BENDER
The Power in Electrical Safety©

Elektrische Sicherheit für die Elektromobilität

Mit Sicherheit Spannung

Intelligente elektrische Sicherheit für die mobile Zukunft

In fast 70 Jahren haben wir gelernt strategisch und zukunftsweisend vorauszudenken und uns schon heute damit zu beschäftigen, was der Kunde morgen braucht. Innovative Lösungen und Serviceleistungen, einzigartiges Know-how und globale Kompetenz in Sachen elektrischer Sicherheit geben Antwort auf die Herausforderungen der mobilen Zukunft – von der Elektroinstallation hin zur Vielzahl der verschiedensten Ladestationen bis ins Fahrzeug.

Als weltweiter Markt- und Technologieführer unterstreichen wir dies mit unserem Qualitätsversprechen 5forU:
Fünf Jahre Garantie auf unsere Produkte.

Elektrofahrzeuge

Ladesäulen

Energiespeicher

Herausforderung Elektromobilität

Elektrische Sicherheit von der Ladesteckdose bis zum Elektrofahrzeug

Für die Nutzung von Elektrofahrzeugen (EV) hat die elektrische Sicherheit sowohl im Elektrofahrzeug (EV) selbst, als auch in der Ladeinfrastruktur einen hohen Stellenwert. Wie in allen Bereichen des täglichen Lebens genießt auch hier der Schutz von Menschen vor Gefährdungen durch elektrischen Strom höchste Priorität.

Im Elektrofahrzeug (EV)
Im Fahrzeug sind Spannungen vorhanden, deren Beherrschung eine sorgfältige Abstimmung der Schutzmaßnahmen erfordert. Isolationsfehler im Voltage Class B System (Bordnetz), wie sie z. B. durch Verschmutzung, Feuchtigkeit, defekte Steckverbindungen etc. entstehen können, müssen vermieden bzw. erkannt und beseitigt werden.

An der Ladestation
Grundsätzliches Ziel ist es, Elektrofahrzeuge praktisch an jeder Steckdose laden zu können. Beim Ladevorgang können deshalb verschiedene Netzformen und Schutzmaßnahmen aufeinander treffen. Dies erfordert eine sorgfältige Koordination und Ausführung aller Maßnahmen, um auch hier eine umfassende elektrische Sicherheit für den Anwender zu gewährleisten.

In der Gebäudeinstallation
Die Anforderungen an die elektrische Sicherheit in Gebäuden ist in der Normenreihe DIN VDE 0100 ausführlich geregelt.
Damit Elektrofahrzeuge (EV) sicher und zuverlässig geladen werden können, sind sowohl die im Gebäude vorhandenen Schutzmaßnahmen als auch die erforderlichen Schutzmaßnahmen bei Neuinstallationen zu beachten bzw. unter Berücksichtigung der normativen Anforderungen beim Ladevorgang zu errichten.

Elektrische Sicherheit für das Bordnetz von Elektrofahrzeugen – Isolationsüberwachung

Das Stromversorgungssystem im Elektrofahrzeug, das sogenannte „Bordnetz der Spannungsklasse B", ist im Fahrbetrieb als isoliert aufgebautes Stromversorgungssystem zu betrachten. Eine wesentliche Herausforderung dabei ist, Isolationsfehler frühzeitig zu erkennen. Ursachen für Isolationsfehler im normalen Betrieb können dabei z.B. sein: Verschmutzung, Salz, Feuchtigkeit, defekte Steckverbindungen, mechanische Einwirkungen etc.

Was fordert die Norm?

- *ISO6469-3:2011*
  Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock
  „der Mindestisolationswiderstand des Bordnetzes muss über die gesamte Lebensdauer und unter allen Betriebszuständen gewährleistet sein".

Die perfekte Lösung:

- Ständige Überwachung des Isolationswiderstandes mit ISOMETER® Baureihe IR155 oder iso165C

Wesentliche Merkmale:

- Universell für Voltage Class B Systeme
  AC/DC 0…1000 V IR155
  AC/DC 0…600 V iso165C
- Patentiertes Messverfahren für präventive Erkennung von Isolationsfehlern von 0…10 MΩ
- Zusätzliche Sicherheit durch automatischen Selbsttest
- Ständige Überwachung des Erdanschlusses zum elektrischen Chassis
- Erkennung von symmetrischen Isolationsfehlern
- Kurzschlusssichere Ausgänge für
  – Fehlermeldung
  – Messwert (PWM-Signal)
- Conformal-Beschichtung (SL1301EO-FLZ) bei IR155
- Für Versorgungsspannung DC 12 V und 24 V verfügbar
- Automotive Zulassung e1 acc. 72/245/EWG/EEC 2009/19/EG/EC
- CAN Schnittstelle bei iso165C

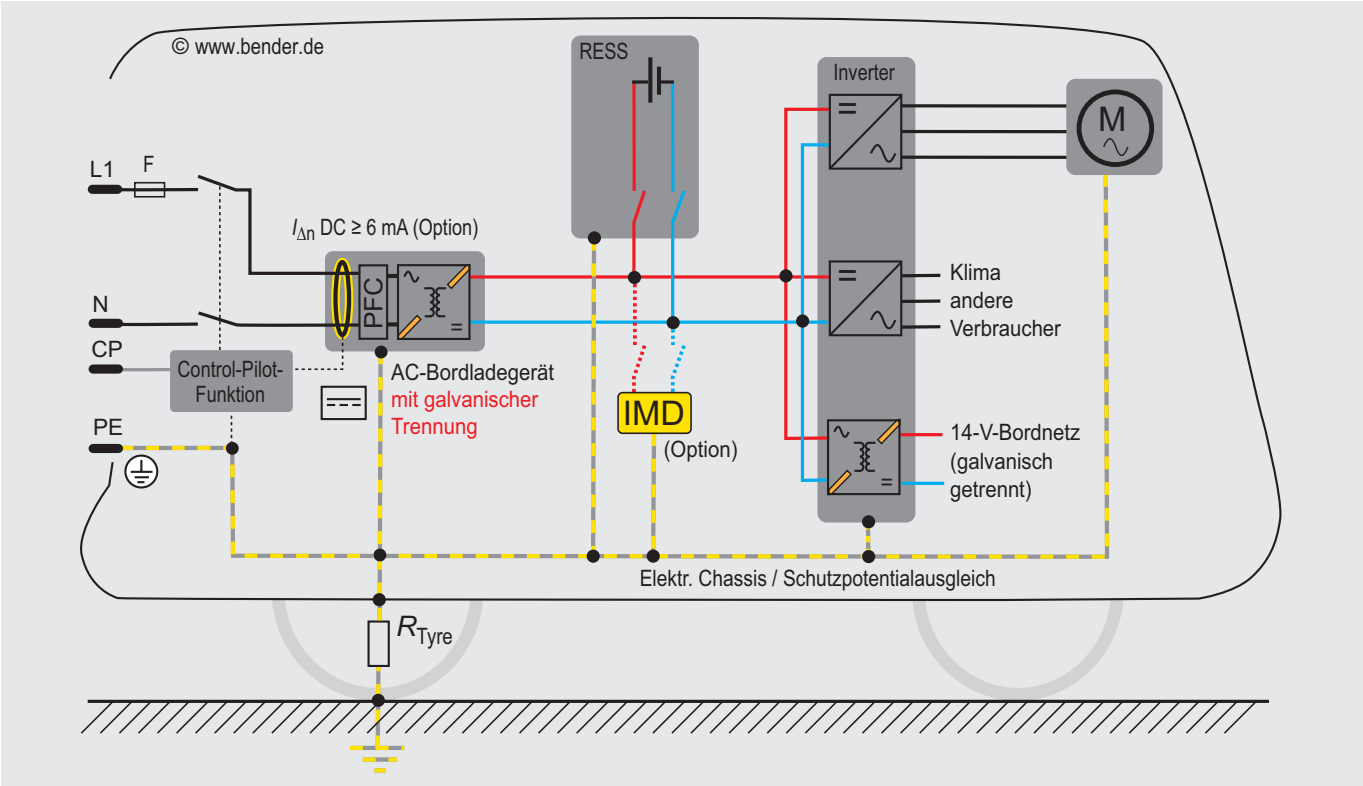
ISOMETER® iso165C

ISOMETER® IR155

Wichtige Normen im Überblick:

- *ISO 6469-3:2011-12*
  Electric propelled road vehicles – Safety inspections – Part 3: Protection of persons against electric shock
- *ISO 23273-3:2006-11*
  Fuel cell road vehicles – Safety inspections – Part 3 – Protection of persons against electric shock
- *UL 2231-1:2002-05*
  Personnel Protection Systems for Electric Vehicle (EV) Supply Circuits: General requirements
- *IEC 61557-8:2007-01*
  Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing measuring or monitoring protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems

Anwendungsbeispiele



Isolationsüberwachung in einem Elektrofahrzeug (EV) mit einem AC-Bordladegerät mit galvanischer Trennung

IMD = Insulation monitoring device
PFC = Power Factor Correction

Elektrische Sicherheit für DC-Ladestationen – Isolationsüberwachung

DC-Ladestationen sind das Mittel der Wahl, wenn es darum geht, Elektrofahrzeuge innerhalb kürzester Zeit aufzuladen. Um die elektrische Sicherheit für den Ladestromkreis zu gewährleisten, wird dieser als ungeerdetes DC-Stromversorgungssystem (IT-System) mit Isolationsüberwachung aufgebaut. Dabei überwacht während des Ladevorganges das Isolationsüberwachungsgerät in der Ladestation den kompletten Ladestromkreis bis in das Elektrofahrzeug hinein. Es ist eine Koordination mit dem Isolationsüberwachungsgerät im Fahrzeug erforderlich. Das im Fahrzeug befindliche IMD ist abgeschaltet.

ISOMETER® isoEV425 mit Ankoppelgerät AGH-EV

Was fordert die Norm?

- *IEC 61851-23 (2014-03):2014-11*

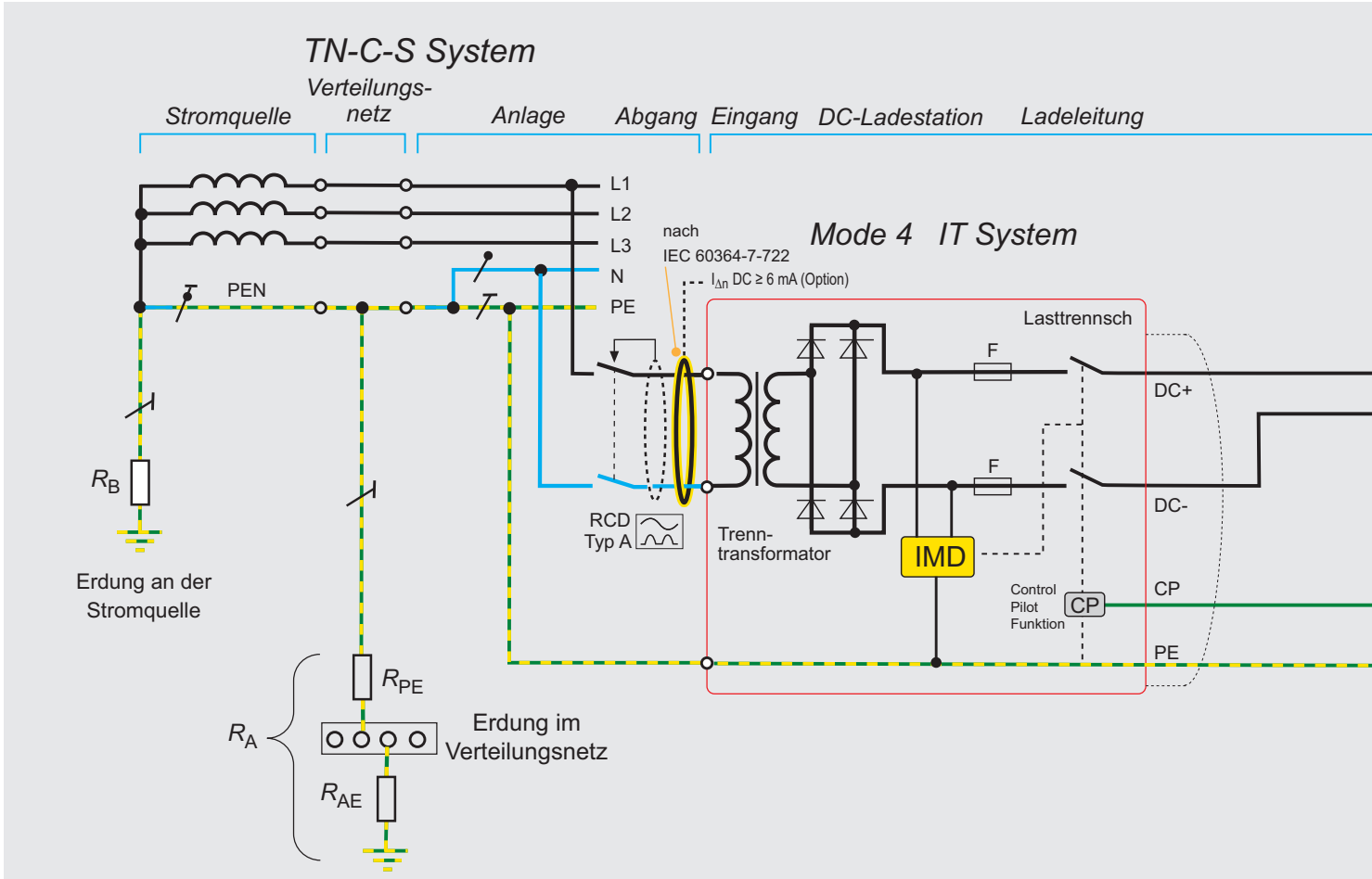
  7.5.101: Überwachung des Isolationswiderstandes des Sekundärkreises.

  Ab. CC.5.1: Sekundärkreis als IT-System ausführen mit Schutzmaßnahmen nach IEC 60364-4-41 Ab. 411.

Die perfekte Lösung:

- Überwachung des DC-Ladestromkreises mit ISOMETER® isoEV425 und Ankoppelgerät AGH-EV (für Spannungen bis DC 1000 V).

Anwendungsbeispiele



Wichtige Normen im Überblick:

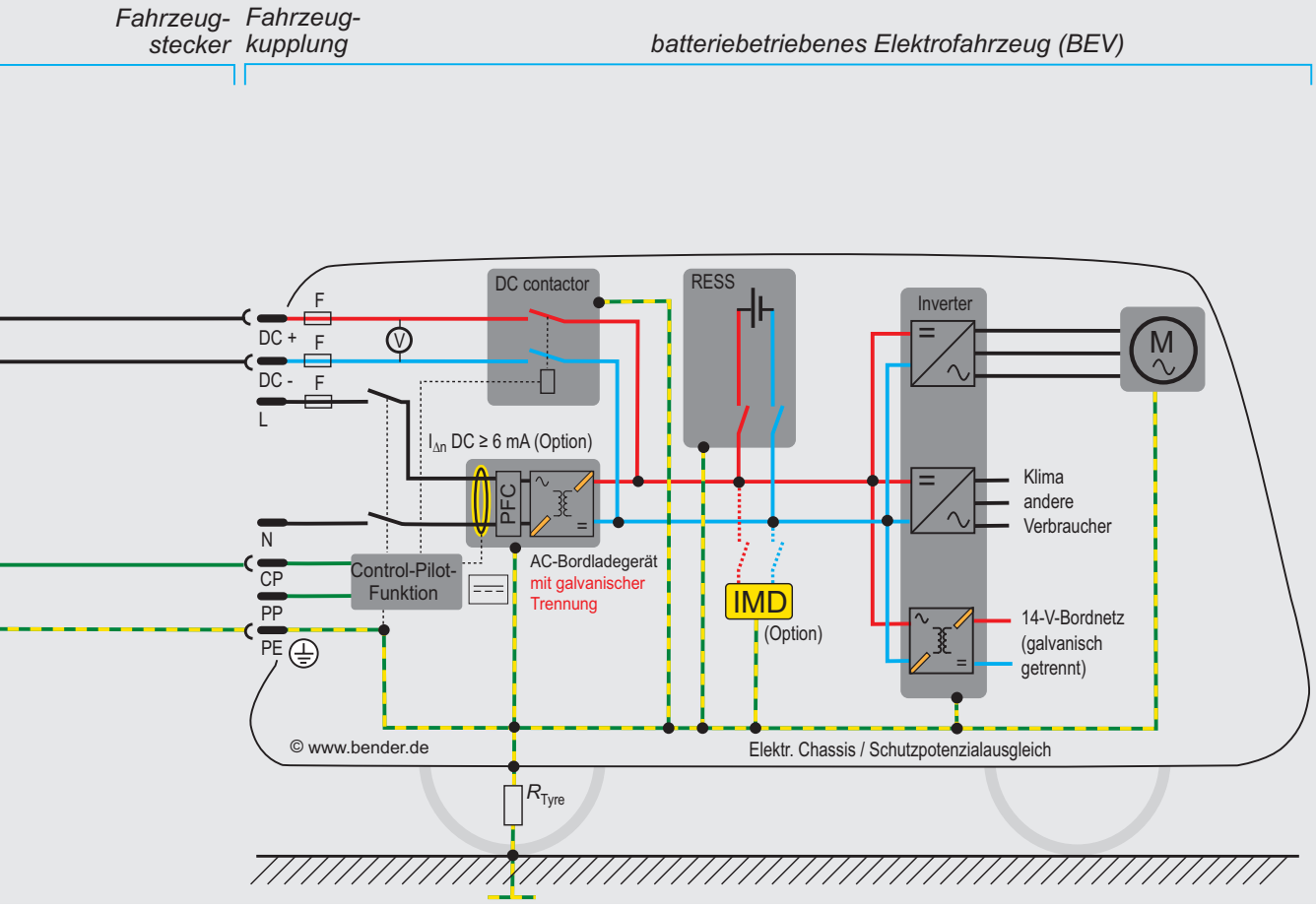
- *DIN EN 61851-23 (VDE 0122-2-3):2014-11*
  Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
  Teil 23: Gleichstromladestationen für Elektrofahrzeuge
  (IEC 69/206/CD:2011)

- *IEC 61557-8:2014-01*
  Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing measuring or monitoring protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems

Wesentliche Merkmale:

- Isolationsüberwachung für ungeerdete Ladestromkreise AC 0…793 V/DC 0…1000 V (IT-Systeme)
- Zwei getrennt einstellbare Ansprechwerte
- Grundparametrierung 100/500 kΩ
- Anschlussüberwachung Netz/Erde
- Melde-LEDs für Betrieb, Alarm 1, Alarm 2
- Test-/Reset-Taste intern/extern
- Zwei getrennte Alarmrelais mit gemeinsamer Wurzel (je ein Schließer)
- Arbeits-/Ruhestrom wählbar
- Fehlerspeicherung wählbar
- Selbstüberwachung mit automatischer Meldung
- Multifunktionales LC-Display

LINETRAXX® GM420
Für die Überwachung der Durchgängigkeit des Schutzleiters in DC Ladestationen.



Elektrische Sicherheit beim AC-Laden
Überwachung von Gleichfehlerströmen $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA

Wird das Elektrofahrzeug zum Aufladen der Batterie an eine handelsübliche Steckdose (Mode 2) oder an eine Ladestation (Mode 3) angeschlossen, so müssen die in den Normenreihen DIN VDE 0100 bzw. DIN VDE 61851 geforderten Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Ein wesentlicher Bestandteil für die Infrastruktur ist dabei der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) Typ A. Für jede Ladesteckdose ist ein eigener Stromkreis zu errichten. Im Mode 2 wird zur Erfüllung der normativen Sicherheitsanforderungen eine mobile Schutzeinrichtung (IC-CPD) eingesetzt. Sowohl die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A als auch die mobile Schutzeinrichtung schalten ab, wenn ein Wechsel- oder pulsierender Fehlerstrom ≥ 30 mA auftritt.

Entsteht im Ladestromkreis im Falle eines Isolationsfehlers ein Fehlergleichstrom größer $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA, ist eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ B erforderlich oder es sind andere geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Hintergrund dafür ist die Tatsache, dass die Funktion einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A durch Gleichfehlerströme größer $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA negativ beeinflusst werden kann.

Mit dem Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB420EC steht die Lösung zur Verfügung, mit der Gleichfehlerströme $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA erkannt und ausgewertet werden. Durch Abschaltungsmaßnahmen wird eine Fehlfunktion der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A verhindert.

Was fordert die Norm?

- *DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01*
  Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen Abschnitt 7.6

  „Das Ladesystem muss die Einleitung von ***Gleichströmen*** und nicht sinusförmigen Strömen begrenzen, welche die Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)…beeinträchtigen könnten".

- *IEC 60364-7-722:2015 (Stromversorgung von Elektrofahrzeugen*

  722.531.2.101
  Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)
  - Für jeden Anschlusspunkt eine eigene Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) $I_{\Delta n}$ ≤ 30 mA, min. Typ A
  - Bei Gleichfehlerströmen $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB420EC (Ausführungsbeispiel)

Die perfekte Lösung:

- Mit dem Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB420EC werden Gleichfehlerströme erkannt und über ein Schaltglied kann eine Abschaltung erfolgen.

Wesentliche Merkmale:

- Differenzstromüberwachung $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA
- Hutschienengerät 2TE für Anschluss eines externen Messstromwandlers
- Für 1ph/3ph Systeme bis 32 A
- Permanente Anschlussüberwachung des Messstromwandlers
- Melde-LEDs für Betrieb und Alarm
- Testtaste intern
- Alarmrelais mit 1 Öffner
- Präzise Messung durch digitales Messverfahren
- Laststromunempfindlich durch magnetischen Vollschirm
- Optional mit analogem Messwertausgang
- Kostenorientierte Lösung in Verbindung mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD Typ A)

Weitere Gerätefunktionen:

- 2-kanalige Differenzstrommessung $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA

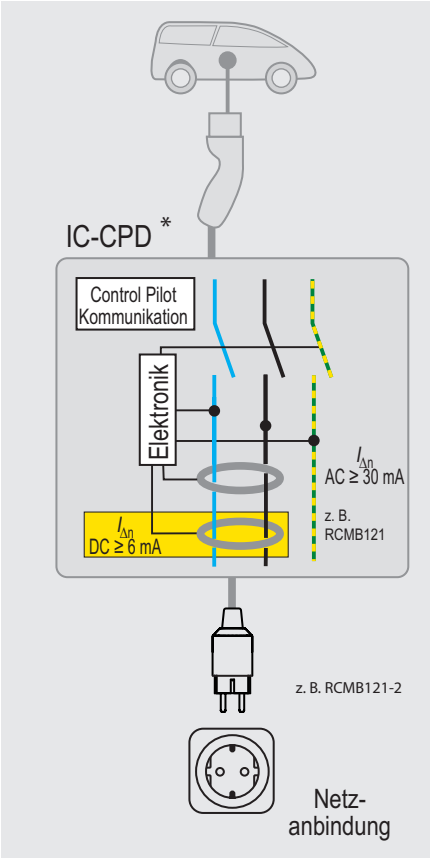
Anwendungsbeispiel:
Das Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB420EC bietet verschiedene Möglichkeiten der Integration in eine Stromversorgungseinrichtung für Elektrofahrzeuge.

In einer Wechselstrom-Ladestation kann damit z.B. der Ladeschalter, in der IC-CPD zusätzlich die Relais der Fehlerstrom-Schaltung geschaltet werden. Ein Einsatz in einem Elektrofahrzeug (EV) ist ebenfalls möglich.

