

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5	
<b>Ein besonderer Dank</b> .....	7	
<b>Einleitung</b> .....	13	
<b>1</b>	<b>Allgemeine Hinweise zur elektrischen Sicherheit in der Elektromobilität</b> .....	15
1.1	Allgemeines .....	15
1.2	Hinweise zu den angewendeten Wechsel- und Gleichspannungsgrößen .....	16
1.3	Hinweise zu den angewendeten Stromversorgungs- und Ladesystemen .....	16
1.4	Hinweise zum Schutz vor Berührungsströmen durch Isolationsfehler und Fehlerströme .....	17
1.5	Hinweise zur elektrischen Sicherheit im Fahrbetrieb .....	17
<b>2</b>	<b>Grundlagen Elektromobilität</b> .....	19
2.1	Antriebsarten/Fahrzeugtypen .....	19
2.2	Ladetechnologien .....	19
2.2.1	Einleitung .....	19
2.2.2	Konduktives Laden .....	20
2.2.3	Induktives Laden .....	25
2.2.4	Batteriewechsel .....	25
2.2.5	Fazit: Systemansätze zum Laden .....	26
2.3	Ladebetriebsarten .....	26
2.3.1	Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation .....	27
2.3.2	Laden über die vorhandene Gebäudeinstallation .....	27
2.3.3	Laden über fest installierte Ladeeinrichtungen .....	31
2.3.4	Zusammenfassung .....	34
<b>3</b>	<b>Anforderungen der elektrischen Sicherheit</b> .....	35
3.1	Im Fahrzeug/Fahrbetrieb .....	37
3.1.1	Anforderungen nach ISO 6469-3 .....	37
3.1.2	Anforderungen nach ISO 17409 .....	41
3.2	Bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur .....	45

3.2.1	Produktnormen Ladeinfrastruktur . . . . .	45
3.2.2	Normen für Errichtung und Betrieb . . . . .	50
3.3	Im Systemverbund/Ladebetrieb . . . . .	56
3.3.1	AC-Ladeverbund (Mode 3) . . . . .	56
3.3.2	DC-Ladeverbund (Mode 4) . . . . .	58
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>Anhang A – Normenreferenzliste . . . . .</b>		<b>63</b>
<b>Anhang B – Verwendete Abkürzungen . . . . .</b>		<b>66</b>
<b>Anhang C – Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100 Teil 100 – Systeme nach Art der Erdverbindung . . . . .</b>		<b>68</b>
C.1	Allgemeines . . . . .	68
C.2	TN-Systeme . . . . .	70
C.3	TT-Systeme . . . . .	71
C.4	IT-Systeme . . . . .	71
<b>Anhang D – Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 . . . . .</b>		<b>73</b>
D.1	Allgemeines . . . . .	73
D.2	Schutzmaßnahme: „Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ . . . . .	75
D.2.1	Anforderungen an den Basisschutz . . . . .	75
D.2.2	Anforderungen an den Fehlerschutz . . . . .	76
D.2.2.1	Schutzerdung . . . . .	76
D.2.2.2	Schutzpotentialausgleich . . . . .	76
D.2.2.3	Automatische Abschaltung im Fehlerfall . . . . .	77
D.2.3	TN-Systeme . . . . .	80
D.2.4	TT-Systeme . . . . .	82
D.2.5	IT-Systeme . . . . .	83
D.2.5.1	IT-Systeme ohne Abschaltung beim ersten Isolationsfehler . . . . .	84
D.2.5.2	IT-Systeme nach Auftreten eines zweiten Fehlers . . . . .	85
D.3	FELV . . . . .	87
D.4	Schutzmaßnahme: doppelte oder verstärkte Isolierung . . . . .	88
D.5	Schutzmaßnahme Schutztrennung . . . . .	89
D.6	Schutzmaßnahme: Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV . . . . .	90

