

Heizungseinbau in Altbauten - Stromschlag in der Wohnung verhindern

Ausschuss
Sicherheits- und
Unfallforschung

Was Hauseigentümer und Heizungsinstallateure bei nichtelektrischen Umbauarbeiten wissen sollten und worüber Elektroinstallateure diese informieren sollten

Beitrag von H. Bauer, R. Irion, VDE-Ausschuss Sicherheits- und Unfallforschung

Der VDE-Ausschuss "Sicherheits- und Unfallforschung" [1] macht mit diesem Beitrag auf eine mögliche Gefährdung von Personen durch veraltete Elektroinstallationen in Altbauten aufmerksam. Ein Beispiel:

"1957": Frau Glück will in ihrem Wohnzimmer die Stehleuchte (umgangssprachlich Stehlampe) einschalten. Als sie das metallene Gehäuse berührt, spürt sie ein leichtes Kribbeln. Sie vermutet, dass die Stehleuchte defekt ist und bringt diese zur Reparatur oder bestellt einen Elektroinstallateure.

"2005": Herr Pech hat das Haus von Frau Glück gekauft und statt der Ofenheizung eine Zentralheizung einbauen lassen. Die Elektroanlage blieb unverändert. Herr Pech will im Wohnzimmer die Stehleuchte in Richtung seines Sessels rücken. Er lehnt sich an den Heizkörper, greift nach der Leuchte - und fällt tot um.

Wieso erleidet eine Person "2005" einen tödlichen elektrischen Schlag, obwohl die Elektroinstallation seit "1957" nicht verändert wurde?

Früher wurden Häuser mit Fußböden aus Holzdielen gebaut. Elektrische Geräte wurden an Steckdosen mit nur zwei Kontakten (in den Bildern 1 und 2 als L1 und N bezeichnet) angeschlossen. Wenn im Laufe der Zeit die elektrische Isolierung des Gerätes beschädigt wurde, funktionierte es weiterhin, aber an dem metallenen Gehäuse lag die Netzspannung von 220 V (später 230 V) an. Wenn eine Person - im Beispiel "1957" Frau Glück - das metallene Leuchtengehäuse anfasste, bemerkte sie nur ein leichtes Kribbeln. Der trockene Holzfußboden wirkte als Isolator und verringerte den Strom durch den menschlichen Körper auf weniger als 1 Milliampere (Bild 1).

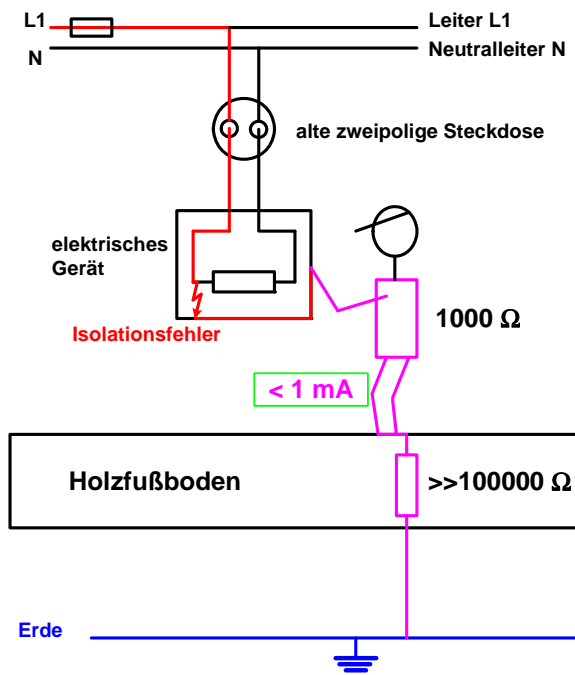


Bild 1: Eine Person berührt ein defektes Elektrogerät mit Netzspannung am Gehäuse. Der Strom durch den Körper ist gering wegen des isolierenden Holzfußbodens.

Im Beispiel "2005" trat der gleiche Fehler in der Leuchte auf, wieder mit 230-Volt-Netzspannung am Leuchtengehäuse. Jetzt aber hat die Person gleichzeitig auch den metallenen Heizkörper (elektrisches Erdpotenzial) berührt und damit die isolierende Wirkung des Holzfußbodens aufgehoben (Bild 2).

Die Folge: Der Strom durch den Menschen war damit deutlich größer als die Stromstärke von 40 Milliampere (40 mA), die für den Menschen bereits tödlich sein kann.