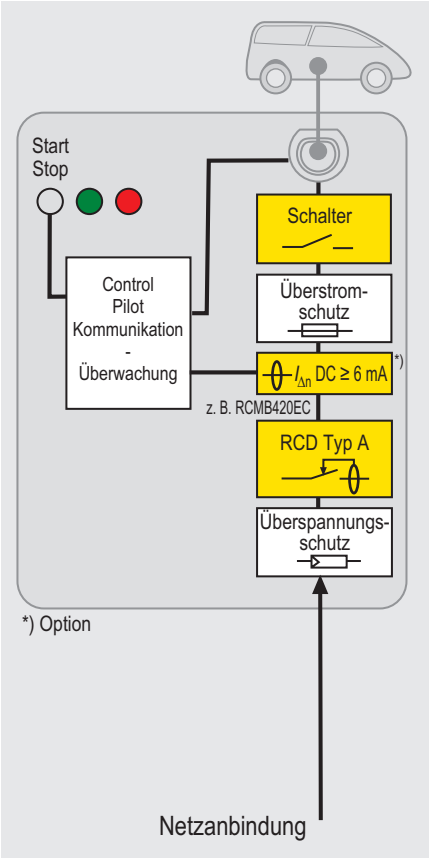
Kompakt und zukunftssicher:
Das Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB121 erfüllt bereits die Ansprüche des neuen Normentwurfs IEC 62752 (IC-CPD). Durch seine kompakte Bauweise eignet es sich neben dem Einsatz in einer IC-CPD (Lademodus 2) auch für den Einsatz in Wallboxen (Lademodus 3). Das RCMB121 erfüllt die Anforderungen nach IEC 60364-7-722:2015.

Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB121

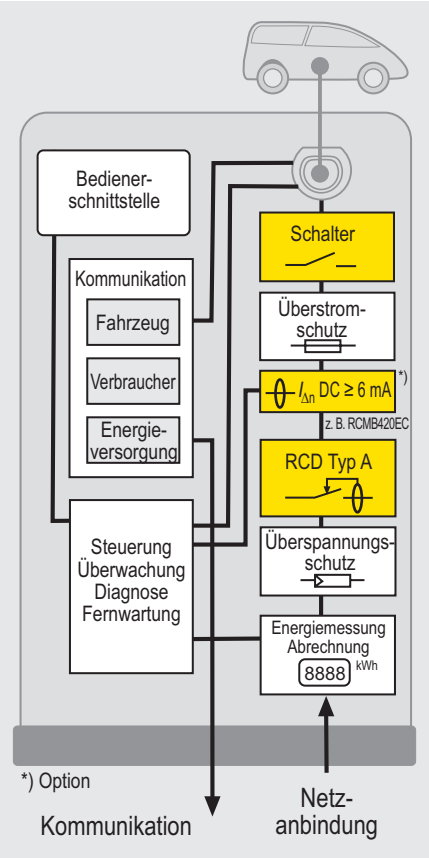
Lademodus 2
Laden an Steckdosen



Lademodus 3
z.B. Private Ladestation



Lademodus 3
z.B. Öffentliche Ladestation

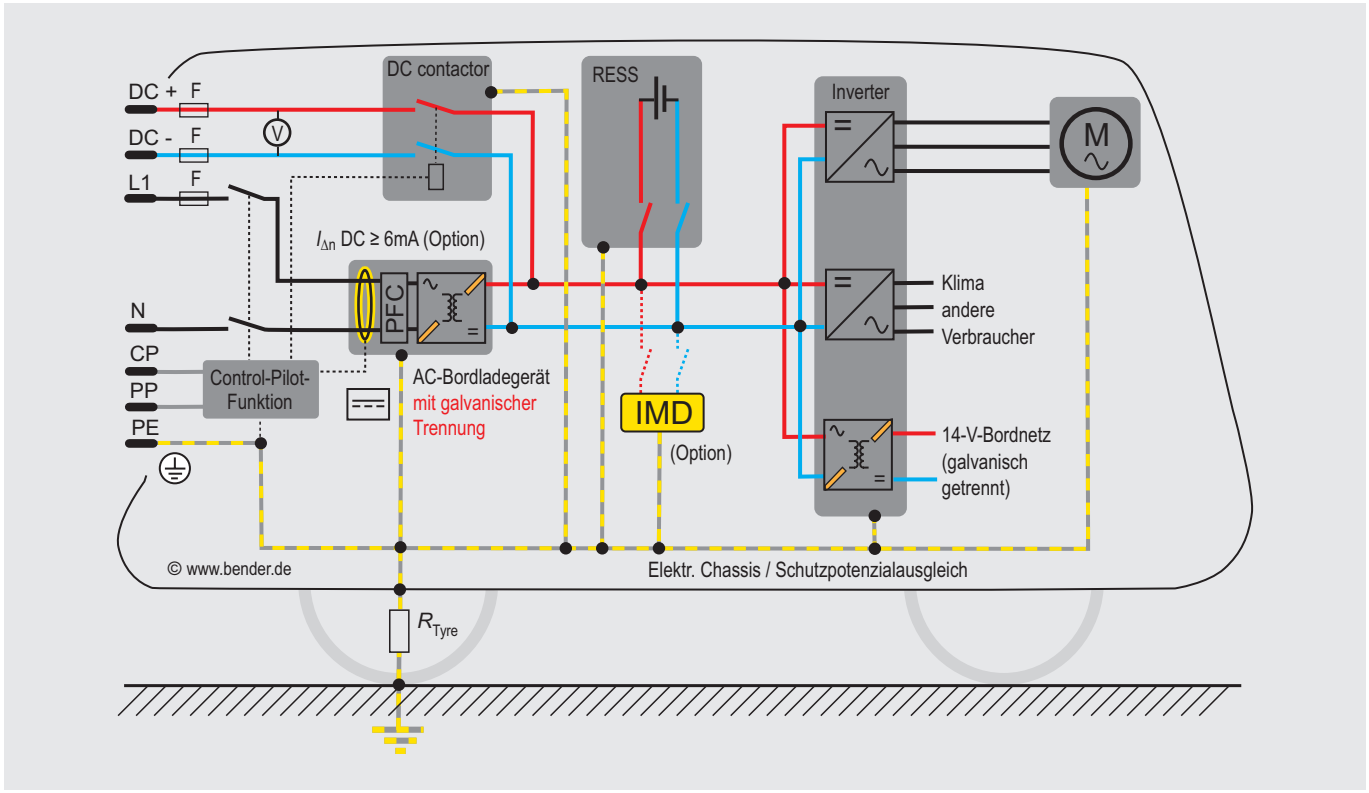


* IC-CPD = In-Cable Control and Protective Device

Kundenspezifische RCMB-Lösung auf Anfrage

Elektrische Sicherheit beim AC-Laden
Überwachung von Gleichfehlerströmen $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA

Anwendung in einem Elektrofahrzeug (EV)



Wichtige Normen im Überblick:

- *DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01*
  Elektrische Ausrüstung von Elektrofahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- *DIN VDE 0100-722:2012-10*
  Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen;
- *IEC 62020:2003-11*
  Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)

AC Ladung unter Beachtung der Anforderungen an die elektrische Sicherheit

Der Laderegler CC612 kombiniert die Anforderungen an die elektrische Sicherheit von AC Ladepunkten mit den Anforderungen an die Fahrzeugladung.

Er ist optional mit einem allstromsensitiven Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCMB) verfügbar, die Überwachung wird dabei über einen extern angeschlossenen abgeschirmten Stromwandler durchgeführt, der mit dem CC612 verbunden wird. Damit werden die Anforderungen aus der Normenreihe DIN VDE 0100 bzw. DIN VDE 61851 an die Schutzmaßnahmen schon direkt im Laderegler erfüllt, in der Infrastruktur kann dann eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A verwendet werden. Die Messwerte stehen über das integrierte Modem dem Backend System zur Verfügung.

