

Schutz gegen elektrischen Schlag beim Errichten von Niederspannungsanlagen (1)

Einführung in die neue DIN VDE 0100-410 (VDE 100-410):2007-06

Werner Hörmann¹⁾

Es geht hier um eine der wichtigsten Normen für die Errichtung von elektrischen Niederspannungsanlagen. Dieser Beitrag befasst sich mit dem Aufbau, dem Inhalt und den wichtigsten Änderungen gegenüber der alten Norm, was von grundsätzlicher Bedeutung für jede Elektrofachkraft ist.

Für die seit dem 1.6.2007 gültige Norm gilt eine Übergangsfrist bis zum 1.2.2009, welche nicht mehr an die Bedingung »für in Planung oder Bau befindlich« geknüpft ist (was bei früheren Normen üblich war). Sie setzt aber trotzdem voraus, dass die Anlage bis spätestens zu diesem Zeitpunkt fertiggestellt sein muss, um sie noch nach alter Norm zu errichten.

Allgemeine Vorworte

Auch bei dieser neuen Norm wurde das HD 60364-4-41 (bisher HD 384.4.41) sachlich in die deutsche Norm (VDE-Bestimmung) übernommen. Aber anders als im bisher gültigen Teil 410, enthält die neue deutsche Norm viele *grauschattierte* Textpassagen, also Abweichungen zum HD – den sogenannten nationalen Zusätzen. Als weitere Besonderheit muss man z. B. sowohl den Anhang ZA »Besondere nationale Bedingungen« als auch ZB »A-Abweichungen« für die einzelnen CENELEC-Mitgliedsländer betrachten.

1) Der Autor war nur in der Anfangsphase an der internationalen Erarbeitung dieser Norm beteiligt. Im Zuge der weiteren Bearbeitung – auch beim CENELC – kam es jedoch noch zu zahlreichen Änderungen. Daher enthält der folgende Text auch einige kritische Autorenanmerkungen.