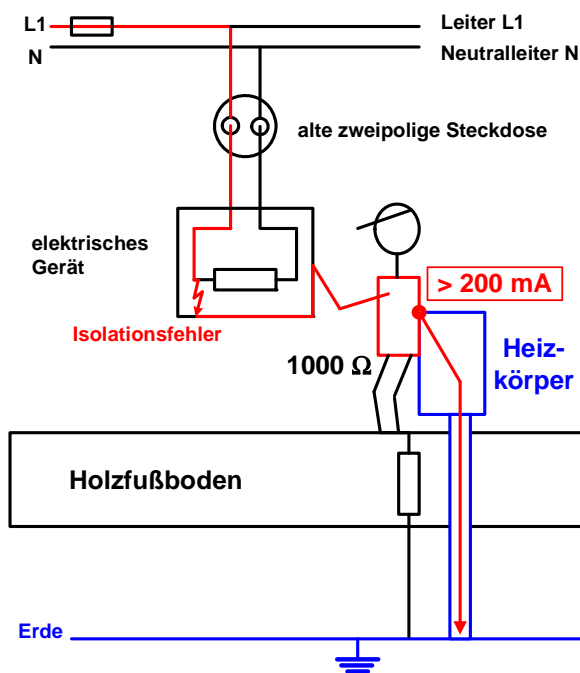


Bild 2: Eine Person berührt ein defektes Elektrogerät mit Netzspannung am Gehäuse. Der Strom durch den Körper ist hoch wegen der elektrischen Erdberührung über den Heizkörper.

Wie hätte der Unfall verhindert werden können?

Der Elektroinstallateur kennt die VDE-Vorschriften und hätte die Elektroinstallation des Gebäudes auf TT- oder TN-System (früher "Erdung" bzw. "Nullung" genannt) mit Schutzleiter (PE) und Schutzkontakt-Steckdosen umstellen können - wenn er dazu beauftragt worden wäre. Aber er wusste nichts von dem Einbau der Heizungsanlage und konnte nicht auf die hohe Gefährdung hinweisen, weil er

- nicht zu **Wiederholungsprüfungen** der elektrischen Anlage gerufen wurde, die zwar für jeden Unternehmer Pflicht, aber für private Hauseigentümer rechtlich nicht vorgeschrieben sind, und
- aus **Unkenntnis** weder vom Hauseigentümer ("Bestandsschutz - die Elektroinstallation ist unverändert") noch vom Heizungsinstallateur ("Heizungseinbau ist kein Eingriff in die Elektroinstallation") informiert wurde.

Was können Hauseigentümer tun?

Hauseigentümer sollten wissen:

Bei veralteten Elektroinstallationen (Zwei-Leiter-Installationen) entstehen in Räumen mit trockenen Holzfußböden (gute elektrische Isolierung) dann hohe Gefährdungen, wenn durch metallene Rohrinstallationen die "elektrische Erde" (Erddpotenzial) im Raum berührbar wird. Dies kann auch durch ein Elektrogerät passieren, das z.B. im benachbarten Raum an eine Schutzkontaktsteckdose angeschlossen ist und dessen Metallgehäuse dadurch elektrisch geerdet ist.

Deshalb sollten sich Hauseigentümer bei Elektroinstallateuren über eine Anpassung der Elektroinstallation an die gültigen VDE-Normen beraten lassen.

Mit der **Anpassung der Elektroinstallation** an die VDE-Normen (Ergänzung eines Schutzleiters) wird erreicht, dass ein derart fehlerhaftes Gerät unverzüglich zur Abschaltung der betreffenden Stromleitung durch eine Schutzeinrichtung führt. Im Fehlerfall fließt dann über das defekte Gerät kurzzeitig ein hoher Fehlerstrom, der beispielsweise zur Auslösung einer Sicherung führt.

Einen zusätzlichen Schutz bietet ein Fehlerstromschutzschalter (30-mA-RCD), der sehr schnell bereits bei geringen Fehlerströmen von ca. 30 Milliampere abschaltet. Damit wird das Risiko eines tödlichen elektrischen Unfalls wesentlich reduziert. Bei noch geringeren Fehlerströmen erfolgt keine Abschaltung.

Bei einem **Mieterwechsel** sollten Vermieter zur eigenen Entlastung die elektrische Einrichtung durch einen Elektroinstallateur überprüfen lassen, da sie auch für den vom Vormieter überlassenen sicherheitstechnischen Zustand der Wohnung oder des Gebäudes verantwortlich sind. Dadurch werden auch nicht fachgerechte Umbauten oder Erweiterungen der elektrischen Anlage erkannt, die sonst zu Gefährdungen und zum Verlust des Versicherungsschutzes führen können.