Charge Controller CC612

Der Charge Controller zeichnet sich aus durch seine kompakte Bauform und Größe (114,5 mm x 22,5 mm x 99 mm), wodurch er intelligente, kleine und kostengünstige Ladestationen möglich macht. Um mit dem Charge Controller zu kommunizieren, ist ein Backend-System in Kombination mit einem bekannten und zuverlässigen Kommunikationsprotokoll erforderlich. Da die meisten Backend-Geräte-Anbieter das OCPP-Kommunikationsprotokoll verwenden, ist der Charge Controller OCPP-1.5-kompatibel und kompatibel mit allen derzeit auf dem Markt befindlichen Elektrofahrzeugen.

Integrationserprobungen mit Backend-Anwendungen der Anbieter, wie z. B. Vattenfall, Bosch, NTT und DRIIVZ, wurden erfolgreich durchgeführt. Der Charge Controller kann als ein „Always-on-System" betrieben werden, das immer mit einem mobilen Netzwerk verbunden ist. Er unterstützt mobile 2.5G-Edge- und 3G-UMTS-Netzwerke. Für die Anbindung an den Online-Betrieb, wird eine SIM-Karte benötigt. Die Interaktion mit dem Benutzer wird vereinfacht durch ein optionales RFID-Modul, das einen RFID-Kartenleser und LEDs beinhaltet.

Es gibt zwei Möglichkeiten den Ladevorgang zu starten, einmal indem man eine gültige RFID-Karte an das Lesegerät hält oder per Fernaktivierung mit dem Backend-System über OCPP. Im Offline-Betrieb kann der Charge Controller entweder den Ladevorgang ohne Autorisierung erlauben oder er kann den Benutzer auf RFID-Basis und einer lokalen „White list" mit den autorisierten RFID-Karten berechtigen.

Elektrische Sicherheit beginnt in der Elektroinstallation

Das sichere und zuverlässige Laden von Elektrofahrzeugen (EV) ist unmittelbar auch mit der elektrischen Sicherheit in der Gebäudeinstallation verbunden. Im Mittelpunkt stehen dabei in geerdeten Systemen (TN-/TT-Systemen) die Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und in ungeerdeten Stromversorgungen (IT-Systemen) die Anwendung von Isolationsüberwachungsgeräten (IMD) bzw. Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche (IFLS).

Basis für eine sichere Elektroinstallation

- Richtige Auswahl des Erdungssystems und der Leiter
- Richtige Auswahl der Schutzmaßnahmen (Basisschutz /Fehlerschutz)
- Richtige Isolierung von berührbaren, leitfähigen Teilen
- Richtige Dimensionierung von Kabeln und Leitungen
- Richtige Auswahl des Überstromschutzes
- Richtige Auswahl des Überspannungsschutzes

Betrieb einer sicheren Elektroinstallation

- Normgerechte Planung, Installation
- Verwendung normgerechter Betriebsmittel und Komponenten
- Normgerechte Erstprüfung und Inbetriebnahme
- Ordnungsgemäßer Betrieb
- Regelmäßige Wiederholungsprüfungen
- Regelmäßige Wartung und Instandsetzung mit z.B. verschleißabhängigem Komponententausch

Wichtige Normen im Überblick:

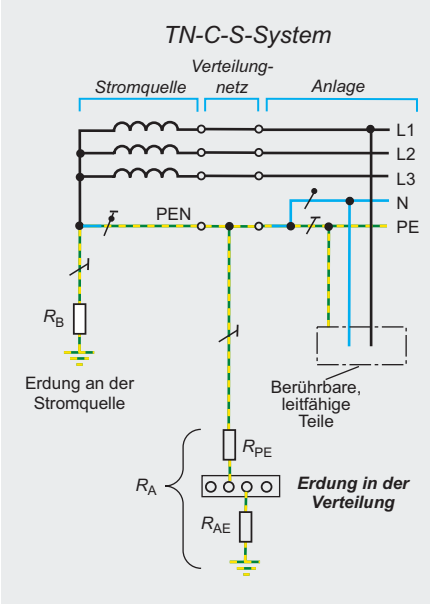
- *DIN VDE 0100-100 VDE 0100-100:2009-06*
  Errichten von Niederspannungsanlagen
  Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe (IEC 60364-1:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-1:2008

- *DIN EN 61140 VDE 0140-1:2007-03*
  Schutz gegen elektrischen Schlag
  Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006

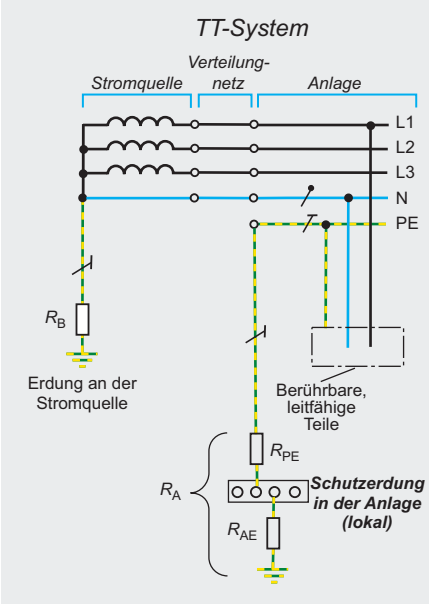
- *DIN VDE 0100-410 VDE 0100-410:2007-06*
  Errichten von Niederspannungsanlagen
  Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007

- *DIN VDE 0100-722 VDE 0100-722:2012-10*
  Errichten von Niederspannungsanlagen
  Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen; IEC 60364-7-722:2015

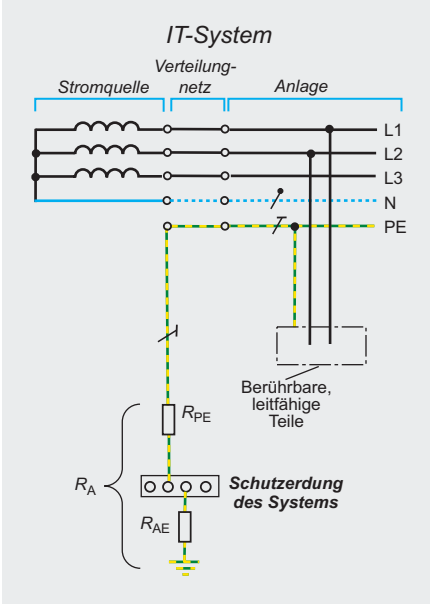
Mögliche Netzformen nach DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06 für den Ladebetrieb



TN-C-S-System 3-phasig, 4 Leiter, PEN-Leiter am Speisepunkt aufgeteilt in PE- und N-Leiter



TT-System mit geerdeten Schutzleitern und N-Leiter in der gesamten Anlage



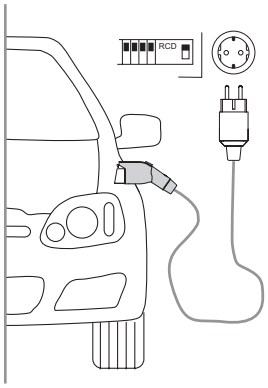
IT-System, bei dem die Körper (von elektrischen Betriebsmitteln) einzeln geerdet sind

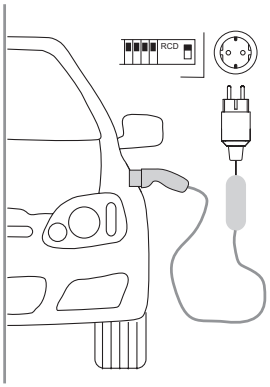
In allen drei Systemen ist nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Kapitel 411.3.1 Schutzerdung und Potentialausgleich ein installiertes Erdungssystem erforderlich.