Dipl.-Ing. Werner Hörmann, freier Autor der Rubrik Praxisprobleme

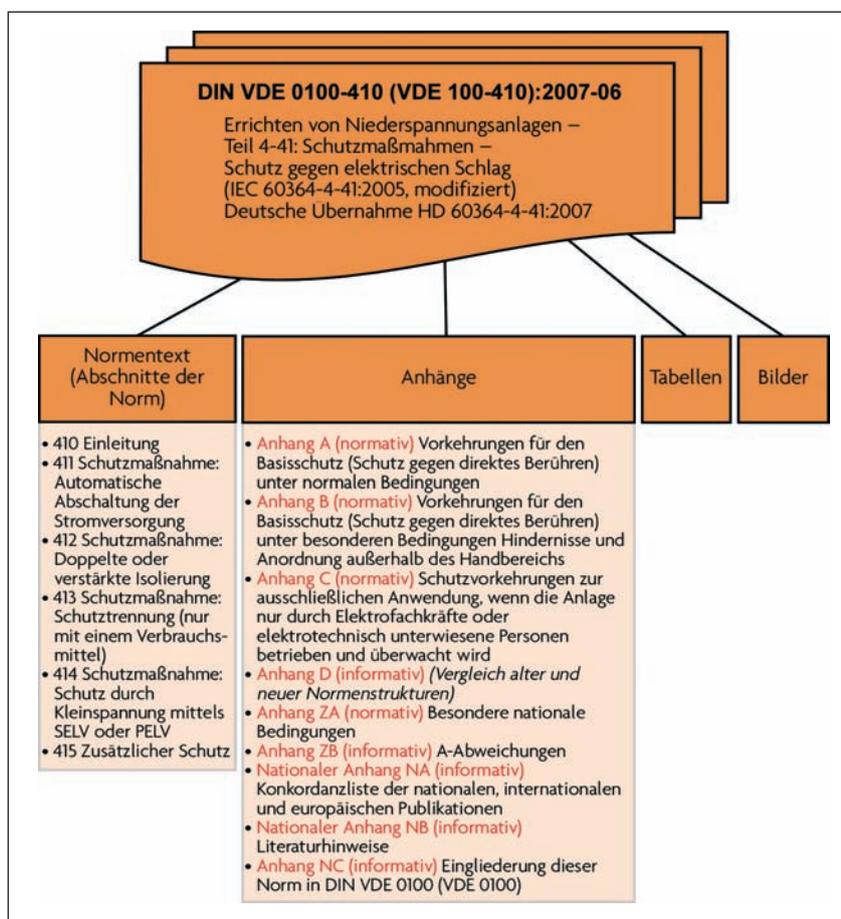


Bild 1: Grobe Übersicht zur neuen Norm DIN VDE 0100-410 (VDE 100-410):2007-06

Als *besondere nationale Bedingungen* gelten nationale Gegebenheiten oder Praktiken, die sich auch über einen längeren Zeitraum nicht ändern lassen. Für die konkreten Länder sind diese Maßnahmen normativ, für die anderen nur informativ.

Die *A-Abweichungen* beruhen auf nationalen Vorschriften, deren Veränderung zum gegenwärtigen Zeitpunkt außerhalb der Kompetenz des jeweiligen CEN/CENELEC-Mitglieds liegt. Für die jeweils zitierten Länder sind diese Maßnahmen normativ, für die anderen Länder nur informativ.

Aber: Vorsicht ist geboten, wenn man sich bei einer Errichtung in anderen CENELEC-Ländern alleine auf diese Festlegungen in den Anhängen ZA und ZB verlassen will. Trotz dieser ausführlichen Informationen in der Norm

dürfte die Errichtung einer elektrischen Anlage in anderen europäischen Ländern mit diesen Hinweisen alleine nicht möglich sein, da es in allen betreffenden Ländern noch weitere, nicht aufgeführte Forderungen gibt.

Daher gilt, neben anderen Gründen, dass dieses Harmonisierungsdokument nicht unter eine europäische Richtlinie fällt – auch nicht unter die Niederspannungsrichtlinie. Das schließt nicht aus, dass die relevanten Schutzanforderungen, z. B. die der EMV-Richtlinie, eingehalten werden müssen, was durch Erfüllung der Herstellervorgaben erreicht werden kann.

Neue Normenstruktur

Ein weiteres, wesentliches Merkmal dieser neuen Norm ist, dass es eine völlig

neue Struktur und damit verbunden eine völlig neue Benummerung der einzelnen Abschnitte gibt (Bild 1). Diese Tatsachen werden wahrscheinlich ein großes Problem für viele Elektrofachkräfte darstellen.

Die Struktur der neuen Norm ist gekennzeichnet durch folgende wesentlichen Punkte:

- Zusammenführen der alten Teile 410 und 470 sowie die Einarbeitung des bisher nur bei IEC veröffentlichten Teils 481 zum neuen Teil 410
- Einführung vieler neuer Begriffe, z.B.: Basisschutz, Fehlerschutz, Schutz-erdung, Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene, zusätzlicher Schutz, zusätzlicher Schutzpotentialausgleich
- Der **Abschnitt 411** behandelt die Schutzmaßnahme *Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall* – anders als bisher – vorrangig. Diesen Schutzmaßnahmen wurde FELV als besondere Anwendung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung zugeordnet. Bisher waren diese Schutzmaßnahmen im Abschnitt 413.1 bzw. im Teil 470 aufgeführt.
- Im **Abschnitt 412** folgt die Schutzmaßnahme: *Doppelte oder verstärkte Isolierung*. Diese Schutzmaßnahme entspricht in etwa der bisher zur Anwendung kommenden Maßnahme *Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung*. Diese Anforderungen waren bisher im Abschnitt 413.2 aufgeführt.
- Der **Abschnitt 413** befasst sich mit der Schutzmaßnahme: *Schutztrennung*. Hier wird allerdings nur noch die Schutztrennung mit einem Verbrauchsmittel hinter einer Stromquelle berücksichtigt. Bisher war diese Schutzmaßnahme im Abschnitt 413.5.2 aufgeführt.
- Im **Abschnitt 414** folgt die Schutzmaßnahme: *Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV*. Bisher waren diese Schutzmaßnahmen im Abschnitt 411 aufgeführt.

