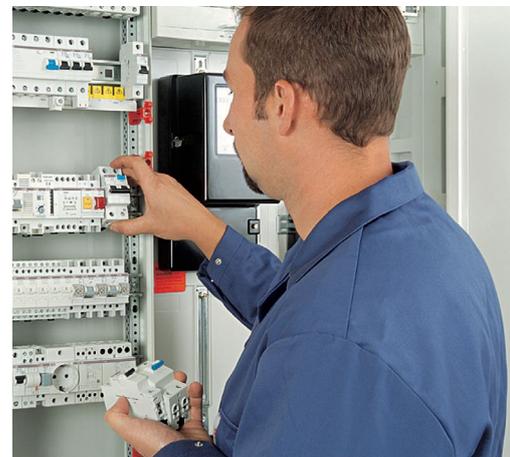
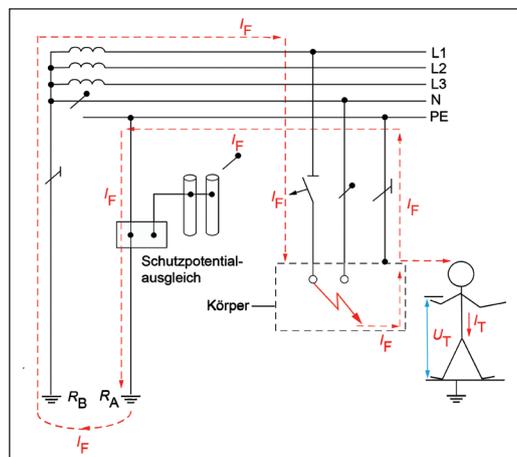


Erläuterungen zu DIN VDE 0100-410, Ausgabe 2018-10

Schutz gegen elektrischen Schlag



Hinweis:

Wiedergabe der Erläuterungen zum Konzept der DIN VDE 0100-410, Ausgabe 2018-10, veröffentlicht auf <https://www.dke.de/de/Konzept-0100-410> mit freundlicher Genehmigung des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. („VDE e. V.“) als Träger der DKE.

© VDE e. V. ist Inhaber aller ausschließlichen Rechte an den Erläuterungen zum Konzept der DIN VDE 0100-410; Ausgabe 2018-10, weltweit – alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und welchem Verfahren, sind weltweit VDE e. V. vorbehalten.

Impressum

Herausgeber:

GED Gesellschaft für
Energiedienstleistung GmbH & Co. KG
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin

Redaktion:

Arbeitskreis Kommunikation
der Initiative ELEKTRO+

Fachliche Bearbeitung:

Fachausschuss Elektro- und Informations-
technische Gebäudeinfrastruktur (EIG)
der HEA – Fachgemeinschaft für
effiziente Energieanwendung e. V., Berlin

Bildnachweis:

ABB Stotz-Kontakt, HEA, VDE

Copyright Broschüre:

GED Gesellschaft für
Energiedienstleistung GmbH & Co. KG

1. März 2020

© GED 2020

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung. Die gesamte Broschüre oder Teile der Broschüre dürfen in jeglicher Form nicht ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden. Trotz größtmöglicher Sorgfalt bei der Bearbeitung der Broschüre ist jegliche Haftung für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts ausgeschlossen.