Beispielhafte Checkliste für eine sichere Gebäudeinstallation

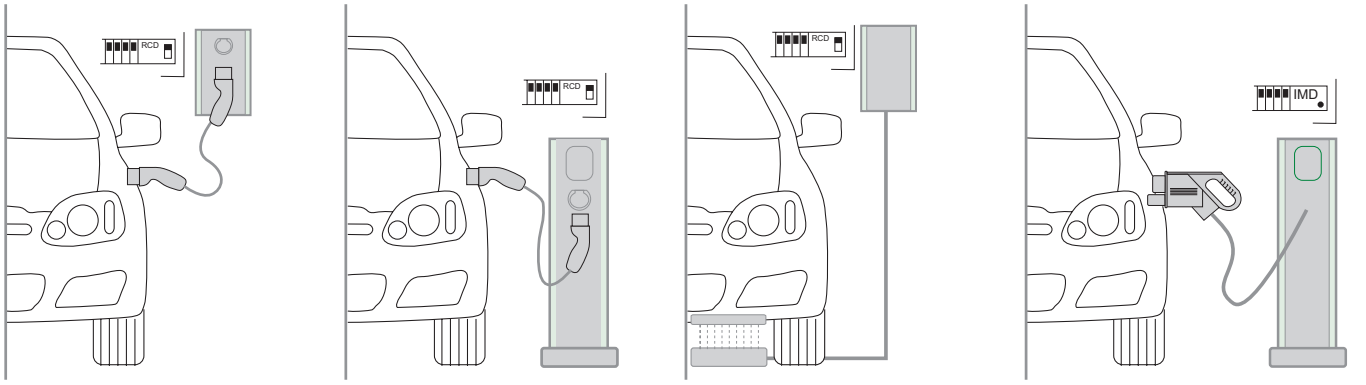
- An welchem Ort soll geladen werden?
- Ist die Anschlussleistung im Haus ausreichend oder muss sie erhöht werden?
- Kann eine vorhandene Leitung genutzt werden oder muss eine neue verlegt werden?
- Ist im Verteiler für den Ladestromkreis eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) installiert?
- Welche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A oder Typ B ist installiert?
- Sind andere Maßnahmen erforderlich (z.B. RCMB420EC)?
- Wie sind die Leitungen abgesichert?
- Welche Steckvorrichtung/Anschlussart wird benötigt?

Übersicht Ladeverfahren





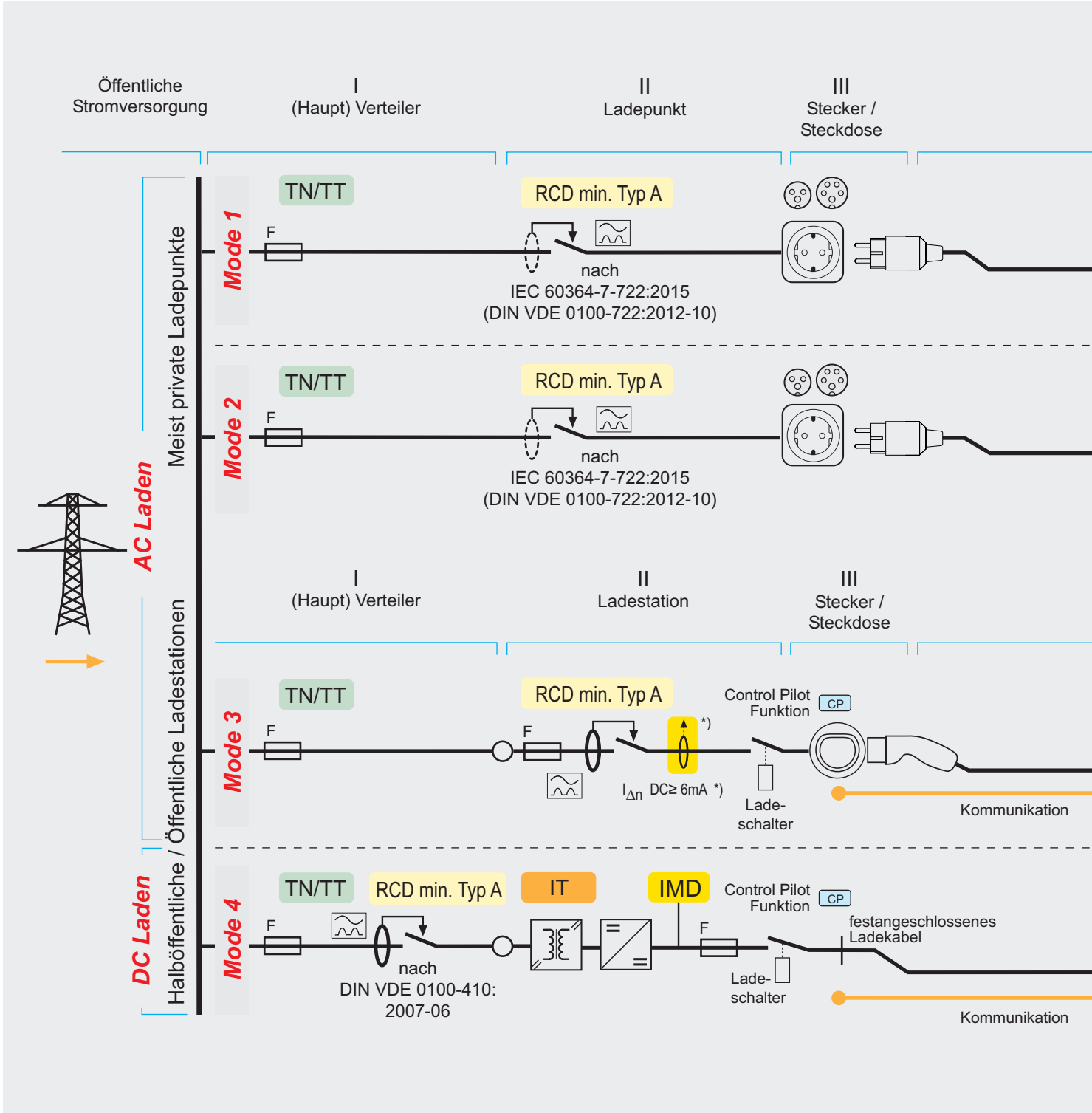
	AC-Laden Schuko / CEE	AC-Laden Schuko / CEE
Lademode	1	2 (SAE Level 2)
Abrechnungsverfahren	Nein	
Leistung	max. 1ph 16 A (3,7kW) max. 3ph 16 A (11 kW) / 3ph 32 A (22kW) SAE 2ph 80A	
Ladezeit	Einige Stunden, abhängig von der Kapazität des HV Speichers im Fahrzeug	
Ladestromkreis	Ladekabel ist „Teil des Fahrzeugs“	Ladekabel inkl. IC-CPD & „low level“ Control Pilot Funktion
Kommunikation	–	Control Pilot
Bereich	**Gebäudeinstallation**	
Schutz- und Überwachungseinrichtung	min. RCD Typ A $I_{\Delta n} \leq 30$ mA , wenn bei $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA RCD Typ B oder Typ A plus geeignete Maßnahmen im Ladepunkt	
Normen	DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722):2012-10 DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01	
Bereich	**Ladekabel**	
Schutz- und Überwachungseinrichtung	–	$I_{\Delta n}$ AC ≤ 30 mA (wenn $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA Abschaltung)
Norm	–	IEC 62752 (IC-CPD)
Bereich	**Ladepunkt / Ladestation**	
Schutz- und Überwachungseinrichtung	min. RCD Typ A $I_{\Delta n} \leq 30$ mA – bei $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA RCD Typ B oder RCD Typ A plus geeignete Maßnahmen (Sensor, z.B. RCMB103 oder RCMB121-1)	
Normen	DIN EN 61851-21:2011-05 (VDE 0122-1:2011-05) E DIN EN 61851-22 (VDE 0122-2-2):2011-04 (IEC 69/184/CD:2010)	