Die oben aufgeführten Schutzmaßnahmen lassen sich in jeder elektrischen Anlage anwenden. Einschränkungen können sich durch die Teile 7XX der DIN VDE 0100 (VDE 0100) ergeben. Die unter dem **zusätzlichen Schutz** beschriebenen Maßnahmen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) und zusätzlicher Schutzpotentialausgleich sind im Abschnitt 415 zusammengefasst.

Umfangreiche Anhänge definieren besondere Bedingungen

Die nachfolgend aufgeführten Schutzmaßnahmen lassen sich nur unter besonderen Bedingungen anwenden. Der Anhang C befasst sich mit *Schutzmaßnahmen zur ausschließlichen Anwendung, wenn die Anlage nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen betrieben und überwacht wird*, hierzu gehören im Detail:

- **Nicht leitende Umgebung** – Diese Schutzmaßnahme entspricht in etwa dem *Schutz durch nichtleitende Räume*. Diese Anforderungen waren bisher im Abschnitt 413.3 aufgeführt.
- **Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich** – Bisher war diese Schutzmaßnahme im Abschnitt 413.4 aufgeführt, jedoch unter Verwendung des Begriffs Potentialausgleich, anstelle von jetzt: Schutzpotentialausgleich.
- **Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel** – Bisher war diese Schutzmaßnahme im Abschnitt 413.5.3 aufgeführt.

In den Anhängen A und B findet man nur noch den Basisschutz vor, d.h. den Schutz gegen direktes Berühren. Der Anhang A enthält Vorkehrungen für den Basisschutz unter *normalen Bedingungen*, und zwar:

- **Basisisolierung aktiver Teile** – Diese Vorkehrung entspricht dem *Schutz durch Isolierung aktiver Teile*, welcher bisher im Abschnitt 412.1 enthalten war.
- **Abdeckungen oder Umbüllungen** – Diese Vorkehrung entspricht dem *Schutz durch Abdeckungen oder Umbüllungen*, der bisher im Abschnitt 412.2 enthalten war, und der Anhang B enthält Vorkehrungen für den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) unter besonderen Bedingungen. Darunter fallen:
- **Hindernisse** – Diese Vorkehrung entspricht dem *Schutz durch Hindernisse*, welcher bisher im Abschnitt 412.3 enthalten war, und
- **Anordnung außerhalb des Handbereichs** – Diese Vorkehrung entspricht dem *Schutz durch Abstand*, bisher Bestandteil des Abschnitts 412.4.

Alle Anhänge A bis C sind normativ. Die informativen Anhänge ZA und ZB enthalten nationale Besonderheiten, die nur in den jeweiligen Ländern einzuhalten sind.

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

Für jeden Stromkreis muss nun ein Schutzleiter vorhanden sein, der zumindest an der Abgangsseite über eine, dem Stromkreis zugeordnete Klemme mit dem geerdeten Schutzleiter der Anlage verbunden sein muss. Damit muss (fast) in jedem Kabel/ jeder Leitung ein Schutzleiter mitgeführt werden. Dies gilt auch, wenn am Ende des Stromkreises ein oder mehrere Betriebs-/Verbrauchsmittel mit doppelter oder verstärkter Isolierung angeschlossen werden (neuer Begriff für Betriebsmittel der Schutzklasse II oder mit gleichwertiger Isolierung, siehe weiter unten). Nur bei der neuen Option Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung als alleinige Schutzmaßnahme ist das Mitführen eines Schutzleiters nicht gefordert. Der Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung als alleinige Schutzmaßnahme ist nur dann zulässig, wenn sich die Anlage im normalen Betrieb unter wirksamer Überwachung befindet und keine Steckdosen vorhanden sind (siehe unten).