Inhalt

Vorwort.....	4
Übergangsfrist	4
Allgemeine Anforderungen (Abschnitt 410.3)	5
Zusätzlicher Schutz (Abschnitt 415)	9
Automatische Abschaltung im Fehlerfall (Abschaltzeiten) (Abschnitt 411.3.2)	11
TN-Systeme (Abschnitt 411.4).....	12
TT-System (Abschnitt 411.5).....	13
Auswahl von Schutzeinrichtungen (Abschnitt 411.4.5 und Abschnitt 411.5.2).....	14
Maximale Abschaltzeiten (Tabelle 41.1)	16
Weitere Anforderungen für Steckdosen in Endstromkreisen und für die Versorgung von ortsveränderlichen Betriebsmitteln für den Außenbereich (Abschnitt 411.3.3)	17
Ausnahmeregelungen.....	18
Zusätzliche Anforderungen für Leuchten-Stromkreise in TN- und TT-Systemen (Abschnitt 411.3.4)	19
Ergänzungen zur Auswahl von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)	19
Fehlerstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Schutz bei Überstrom (RCCB)	23
Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Schutz bei Überstrom (RCBO).....	23
Fehlerstrom-Schutzschalter in einer Baueinheit mit einer Steckdose	24
Vorkehrungen, wenn automatische Abschaltung in der geforderten Zeit nach Abschnitt 411.3.2 nicht erreicht werden kann (Anhang D)	25

Vorwort

Am 1. Oktober 2018 ist eine überarbeitete Ausgabe von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) erschienen.

Die vorliegende überarbeitete Ausgabe von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10 ist als Fortschreibung der bereits seit vielen Jahren bestehenden Festlegungen in Bezug auf die Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag zu verstehen.

Um eine einheitliche Auslegung des Normtextes durch die verantwortlichen Planer oder Errichter einer elektrischen Anlage zu erreichen,

wurden durch an der Entstehung dieser Norm beteiligte Fachleute aus den relevanten Normungsgremien die folgenden Erläuterungen verfasst.

Die zugehörigen Auswahlkriterien der DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06 werden ebenfalls betrachtet.

Moderne Elektroinstallationen im privaten und im gewerblich genutzten Bereich zeichnen sich durch besondere Anforderungen an deren Verfügbarkeit, an den Komfort aus.

Übergangsfrist

Seit 1. Oktober 2018 gilt DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag. Diese Norm ist für die sofortige Anwendung bei neuen elektrischen Anlagen sowie bei Änderungen oder Erweiterungen vorhandener elektrischer Anlagen vorgesehen.

Mögliche Unsicherheiten für Planer und Errichter einer elektrischen Anlage können vermieden werden, wenn die neue Norm DIN VDE 0100-410

(VDE 0100-410):2018-10, „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4 41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag“ sofort angewendet wird.

Für am 1. Oktober 2018 bereits in Planung oder in Bau befindliche elektrische Anlagen gilt eine Übergangsfrist bis zum 07. Juli 2020. Für elektrische Anlagen, die nach diesem Zeitpunkt in Betrieb genommen werden, gelten ausschließlich die Bestimmungen DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10.

Allgemeine Anforderungen

(Abschnitt 410.3)

Dem Schutz gegen elektrischen Schlag liegt folgendes Konzept zugrunde:

Im fehlerfreien Zustand dürfen Teile der elektrischen Anlage, die eine gefährliche elektrische Spannung führen, nicht berührbar sein. Sollte jedoch ein Fehler auftreten, muss das Risiko eines elektrischen Schlages durch eine geeignete Schutzmaßnahme minimiert werden.

Diese Forderung ist auf Einzelfehlerbedingungen bezogen, die in den Basisgrundnormen beschrieben sind und wie folgt lauten:

Einzelfehler müssen berücksichtigt werden, wenn ein berührbares leitfähiges Teil

- durch Fehler der Basisisolation gegen einen Körper eines elektrischen Betriebsmittels zu einem spannungsführenden Teil wird, z. B.

durch mechanische oder thermische Beschädigung der Aderisolation einer Leitung,

- durch einen mechanischen Fehler einer Umhüllung, z. B. durch einen Körperschluss, zu einem berührbaren gefährlichen aktiven Teil wird,
- zu einem spannungsführenden Teil wird, z. B. weil ein Fehler durch Überschreiten der Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom oder Ladung entsteht.

Eine Schutzmaßnahme für den Schutz gegen elektrischen Schlag muss aus

- einer geeigneten Kombination von zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen, nämlich einer Basisschutzvorkehrung und einer Fehler-schutzvorkehrung, oder
- einer verstärkten Schutzvorkehrung, die sowohl den Basisschutz als auch den Fehler-schutz bewirkt, bestehen.