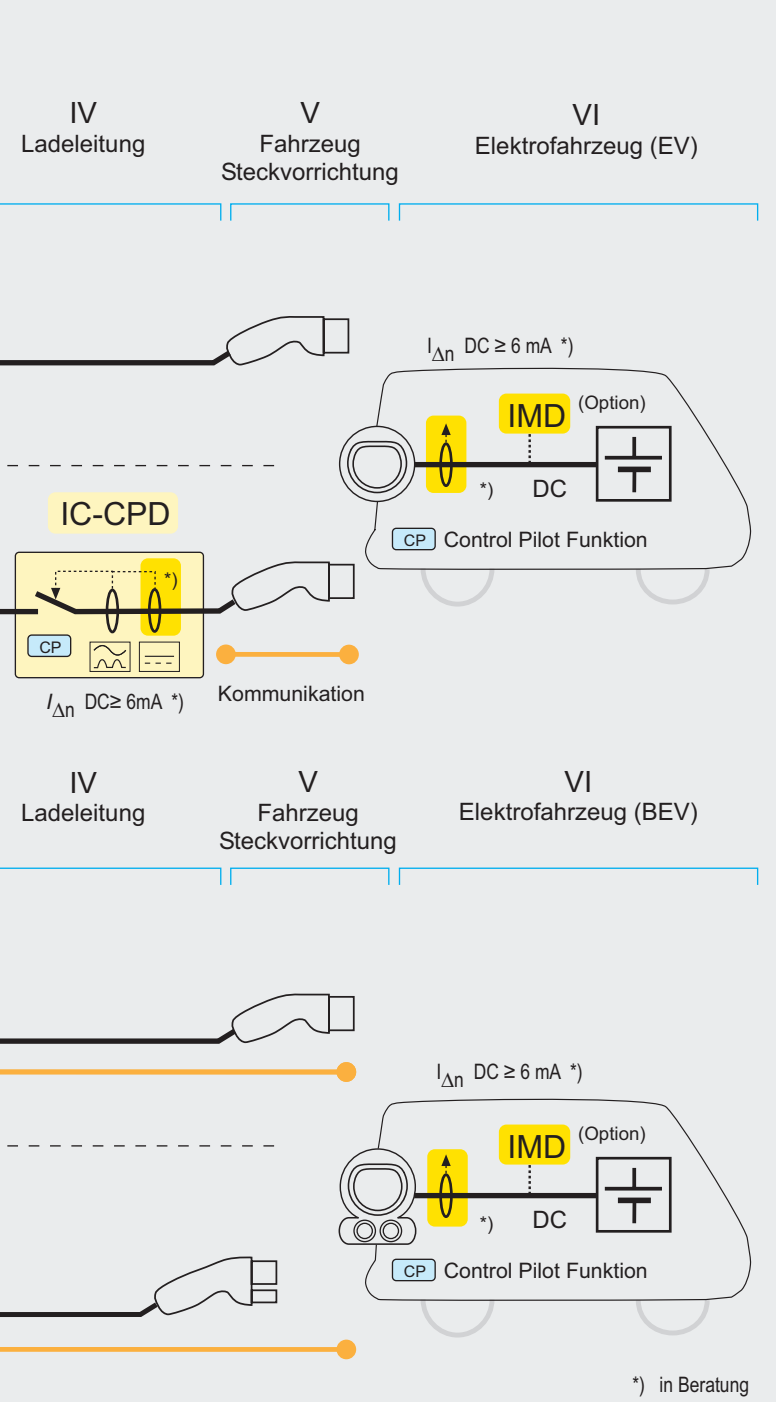


AC-Laden Wallbox (home & public)	AC-Laden „Intelligente“ Ladesäule	Induktives Laden	DC-Schnellladung
3 (SAE Level 3)		-	4 (SAE Level 3)
Nein	Ja	Ja	Ja
max. 1ph 16 A (3,7kW) max. 3ph 63 A (43,5 kW) SAE 2ph 80A		2…5 kW	DC low ≤ 38 kW DC high ≤170 kW
Einige Stunden, abhängig von der Kapazität des HV Speichers im Fahrzeug			≤ 30 min.
Wallbox inkl. „low level“ Control Pilot Funktion	Ladestation inkl. „high level“ PLC-Kommunikation / Netzwerkzugang	Kommunikation Wireless	Ladestation inkl. „high level“ PLC-Kommunikation / Netzwerkzugang
Control Pilot	Power Line Kommunikation, Control Pilot (PWM), RFID, GSM, 3G/4G	Wireless	Power Line Kommunikation
Gebäudeinstallation			
min. RCD Typ A $I_{\Delta n}$ ≤ 30 mA , wenn bei $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA RCD Typ B oder Typ A plus geeignete Maßnahmen im Ladepunkt			
DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722):2012-10 DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01			
Ladekabel			
–	–	–	–
–	–	–	–
Ladepunkt / Ladestation			
min. RCD Typ A $I_{\Delta n}$ ≤ 30 mA – bei $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA RCD Typ B oder andere Maßnahme (z.B. RCMB420EC)			IMD
DIN EN 61851-21:2011-05 (VDE 0122-1:2011-05) E DIN EN 61851-22 (VDE 0122-2-2):2011-04 (IEC 69/184/CD:2010)			DIN EN 61851-23:2014 (VDE 0122-2-3:2014-11) DIN EN 61557-8:2013-08 (VDE 0413-8:2013-08)

Übersicht Lademodi und Schutzmaßnahmen

Elektrofahrzeuge (EV) werden üblicherweise zu unterschiedlichen Zeitpunkten, an unterschiedlichen Orten bzw. unterschiedlichen Einspeisepunkten mit unterschiedlichem Energieaufwand geladen. Um beim Laden die notwendige Sicherheit und bedarfsgerechte Ladeenergie zur Verfügung zu stellen, sind in der IEC 61851-1:2010-12 vier unterschiedliche Lademodi zu beachten.





- **Mode 1: Ungesteuertes Laden**
  - AC-Laden an einer Steckdose 1ph/3ph (Schuko, CEE)
  - Max. Ladestrom: 16 A/11 kW
  - Ladegerät im Fahrzeug eingebaut
  - Keine Kommunikation mit dem Fahrzeug
  - Mechanische Verriegelung der Steckvorrichtung im Fahrzeug
  - Nicht zu empfehlen, da nicht sichergestellt, dass eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in der Gebäudeinstallation vorhanden ist

- **Mode 2: Ungesteuertes Laden**
  - AC-Laden an einer Steckdose 1ph/3ph (Schuko, CEE)
  - Max. Ladestrom: 32 A / 22 kW
  - Ladegerät im Fahrzeug eingebaut
  - Schutzeinrichtung/Pilotfunktion im Kabel (IC-CPD)
  - Mechanische Verriegelung der Steckvorrichtung im Fahrzeug

- **Mode 3: Gesteuertes Laden**
  - AC-Laden an typgeprüften Versorgungseinheiten für Elektrofahrzeuge
  - Max. Ladestrom: 63 A / 43,5 kW
  - Ladegerät im Fahrzeug eingebaut
  - Schutzeinrichtung/Pilotfunktion in Ladestation integriert
  - Beidseitige mech. Verriegelung der Steckvorrichtung

- **Mode 4: Gesteuertes Laden**
  - DC-Laden an typgeprüften DC-Ladestationen für Elektrofahrzeuge
  - Max. Ladeleistung: DC-low max. 38 kW / DC-high 170 kW (Ladespannung und Ladestrom systemabhängig)
  - Überwachungs- und Schutzeinrichtung / Pilotfunktion in Ladestation integriert
  - Mech. Verriegelung der Steckvorrichtung im Fahrzeug
  - Ladekabel an der Ladestation fest installiert

Überwachung von Gleichfehlerströmen $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) Typ A sind nach IEC 61008-1/IEC 61009-1 für die Auslösung bei folgenden Fehlerströmen $I_{\Delta n}$ vorgesehen:

- für sinusförmige Wechselfehlerströme
- für pulsierende Gleichfehlerströme

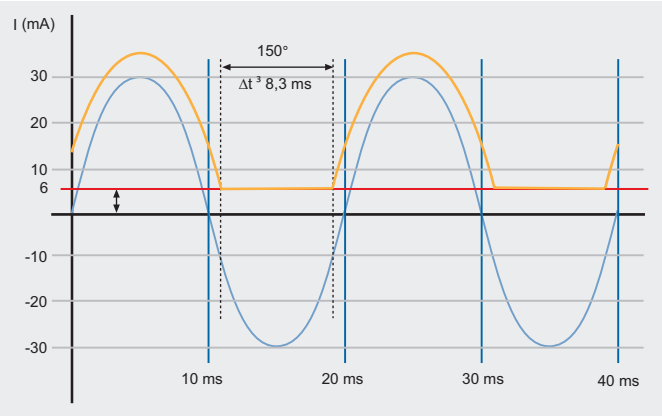
Treten Gleichfehlerströme $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA auf, z.B. bei einem Ladevorgang, so kann sich bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) Typ A sowohl die Ansprechzeit als auch der Ansprechwert negativ verändern. Im ungünstigsten Fall löst eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A bei einem hohen Fehlergleichstrom nicht mehr aus. Um dies zu verhindern, können entweder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) Typ B eingesetzt werden oder dies durch eine geeignete Maßnahme verhindert werden.