D.7	Zusätzlicher Schutz . . . . .	90
D.8	Anhänge von DIN VDE 0100-410. . . . .	91
D.8.1	Anhang A (normativ), Vorkehrungen für den Basisschutz unter normalen Bedingungen . . . . .	91
D.8.2	Anhang B (normativ), Vorkehrungen für den Basisschutz unter besonderen Bedingungen – Hindernisse und Anordnung außerhalb des Handbereichs. . . . .	92
D.8.3	Anhang C (normativ) – Schutzvorkehrungen zur ausschließlichen Anwendung, wenn die Anlage nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben und überwacht wird. . . . .	93
D.8.4	Anhang D (normativ) – Vorkehrungen, wenn automatische Abschaltung in der geforderten Zeit nach Abschnitt 411.3.2 nicht erreicht werden kann . . . . .	94
D.8.5	Anhang ZA (normativ) – Besondere nationale Bedingungen . . . .	94
D.8.6	Anhang ZB (informativ) – A-Abweichungen . . . . .	95
<b>Anhang E – Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen</b>		
	<b>nach DIN VDE 0100-530 . . . . .</b>	<b>96</b>
E.1	Allgemeine und gemeinsame Anforderungen . . . . .	96
E.2	Einrichtungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung der Stromversorgung. . . . .	97
E.2.1	Allgemeines . . . . .	97
E.2.2	Auswahl von Schutz- und Überwachungseinrichtungen . . . . .	97
E.2.3	Einrichtungen zum Trennen. . . . .	98
E.2.4	Einrichtungen zum Schalten. . . . .	98
E.2.5	Einrichtungen zur Überwachung für IT-Systeme/ Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMDs) . . . . .	99
<b>Anhang F – Gefährdung des Menschen durch Körperströme . . . . .</b>		
F.1	Allgemeines . . . . .	101
F.2	Wirkung des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere nach DIN IEC/TS 60479-1 ( <b>VDE V 0140-479-1</b> ) . . . . .	102
F.2.1	Anwendungsbereich. . . . .	103
F.2.2	Begriffe. . . . .	104
F.2.3	Elektrische Impedanz des menschlichen Körpers . . . . .	105
F.2.4	Sinusförmiger Wechselstrom mit 50 Hz/60 Hz bei großen Berührungsflächen . . . . .	106
F.2.5	Wirkungen von sinusförmigen Wechselströmen im Bereich von 15 Hz bis 100 Hz . . . . .	107

F.2.6	Wirkungen von Gleichstrom . . . . .	111
F.3	Grundsätzliche Erkenntnisse der Elektropathologie . . . . .	114
<b>Anhang G – Einfluss von Gleichfehlerströmen auf Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)</b> . . . . . 116		
G.1	Zu berücksichtigende Gleichfehlerströme in der Elektromobilität	116
G.2	RCD-Kompatibilität . . . . .	119
<b>Anhang H – Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-540</b> . . . . . 122		
H.1	Allgemeines . . . . .	122
H.2	Erdungsanlagen . . . . .	122
H.3	Schutzleiter . . . . .	123
<b>Anhang I – Schutzvorkehrungen und Schutzmaßnahmen</b> . . . . . 125		
I.1	Allgemeines . . . . .	125
I.2	Begriffsdefinitionen . . . . .	125
I.3	Schutzvorkehrungen . . . . .	126
I.4	Schutzmaßnahmen . . . . .	129
<b>Anhang J – Basis-, Fehler-, Zusatzschutz</b> . . . . . 133		
J.1	Allgemeines und Begriffsdefinitionen . . . . .	133
J.2	Basisschutz . . . . .	133
J.3	Fehlerschutz . . . . .	134
J.4	Zusätzlicher Schutz . . . . .	135
<b>Anhang K – Normen und Recht – europäische Gesetzeslage für Ladesäulen</b> . . . . . 136		
K.1	Allgemeines . . . . .	136
K.2	Anforderungen der EU-Richtlinien/EU-Verordnungen . . . . .	136
K.3	Harmonisierte Normen . . . . .	138
K.4	Inverkehrbringen . . . . .	139
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .		141