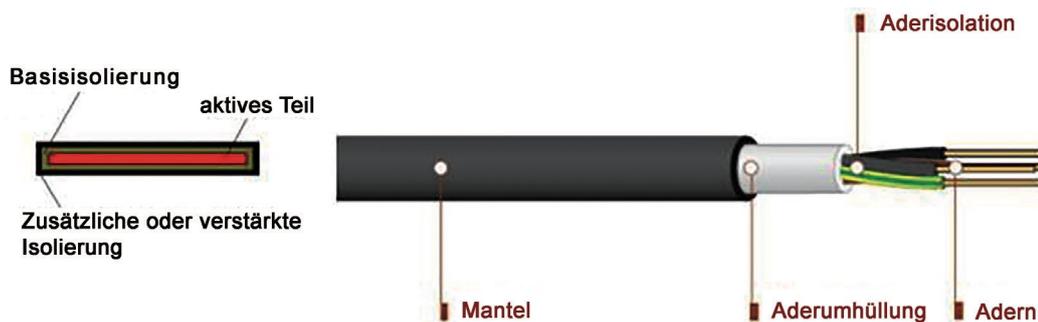


Bild 1: Basisschutz durch Leiterisolation, die nur durch Zerstörung oder mit einem Werkzeug entfernbar ist.



Bild 2: Basisschutz durch Abdeckung oder Umhüllung nur mit einem Schlüssel oder einem Werkzeug entfernbar.

Die Schutzvorkehrung für den **Basisschutz** verhindert das direkte Berühren unter Spannung stehender aktiver Teile der elektrischen Anlage, z. B. durch Isolierung oder ein Gehäuse.

Die Schutzvorkehrung für den **Fehlerschutz** verhindert, dass im Fehlerfall eine gefährliche Berührungsspannung auftritt bzw. bestehen bleiben kann.

Geeignete Kombinationen von Basis- und Fehlerschutzvorkehrungen für verschiedene Anwendungsfälle führen zu folgenden, für den Schutz gegen elektrischen Schlag allgemein und gleichwertig anwendbaren Schutzmaßnahmen:

- **Automatische Abschaltung der Stromversorgung (Abschnitt 411)**

Diese Schutzmaßnahme gestattet als Basischutzvorkehrung das Vorsehen einer Isolierung (Basisisolierung) sowie die Anwendung von Abdeckungen oder Umhüllungen.

Für die Fehlerschutzvorkehrung werden Schutzeinrichtungen verwendet, die das automatische Abschalten der Stromversorgung innerhalb festgelegter Zeiten bewirken. Schutzeinrichtungen und Systeme nach Art der

Erdverbindung (TN-System, TT-System oder IT-System) müssen miteinander koordiniert werden.

Die Anwendung dieser Schutzmaßnahme erfordert außerdem die Erdung des Schutzleiters und das Herstellen eines Schutzpotentialausgleiches über die Haupterdungsschiene nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10, Abschnitt 411.3.1.

Ergänzt wird dies durch die Forderungen in DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2012-06, Abschnitt 542.4.1.

In jeder Anlage, in der ein Schutzpotentialausgleich ausgeführt ist, muss eine Haupterdungsschiene vorgesehen sein, mit der folgende Leiter verbunden sein müssen:

- Schutzpotentialausgleichsleiter;
- Erdungsleiter;
- Schutzleiter;

Funktionserdungsleiter, falls zutreffend.

Hierzu werden im Abschnitt 411.3.1.2 „Schutzpotentialausgleich“ die Anlagenteile, die nicht zu der elektrischen Anlage gehören, eine gefährliche Potentialdifferenz verursachen kön-

nen und deshalb mit der Haupterdungsschiene durch einen Schutzpotentialausgleichsleiter verbunden werden müssen, beispielhaft aufgeführt.