Geeignete Maßnahmen können z.B. sein: Erkennung von $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA mit RCMB420EC und damit

- Steuerung des Ladeschalters in einer Ladestation (Mode 3)
- Steuerung der Relais in einer IC-CPD
- Steuerung der Fahrzeugelektronik

Durch eine dieser Maßnahmen ist dann gewährleistet, dass die Funktion einer (vorhandenen) Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A in der Gebäudeinstallation nicht nachteilig beeinträchtigt wird.

Anmerkung:
Der Einsatz einer Erkennung $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA mit RCMB420EC macht weiterhin die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nach DIN VDE 0100 erforderlich. Sie schützt die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) Typ A vor einer Fehlfunktion.



Zitat aus:

- *DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01*
  Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen Abschnitt 7.6

  „Das Ladesystem muss unter üblichen Bedingungen, Ausfall und Einzelfehlerbedingungen, die Einleitung von ***Gleichströmen*** und nicht sinusförmigen Strömen begrenzen, welche die einwandfreie Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen oder anderen Einrichtungen beeinträchtigen könnten".

Zitat aus:

- *DIN VDE 0100-722(VDE 0100-722):2012-10*
  Stromversorgung von Elektrofahrzeugen

  „722.531.2.101 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)
  - Für jeden Anschlusspunkt einer eigenen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) $I_{\Delta n}$ ≤ 30 mA, min. Typ A
  - Wenn Gleichfehlerströme $I_{\Delta n}$ DC ≥ 6 mA auftreten, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen."

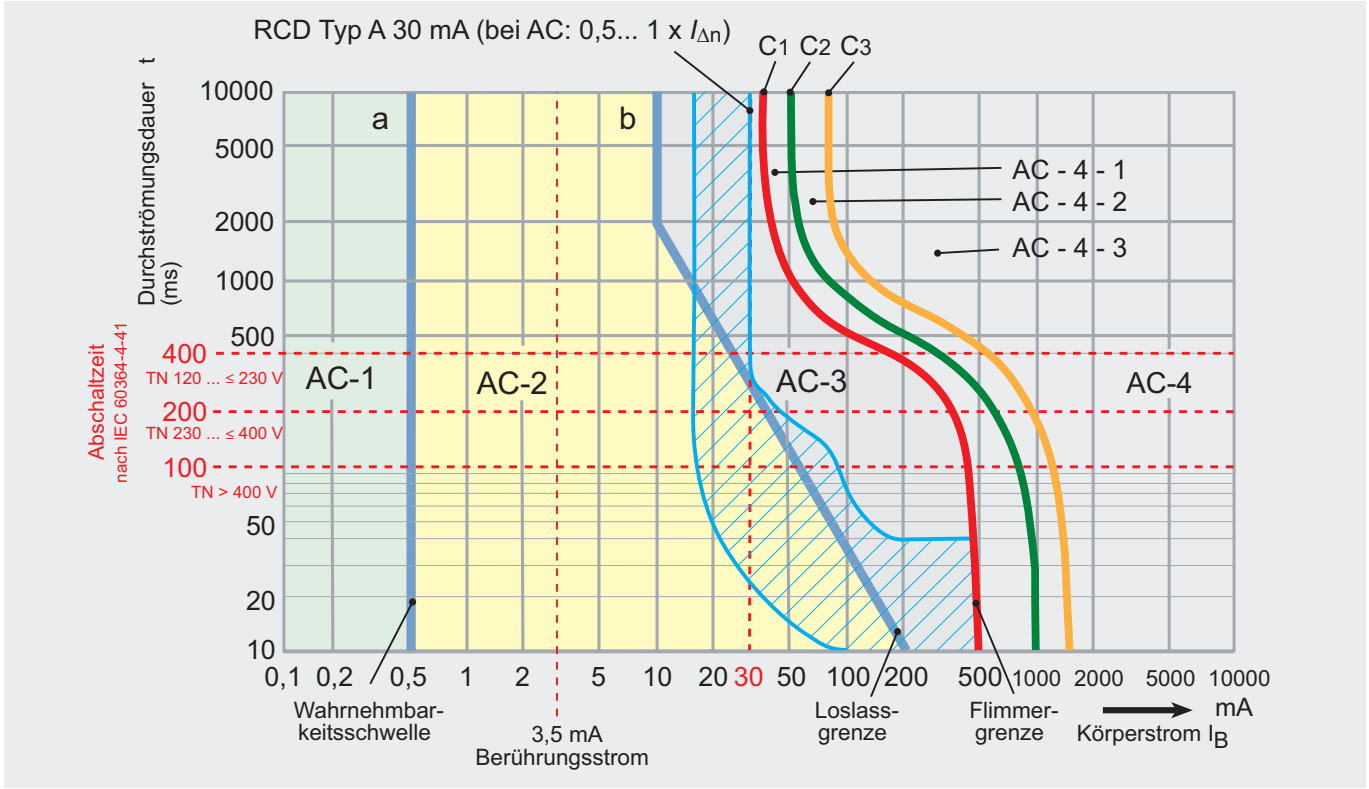


Abb.: Zeit/Stromstärke-Bereiche mit Wirkung von Wechselströmen (15 Hz bis 100 Hz) auf Personen bei einem Stromweg von der linken Hand zu den Füßen nach IEC mit Abschaltzeiten nach DIN VDE 0100-410:2007 und üblichen Auslösekurven einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

Bereiche	Bereichs-grenzen	Physiologische Wirkungen
AC-1	bis zu 0,5 mA Grenzlinie a	Wahrnehmung möglich, aber im Allgemeinen keine Schreckreaktion.
AC-2	über 0,5 mA Grenzlinie b	Wahrnehmung und unwillkürliche Muskelkontraktionen wahrscheinlich, aber im Allgemeinen keine schädliche physiologische Wirkung.
AC-3	Grenzlinie b bis Grenzlinie C1	Starke unwillkürliche Muskelkontraktionen. Schwierigkeiten beim Atmen. Reversible Störungen der Herzfunktion. Immobilisierung (Muskelverkrampfung) kann auftreten. Wirkungen zunehmend mit Stromstärke und Durchströmungsdauer. Im Allgemeinen ist kein organischer Schaden zu erwarten.
AC-4	über der Grenzlinie C1	Es können pathophysiologische Wirkungen auftreten wie Herzstillstand, Atemstillstand und Verbrennungen oder andere Zellschäden. Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern ansteigend mit Stromstärke und Durchströmungsdauer.
	C1 –C2	AC-4.1 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern ansteigend bis etwa 5 %
	C2 – C3	AC-4.2 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern ansteigend bis etwa 50 %
	über Grenzlinie C3	AC-4.3 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern über 50 %

BENDER
The Power in Electrical Safety©

Bender GmbH & Co. KG
Postfach 1161 • 35301 Grünberg • Germany
Londorfer Straße 65 • 35305 Grünberg • Germany
Tel.: +49 6401 807-0 • Fax: +49 6401 807-259
E-Mail: info@bender.de • www.bender.de

Fotos: Istockphoto (© Petair), Fotolia (Tom-Hanisch.de) und Bender Archiv.

BENDER Group

2164de / 10.2015 / pdf / © Bender GmbH & Co. KG, Germany – Änderungen vorbehalten! Die angegebenen Normen berücksichtigen die zum Zeitpunkt der Drucklegung gültige Ausgabe.