Der normative Text: »Für jeden Stromkreis muss ein Schutzleiter verfügbar sein...«, lässt sich unterschiedlich interpretieren. Daher sollte man vorzugsweise in jedem Kabel/ jeder Leitung einen Schutzleiter mitführen.

Zwei völlig neue neue Begriffe – Wegfall alter Begriffe

Die Norm enthält die neuen Begriffe *Schutzerdung* und *Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene* ein. Den Begriff Schutzerdung darf man keinesfalls mit der in sehr alten Normen (z.B. in der Ausgabe von Mai 1973) erhaltenen Schutzmaßnahme Schutzerdung in Verbindung bringen. Hierbei handelt es sich nur um die Übersetzung des englischen Begriffs *protective earthing* (Schutzerdung), von dem (fälschlicherweise) das Kürzel PE für Schutzleiter abgeleitet wird. Normativ soll damit nur zum Ausdruck gebracht werden, dass sich der *Schutz durch automatische Abschaltung* der Stromversorgung u.a. nur mit einem geerdeten Schutzleiter erreichen lässt. Das war aber bisher auch schon so festgelegt.

Mit dem neuen Begriff *Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene* wird der seit Jahrzehnten eingeführte und überall bekannte Begriff Hauptpotentialausgleich aufgegeben. Damit ergibt sich auch eine Änderung beim *zusätzlichen Potentialausgleich*,

Leitfähige Teile und Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene

Normentext	Anmerkung des Autors
<ul style="list-style-type: none"> metallene Rohrleitungen von Versorgungssystemen, z.B. Gas, Wasser, aber nur wenn sie als leitfähige Teile von außen in das jeweilige Gebäude hineinführen 	Demnach gilt, dass leitfähige Metallrohre, die nur im Inneren verlegt sind und deren Zuführung von außen aus Kunststoff ist, nicht mehr einbezogen werden müssen. Es empfiehlt sich jedoch die Einbeziehung solcher Rohre beizubehalten, um nutzlose Diskussionen zu vermeiden
<ul style="list-style-type: none"> fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion, sofern im üblichen Gebrauchszustand berührbar 	Solche leitfähigen Teile wären z.B. bei einer Stahlskelettbauweise gegeben, weil diese ohne besondere Maßnahmen berührbar bleiben. Anders verhielte es sich, wenn diese Teile verkleidet und damit im normalen Betrieb nicht berührbar wären
<ul style="list-style-type: none"> metallene Zentralheizungs- und Klimasysteme 	Diese Teile waren bisher auch schon einzubeziehen, d.h. hier existiert die Einschränkung »in die Gebäude eingeführt« nicht
<ul style="list-style-type: none"> metallene Verstärkungen von Gebäudekonstruktionen aus bewehrtem Beton, wo die Verstärkungen berührbar und zuverlässig untereinander verbunden sind 	Es muss aber beides (berührbar und leitfähig verbunden) zutreffen bzw. darf beides nicht zutreffen, wenn auf das Einbeziehen in den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene verzichtet werden soll. Eine zuverlässige Verbindung untereinander wird jeder Bauherr in Frage stellen und solche Bewehrungen von Beton dürften in den seltensten Fällen berührbar sein, so dass man immer auf das Einbeziehen verzichten wird (was auch erlaubt ist)

Tabelle 1: Vom Autor kommentierte leitfähige Teile, die nach DIN VDE 0100-410 (VDE 100-410):2007-06 mit dem Schutzpotentialausgleich zu verbinden sind

den man nun als *zusätzlichen Schutzpotentialausgleich* bezeichnet. Der Begriff *über die Haupterdungsschiene* wurde nur von deutscher Seite grauschattiert hinzugefügt, um den Unterschied zum zusätzlichen Schutzpotentialausgleich hervorzuheben. Außerdem definierte man jene Anlagenteile neu, die bisher in den Hauptpotentialausgleich einzubeziehen waren (bisher als fremde leitfähige Teile bezeichnet).