Fazit: Informieren Sie sich über die eventuelle Gefährdung durch veraltete Elektroinstallationen! Sprechen Sie mit einem Elektroinstallateur!

Weitere Informationen für die Elektrofachkraft

Der VDE-Ausschuss "Sicherheits- und Unfallforschung" [1] beschäftigt sich u. a. präventiv mit erkennbaren Gefährdungspotenzialen und mit den dagegen wirkenden notwendigen Maßnahmen. Mit den obigen zwei Seiten werden Hauseigentümer und Heizungsinstallateure auf eine potenzielle Gefährdung von Personen durch veraltete Elektroinstallationen in Altbauten aufmerksam gemacht. Die folgenden Abschnitte enthalten ergänzende Informationen für Fachkräfte und elektrotechnisch interessierte Laien.

Umrüstung von Zwei-Leiter-Installationen

Nach der Norm VDE 0100 waren zweipolige Steckdosen ohne Schutzkontakt bis 1973 zugelassen. In Deutschland bestand seitdem die **Pflicht zur unverzüglichen Anpassung** an die normgerechte Ausführung der Schutzmaßnahmen, wenn in Räumen mit ursprünglich isolierendem Fußboden (z. B. Holzfußboden) Einrichtungen eingebaut wurden, die mit Erdpotential in Verbindung stehen und zufällig berührt werden können [2].

Bis zum 1. März 2002 war in den neuen Bundesländern als Übergangslösung der zusätzliche Einbau eines Fehlerstrom-Schutzschalters (30-mA-RCD) möglich [3], wodurch bereits eine Abschaltung erreicht wird, wenn nur ein Strom von 20 bis 30 mA zur Erde fließt. Die Einschränkung der Zulassung dieser provisorischen Lösung war erforderlich, da ein Fehlerstrom-Schutzschalter als Schutz bei indirektem Berühren in TN-C-Systemen für den Fehlerstromschutz nicht verwendet werden darf [4].

Bereits vor 1973 wurden viele zweipolige Steckdosen durch solche mit Schutzkontakt ausgetauscht. Dabei wurde der Schutzkontakt mit dem Neutralleiter verbunden, der damit zum Neutralleiter N **und** zusätzlich zum Schutzleiter PE, zum so genannten PEN-Leiter wurde (Bild 3). Dadurch entsteht ein TN-C-System nach VDE 0100-410 - früher als "klassische Nullung" bezeichnet. Für Leiterquerschnitte unter 10 mm² darf dieser PEN-Leiter seit 1973 für Neuanlagen nicht mehr angewendet werden [4].

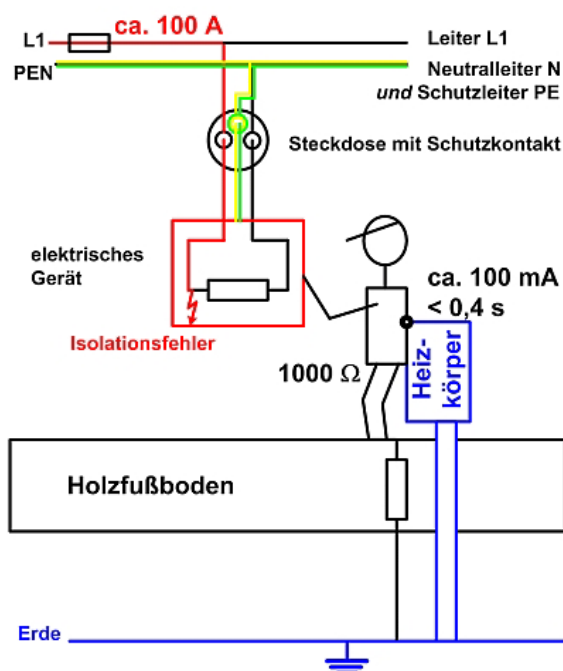


Bild 3: TN-C-System (klassische Nullung)

Ein defektes Elektrogerät führt zum sofortigen Abschalten durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung.

Die Fehlerspannung am Gehäuse erzeugt bei gleichzeitiger Berührung nur kurzzeitig einen Strom durch den Menschen.

Bei Neuinstallationen oder bei Revisionen wird in der Regel ein **TN-S-System** - früher als "stromlose Nullung" bezeichnet - oder ein TT-System nach DIN VDE 0100-410 [4] installiert, bei dem der Schutzleiter **PE separat zum Neutralleiter N** geführt wird (Bild 4).

