaserproduktion) in Augsburg. Er absolvierte eine Ausbildung zum Elektroinstallateur und ist Meister im Elektrotechniker-Handwerk. Seit 2009 ist er geprüfter Technischer Betriebswirt IHK.



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Die Autoren	6
Elektrofachkräfte und Elektromobilität	13
Privates Laden von Elektrofahrzeugen	13
Installation der Ladeeinrichtung nur durch Elektrofachkräfte	14
Die wichtigsten Normen für die Ladeinfrastruktur	14
Installation von Ladesystemen für Elektrofahrzeuge	17
Technische Anforderungen an Netzanschluss und Betrieb	18
Netzurückwirkungsproblematik berücksichtigen	20
Netzqualitätskriterien nach DIN EN 50160	22
Oberschwingungen (Harmonische)	22
Passive Oberschwingungsfilter	25
Aktive Oberschwingungsfilter	26
Vergleich der Filtereigenschaften	27
Flickerkompensation	28
VDE-Anforderungen an den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge	31
Teilnahme am Lastmanagement	31
Blindleistungs- und Wirkleistungsregelung	31
Symmetrischer Betrieb	32
Ladeverfahren und Ladebetriebsarten	33
Ladeverfahren	33
Konduktives Laden	33
AC-Laden: Laden mit Wechselstrom	33
DC-Laden: Laden mit Gleichstrom	34
Induktives Laden	34
Sonderfall Batteriewechsel	34
Anschlussarten des Elektrofahrzeugs an die Ladevorrichtung	35

Allgemeine Anforderungen an konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge nach DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1)	36
Einteilung der Stromversorgungseinrichtungen nach Merkmalen	36
Konduktive Ladebetriebsarten von Elektrofahrzeugen	37
Ladebetriebsart 1	38
Ladebetriebsart 2	39
Ladebetriebsart 3	41
Ladebetriebsart 4	41
Wichtige Funktionen der Ladebetriebsarten 2, 3 und 4 (mehrstufiges Sicherheitskonzept)	42
Ornungsgemäßer Anschluss des Elektrofahrzeugs an die Ladesäule	42
Komponentenschutz	42
Wegfahrerschutz	42
Mechanischer Schutz	43
Schutz gegen elektrischen Schlag	43
Kontinuierliche Überwachung der Durchgängigkeit des Schutzleiters	43
Maximal zulässiger Strom	44
Optionale Funktionen der Ladebetriebsarten 2, 3 und 4	45
Kommunikation zwischen Ladestation und Elektrofahrzeug	46
Schutz gegen elektrischen Schlag an Ladestationen	46
IP-Schutzarten	46
IP-Schutzarten bei Ladesäulen (Zugang zu gefährlichen Teilen)	51
IP-Schutzarten bei Ladesäulen (feste Fremdkörper und Wassereintritt) ..	51
IP-Schutzarten bei Ladesäulen (feste Fremdkörper und Wassereintritt bei Basis-, Universal-, Gleichstrom- und kombinierten Schnittstellen)	51
Gespeicherte Energie nach dem Trennen	52
Fehlerschutz bei Stromversorgungsanlagen für Elektrofahrzeuge	52
Schutzerdungsleiter und Schutzleiter	53
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	53
Sicherheitsanforderungen an Signalgebungsstromkreise	55
IEC 62196-1 Anforderungen an (AC-)Ladesteckvorrichtungen:	
Steckertyp 2	55
Anforderungen an Leitungsgarnituren	56
Konstruktive Anforderungen an Leitungsgarnituren	57

Anforderungen an die Erdung	58
Schutz der Schutzkontakte	58
Zugentlastung	59
Mechanische Festigkeit	59
Konstruktive Anforderungen an Ladestationen für Elektrofahrzeuge	60
Elektrische Prüfungen von Ladestationen	61
Isolationswiderstand	61
Berührungsstrom	61
Prüfung der Spannungsfestigkeit	62
Elektrische Stehspannung	62
Stehstoßspannung	64
Funktionsprüfung mit feuchter Wärme	65
Prüfung der mechanischen Stoßfestigkeit	66
Überlast- und Kurzschlusschutz	67
Überlastschutz der Leitungsgarnitur	67
Automatisches Wiedereinschalten von Schutzeinrichtungen	68
Anforderungen an Installation und Betrieb der Ladeinfrastruktur	69
Verteilungssysteme nach DIN VDE 0100-100	69
TN-Systeme	70
TN-S-System	71
TN-C-System	71
TN-C-S-System	72
Versorgung von Ladestationen über TN-Versorgungssysteme	73
TT-Systeme	74
IT-Systeme	75
Stromversorgung	76
Aufbau der Anlage	77
Schutzmaßnahmen	77
Automatische Abschaltung der Stromversorgung	78
Schutztrennung	78
Störspannungsschutz und EMV	78
Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	80
Einrichtungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	81
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)	81

Einrichtungen zum Schutz bei Überstrom	82
Koordination der elektrischen Betriebsmittel zum Schutz, Trennen, Schalten und Steuern.....	82
Einrichtungen zur Überwachung	82
Erdungsanlagen und Schutzleiter.....	83
Anforderungen an die Erdung.....	83
Schutz der Schutzkontakte.....	83
Prüfungen	84
Prüfungen von Ladesäulen und Wallboxen	85
Erstprüfungen nach DIN VDE 0100-600:2017-06.....	85
DIN VDE 0100-600:2017-06.....	85
Anwendungsbereich und normative Verweisungen.....	87
Begrifflichkeiten der DIN VDE 0100-600:2017-06	87
Erstprüfung.....	88
Allgemeines	88
Besichtigen.....	90
Erproben und Messen.....	92
Durchgängigkeit der Leiter.....	94
Isolationswiderstand der elektrischen Anlage.....	94
Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung des Schutzes durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung.....	97
Schutz durch SELV.....	97
Schutz durch PELV.....	98
Schutz durch Schutztrennung	98
Isolationswiderstand/-impedanz von isolierenden Fußböden und Wänden.....	98
Prüfung der Spannungspolarität	99
Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	100
Prüfung im TN-System.....	100
Prüfungen im TT-System.....	102
Prüfungen im IT-System	103
Messung des Erderwiderstands	105
Messung der Fehlerschleifenimpedanz	105
Zusätzlicher Schutz	106
Prüfung der Phasenfolge.....	107

Funktionsprüfungen	107
Prüfung des Spannungsfalls	108
Prüfbericht der Erstprüfung	108
Prüfprotokoll für die Erstprüfung nach DIN VDE 0100-600:2017-06	110
Stichwortverzeichnis	129