Das eigentlich Neue am Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene ist, dass in jedem Gebäude der Erdungsleiter (nach Teil 200 der von einem Erder kommende Leiter) und die nachfolgend aufgeführten leitfähigen Teile über die Haupterdungsschiene (bisher als Hauptpotentialausgleichsschiene bezeichnet) zum Schutzpotentialausgleich miteinander verbunden werden müssen. Die Auf-

zählung dieser Teile kommentiert der Autor in der **Tabelle 1**.

Die Praktiker dürften allerdings künftig vermissen, dass es für den Schutz-/PEN-Leiter des Zuleitungskabels im TN-System keine Forderung nach Einbeziehen in den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene mehr gibt. Diese Forderung ergibt sich aber (nur) aus dem Abschnitt 542.4.1 von DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06.

Neue Abschaltzeiten für alle Endstromkreise bis 32 A

Hier haben sich die *wesentlichsten Änderungen der Norm* ergeben. Zum einen gibt es wesentliche Änderungen beim TT-System. Die bislang allgemein für alle Stromkreise gültige Abschaltzeit von 5 s wurde wesentlich reduziert, siehe **Tabelle 2** (sie entspricht bezüglich der

Anforderungen der Tabelle 41.1 von DIN VDE 0100-410 [VDE 0100-410]). Aber auch für das TN-System sind die Änderungen signifikant. Obwohl nicht explizit aufgeführt, gelten diese neuen Abschaltzeiten in TT- bzw. TN-Systemen auch für IT-Systeme beim zweiten Fehler (**Kasten** auf S.33).

Diese in der Tabelle 2 festgelegten Abschaltzeiten müssen nun bei Neuanlagen für alle Stromkreise mit einem Bemessungsstrom bis 32 A eingehalten werden, an die man

- Verbraucher direkt oder
- über Steckdosen bzw. Steckvorrichtungen anschließt.

Bei der in Deutschland üblichen Nennwechselspannung von 230/400 V müssen Endstromkreise im Fehlerfall – ohne jegliche Ausnahme – im TN-System (ggf. auch im IT-System) in späte-

Maximal zulässige Abschaltzeiten für Endstromkreise bis 32 A

System nach Art der Erdverbindung	$U_0 \leq 50 \text{ V AC}$	$U_0 \leq 120 \text{ V AC}$	$U_0 \leq 120 \text{ V DC}$	$U_0 > 120 \text{ V}$ aber $\leq 230 \text{ V AC}$ ($U_0 = 230 \text{ V}$)	$U_0 > 120 \text{ V}$ aber $\leq 230 \text{ V DC}$	$U_0 > 230 \text{ V}$ aber $\leq 400 \text{ V AC}$	$U_0 > 230 \text{ V}$ aber $\leq 400 \text{ V DC}$	$U_0 > 400 \text{ V AC}$	$U_0 > 400 \text{ V DC}$
TN bzw. IT	Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein	0,8 s	Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT bzw. IT	Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein	0,3 s	Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

Tabelle 2: Die Werte gelten für fest angeschlossene Verbraucher und Steckdosenstromkreise. Zu beachten sind aber auch die Forderungen bezüglich des zusätzlichen Schutzes via RCD für Bemessungsströme bis 32 A in den Systemen nach Art der Erdverbindung

ABSCHALTZEITEN FÜR STROMKREISE BIS 32 A

TT-System

Für das TT-System gilt nun eine **variable Abschaltzeit**, abhängig von der Versorgungsspannung, d.h. von der Nennwechselspannung (bzw. Nenngleichspannung), für alle Endstromkreise (das sind fest angeschlossene Verbrauchsmittel sowie Stromkreise von Steckvorrichtungen) bis 32 A (Tabelle 2). Für Verteilungsstromkreise, d.h. für Stromkreise ohne direkt angeschlossene Verbrauchsmittel, gelten einheitlich 1 s. Damit dürfte die Anwendung von Überstrom-Schutzeinrichtungen im TT-System nur noch auf ganz wenige Stromkreise mit sehr kleinen Bemessungsströmen (vermutlich nicht größer als 6 A) begrenzt sein.