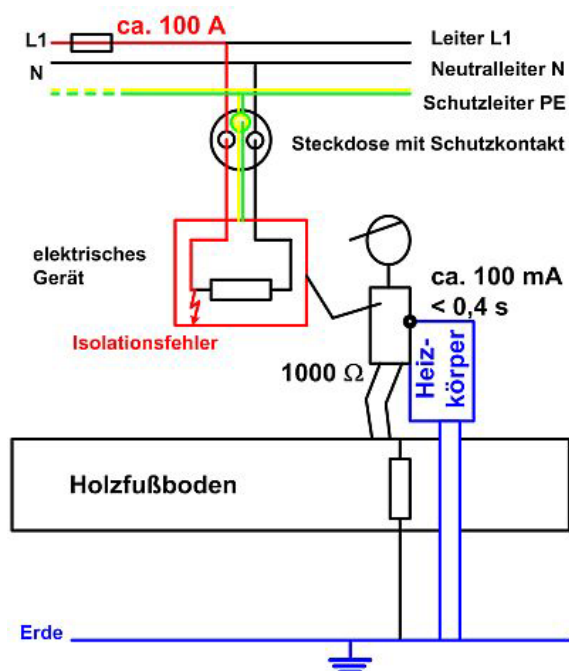


Bild 4: TN-S-System (stromlose Nullung)

Ein defektes Elektrogerät führt zum sofortigen Auslösen der Überstrom-Schutzeinrichtung.

Die Fehlerspannung am Gehäuse erzeugt bei gleichzeitiger Berührung nur kurzzeitig einen Strom durch den Menschen.

Im Fehlerfall wird der Kurzschlussstrom nur durch die Widerstände der Installationsleitungen von weniger als 1Ω begrenzt und erreicht so Stromstärken von 100 A und mehr. Eine Überstrom-Schutzeinrichtung schaltet diesen Stromkreis in weniger als 0,4 Sekunden ab. Für diese kurze Zeit liegt am metallenen Gehäuse des fehlerhaften Gerätes etwa die Hälfte der Netzspannung, also ca. 115 V an. Nur wenn der Isolationsfehler genau im Moment einer gleichzeitigen Berührung von fehlerhaftem Gerät und Heizkörper eintritt, würde durch den Menschen ein Strom von etwa 100 mA fließen. Infolge der sofortigen Abschaltung durch die Überstrom-Schutzeinrichtung innerhalb der geforderten 0,4 Sekunden ist dieser Strom mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht lebensbedrohlich.

Insbesondere bei Anlagen mit ausgedehnten Elektroinstallationen oder Stromleitungen mit unbekanntem Leiterquerschnitt ist gegebenenfalls durch Messung nachzuweisen, dass die Impedanz der so genannten Fehlerschleife des Steckdosen-Stromkreises ausreichend gering und dadurch die Auslösung durch die Überstrom-Schutzeinrichtung innerhalb der geforderten Zeit sichergestellt ist.

In einigen Bundesländern werden statt der TN-S-Systeme überwiegend **TT-Systeme** installiert (Bild 5). Bei Anschluss eines fehlerhaften Gerätes fließt der Fehlerstrom über den Schutzleiter PE zur Erdungsanlage des Gebäudes und über dessen Ausbreitungswiderstand R_A zur Erde.

Bei hochohmigen Isolationsfehlern z.B. infolge von Feuchtigkeit ergeben kleine Fehlerströme nur geringe Spannungsdifferenzen zwischen Gerätegehäuse und Erde (Erdepotenzial) unterhalb der zulässigen Berührungsspannung, so dass der Mensch durch diese Erdung geschützt bleibt.

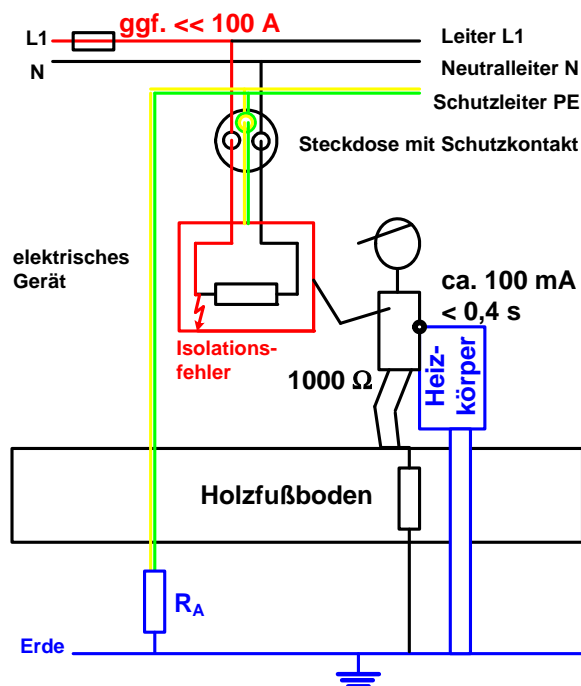


Bild 5: TT-System (Transformatorstation mit R_B nicht eingezeichnet)

Ein defektes Elektrogerät führt zum sofortigen Abschalten durch den Fehlerschutz. Die dabei auftretende Fehlerspannung am Gehäuse erzeugt nur kurzzeitig einen Strom durch den Menschen.

Bei hochohmigen Isolationsfehlern wird die Fehlerspannung und somit auch die Berührungsspannung durch die Gehäuseerdung begrenzt.

Im Gegensatz dazu könnte bei defekter Isolierung die zulässige Berührungsspannung weit (bis zur Netzspannung 230 V) überschritten werden, so dass eine unverzügliche Abschaltung erforderlich ist. Dabei fließt der Fehlerstrom nicht über einen Leiter (PE in Bild 4) zur Transformatorstation zurück, sondern über die Erde und somit auch über die Erderwiderstände R_A des Gebäudes und R_B der Transformatorstation (Bild 5, Transformatorstation mit R_B nicht eingezeichnet). Deshalb ist genau zu prüfen, ob eine Überstrom-Schutzeinrichtung den Fehlerschutz in den vorgegebenen Abschaltzeiten sichern kann. Gegebenenfalls kann der **Fehlerschutz** auch durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, z.B. mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta N}$ von 100 mA oder 300 mA erfolgen, so dass beispielsweise nicht 100 A Fehlerstrom für das ausreichend schnelle Ansprechen einer Sicherung, sondern nur typisch der fünffache Bemessungsfehlerstrom ($5 \cdot I_{\Delta N}$) für das Ansprechen der RCD fließen müssen - eine wesentliche Erleichterung für die Auslegung der Erdungsanlage (R_A).

Dabei ist zu beachten, dass in diesem Fall die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung dem Fehlerschutz dient. Sie hat also nicht wie eine **30-mA-Fehlerstrom-Schutzeinrichtung** im TN-S-System die Aufgabe eines **Zusatzschutzes** bei Versagen der eigentlichen Schutzmaßnahme für Steckdosenstromkreise kleiner 20 A.

Aus den VDE-Normen

Unter welchen Bedingungen sind Zwei-Leiter-Installationen noch zulässig?

„Schutzmaßnahmen sind erforderlich bei bestehenden Anlagen in Räumen, die ursprünglich a) 2.2.2 zuzuordnen waren, die aber durch nachträglichen Einbau von zufällig berührbaren, mit Erde in Verbindung stehenden Einrichtungen wie Wasser-, Gas- oder Heizungsanlagen ihre frühere isolierende Beschaffenheit verloren haben.“

siehe [2], Abschnitt a) 1.3

„Schutzmaßnahmen werden nicht gefordert in Anlagen und bei Betriebsmitteln mit Spannungen bis 250 V gegen Erde für Hausinstallationen in Räumen mit isolierendem Fußboden, in

denen sich keine zufällig berührbaren mit Erde in Verbindung stehenden Einrichtungen befinden, z. B. Wasser-, Gas- oder Heizungsanlagen.“

siehe [2], Abschnitt a)2.2.2

Übergangsregelung für die neuen Bundesländer bis 1.3.2002

„Als vorübergehende provisorische Verbesserung des Schutzes wird bis zu einer nächsten Anlage oder der Modernisierung oder Renovierung des Gebäudes/der Wohnung/des Wohnraumes der Einsatz von RCDs (Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen/Differenzstrom-Schutzeinrichtungen) mit einem Nennfehlerdifferenzstrom / Nenndifferenzstrom (heute: Bemessungsfehlerstrom / Bemessungsdifferenzstrom) von höchstens 30 mA im Zweileitersystem ohne Verlegung eines Schutzleiters zur Erfüllung der Anpassungsforderung zugelassen.“

„Als Termin für das Ende der provisorischen Verbesserung des Schutzes gilt der Zeitpunkt der zuerst vorkommenden Maßnahme/Änderung.../Modernisierung.../Renovierung...), spätestens jedoch bis 1. März 2002.“ (Ursprüngliche Anpassungsforderung: DIN VDE 0100 (VDE 0100): 1973-05, § 6a)1.3).

siehe [3], Abschnitt a)

Die Einschränkung der Zulassung auf eine provisorische Lösung war erforderlich, da ein Fehlerstromschutzschalter als Schutz bei indirektem Berühren in TN-C-Systemen für den Fehlerschutz nicht verwendet werden darf.