TN-System

Für das TN-System bleibt es bei den Verteilungsstromkreisen (d.h. Stromkreisen ohne

direkt angeschlossene Verbrauchsmittel) bei den auch schon bisher gültigen max. 5 s. Nur für Endstromkreise (fest angeschlossene Verbrauchsmittel sowie Stromkreise von Steckvorrichtungen) sind nun **variable Abschaltzeiten**, abhängig von der Versorgungsspannung, d.h. von der Nennwechselspannung (bzw. Nenngleichspannung), einzuhalten (Tabelle 2).

IT-System

Für das IT-System gelten für den zweiten Fehler die jeweiligen Anforderungen, wie sie für das TT- bzw. TN-System zutreffen, je nachdem welches System nach Art der Erdverbindung nach einem ersten Fehler auftritt.

stens 0,4 s abgeschaltet werden. Im TT-System (ggf. auch im IT-System) ist die max. zulässige Abschaltzeit auf 0,2 s begrenzt.

Nur für Endstromkreise über 32 A und für Verteilungsstromkreise (Stromkreise ohne direkt angeschlossene Verbrauchsmittel) gelten noch 5 s im TN-(bzw. IT)-System oder 1 s im TT-(bzw. IT)-System. Weiterhin gibt es auch noch – wenn auch in geänderter Form – die Ausnahme, die in Anmerkung 6 der bisherigen Norm enthalten war: *»Abweichend von den Abschaltzeiten nach 411.3.2 ist es in Verteilungsnetzen, die als Freileitungen oder als im Erdreich verlegte Kabel ausgeführt sind, sowie in Hauptstromversorgungssystemen nach DIN 18015-1 mit der Schutzmaßnahme ›Doppelte oder verstärkte Isolierung‹ nach 412 ausreichend, wenn am Anfang des zu schützenden Leitungsabschnittes eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorhanden ist, und wenn im Fehlerfall mindestens der Strom zum Fließen kommt, der eine Auslösung der Schutzeinrichtung unter den in der Norm für die Überstrom-Schutzeinrichtung für den Überlastbereich festgelegten Bedingungen (großer Prüfstrom) bewirkt.«*

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit maximalem Bemessungsdifferenzstrom von 30 mA

Es gibt nun eine umfangreiche Forderung nach einem zusätzlichen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von ≤ 30 mA für (fast) alle Steckdosen bis 20 A (im Inneren von Gebäuden) sowie für Endstromkreise bis 32 A (Benutzung von tragbaren Verbrauchsmitteln im

Freien). Bei diesen Anforderungen muss man demzufolge unterscheiden zwischen:

- Steckdosen, die nur in Innenräumen errichtet werden,
- Steckdosen zur Speisung von tragbaren Verbrauchsmitteln im Außenbereich sowie
- Endstromkreise mit fest angeschlossenen tragbaren Verbrauchsmitteln zur Verwendung im Freien.

RCDs für Steckdosen, die nur in Innenräumen errichtet werden

Auch hierbei handelt es sich um eine sehr wesentliche Änderung in der neuen Norm, weil nun für (fast) alle Steckdosen (ein- und mehrpolige Steckvorrichtungen), welche für die **allgemeine Verwendung und Benutzung durch Laien** vorgesehen sind und deren Bemessungsstrom nicht mehr als 20 A beträgt, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA gefordert werden.

Die oben stehende Einschränkung »fast alle« lässt sich damit erklären, dass die neue Norm auch künftig Ausnahmen zulässt – allerdings weniger als bisher. Anders, als in einigen Teilen der Gruppe 7XX von DIN VDE 0100 (VDE 0100) ist nicht der gesamte Stromkreis zu schützen. Es existiert vielmehr nur die Forderung nach einem zusätzlichen Schutz für die Steckdosen selbst. Verwendet man jedoch diese Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) auch gleichzeitig für den Fehlerschutz – was im TT-System meistens der Fall ist –, ergibt sich die Notwendigkeit, den ganzen Stromkreis zu schützen.

(Fortsetzung folgt)