„In TN-C-Systemen darf keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verwendet werden.“
siehe [4], Abschnitt 411.4.5

„**PEN-Leiter** dürfen nur in fest installierten elektrischen Anlagen verwendet werden und sie müssen aus mechanischen Gründen einen Leiterquerschnitt von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² Al haben.“

siehe [4], Abschnitt 543.4.1

Sicherstellung der Abschaltung durch Überstrom- oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in TN-S-Systemen [4], Abschnitt 411.4.4

Die Kennwerte der Schutzeinrichtungen (siehe 411.4.5) und die Stromkreisimpedanzen müssen die folgende Anforderung erfüllen:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

mit:

- Z_S die Impedanz der Fehlerschleife bestehend aus
 - der Stromquelle
 - dem Außenleiter von der Stromquelle bis zum Fehlerort
 - dem Schutzleiter zwischen dem Fehlerort und der Stromquelle
- I_a der Strom, der das automatische Abschalten der Abschalteinrichtung innerhalb der in 411.3.2.2 oder 411.3.2.3 angegebenen Zeit, z.B. innerhalb von 0,4 s bei 230-V-Netzspannung, bewirkt. Wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verwendet wird, ist dieser Strom der Fehlerstrom, der die Abschaltung innerhalb der in 411.3.2.2 oder der in 411.3.2.3 angegebenen Zeit, vorsieht und
- U_0 die Nennwechselspannung oder Nengleichspannung Außenleiter gegen Erde.

Sicherstellung der Abschaltung durch Überstrom- oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in TT-Systemen [4], Abschnitt 411.5.4 bzw. Abschnitt 411.5.3

Wenn eine Überstrom-Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) verwendet wird, muss die folgende Bedingung erfüllt werden:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

mit:

- Z_S die Impedanz der Fehlerschleife bestehend aus
 - der Stromquelle
 - dem Außenleiter bis zum Fehlerort
 - dem Schutzleiter der Körper
 - dem Erdungsleiter
 - dem Anlagenerder und
 - dem Erder der Stromquelle,
- I_a der Strom, der das automatische Abschalten der Abschalteinrichtung innerhalb der in 411.3.2.2 oder der in 411.3.2.4 angegebenen Zeit bewirkt und
- U_0 die Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung Außenleiter gegen Erde.

Wenn eine **Fehlerstrom-Schutzeinrichtung** (RCD) für den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) verwendet wird, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

i) die Abschaltzeit, wie in 411.3.2.2 oder 411.3.2.4 verlangt, z.B. innerhalb von 0,2 s, und

ii) $R_A \leq \frac{50V}{I_{\Delta N}}$ mit:

- R_A die Summe der Widerstände in Ohm des Erders und des Schutzleiters der Körper und
- $I_{\Delta N}$ der Bemessungsdifferenzstrom in A der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

Literatur

- [1] VDE-Ausschuss Sicherheits- und Unfallforschung. www.vde.com/suf
- [2] Anwendung und Allgemeines zur Ausführung der Maßnahmen zum Schutz bei indirektem Berühren. VDE 0100, Ausgabe Mai 1973, §6, Abschnitt a) 1. und 2.
- [3] Anpassung bestehender elektrischer Anlagen in den neuen Bundesländern und dem Ostteil Berlins (Beitrittsgebiet). Beiblatt 2 zu VDE 0100: 2001-05, Anhang C
- [4] Schutz gegen elektrischen Schlag. DIN VDE 0100-410: 2007-06, Abschnitte 411.4.2 bis 411.4.5
- [5] Errichten von Niederspannungsanlagen. DIN VDE 0100-540: 2007-06, Abschnitt 543.4
- [6] Hörmann, Werner: Bestandsschutz in elektrischen Anlagen. de (2005), H. 5, S. 19 und (2010) H. 4, S. 26 - 28
- [7] VDE, u. a.: Gemeinsame Erklärung zum sicheren Umgang mit Elektrizität. März 2006