Weitere Beispiele sind Metallteile, bei denen eine unabsichtliche leitende Verbindung gegen Erde bestehen kann und die damit eine gefährliche Potentialdifferenz verursachen können. Hierzu gehören auch innerhalb eines Gebäudes und raumübergreifend geführte metallene Zentralheizungs- und Klimasysteme. Üblicherweise werden Treppengeländer, Fensterrahmen, Türzargen usw. nicht einbezogen.

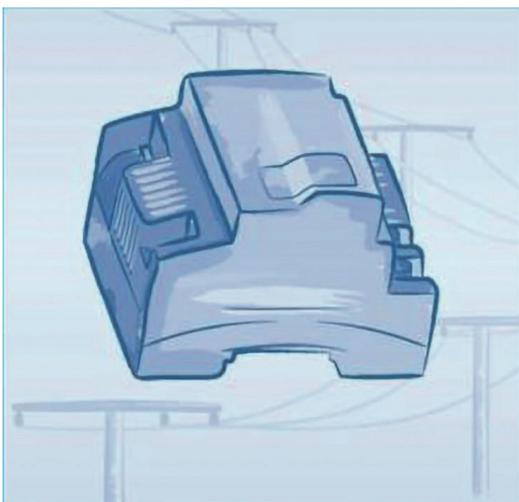


Bild 3: Schutzeinrichtungen als Fehlerschutzvorkehrung

Das Einbeziehen von Kabel- und Leitungsführungssystemen in den Schutzpotentialausgleich ist nicht gefordert, da Kabel- und Leitungsführungssysteme (z. B. Kabelrinnen, -pritschen, -leitern) Bestandteil der elektrischen Kabel- und Leitungsanlage sind und somit per Definition kein „fremdes leitfähiges Teil“ sind.

Eine Einbeziehung in einen Funktionspotentialausgleich kann in anderen Normen gefordert werden, (z. B. bei Verhindern von statischen Aufladungen; zum Zwecke des Blitzschutzpotentialausgleichs; bei zu erwartenden Staubexplosionen).

In neu zu errichtenden Gebäuden ist unabhängig vom Netzsystem eine Erdungsanlage nach DIN 18014 zu errichten.

Bei Anwendung der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung sind weitere Anforderungen an den Fehlerschutz festgelegt.

Die Fehlerschutzvorkehrung sieht jetzt vor, dass in Wechselstromsystemen folgende Anlagenteile zusätzlich mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ zu versehen sind:

- a) Allgemein (auch für Laien) zugängliche Steckdosen mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A,
- b) Stromkreise mit fest angeschlossenen ortsveränderlichen Betriebsmitteln mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A, die für eine Verwendung im Außenbereich vorgesehen sind,
- c) Beleuchtungsstromkreise innerhalb von Wohnungen (dies schließt Einfamilienhäuser ein).

- **Doppelte oder verstärkte Isolierung (Abschnitt 412)**

Für diese Schutzmaßnahme wird für die Basischutzvorkehrung der Schutz durch Isolierung aktiver Teile angewendet. Die Fehlerschutzvorkehrung wird durch eine zusätzliche Isolierung erreicht. Alternativ kann eine verstärkte Isolierung, die den Basisschutz und den Fehlerschutz gleichermaßen erfüllt, angewendet werden.

Fehlerschutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung, die nur durch Schlüssel oder Werkzeug entfernbar ist.

- **Kleinspannung mittels SELV oder PELV (Abschnitt 414)**

Diese Schutzmaßnahme ist anwendbar, wenn die Nennspannung von 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung nicht überschritten wird und der zu schützende Stromkreis aus einer Sicherheitsstromquelle versorgt wird. Außerdem müssen bei SELV- oder PELV-Stromkreisen weitere besondere Anforderungen erfüllt werden.

Unter bestimmten Umgebungsbedingungen und in besonderen Räumlichkeiten ist in Grup-

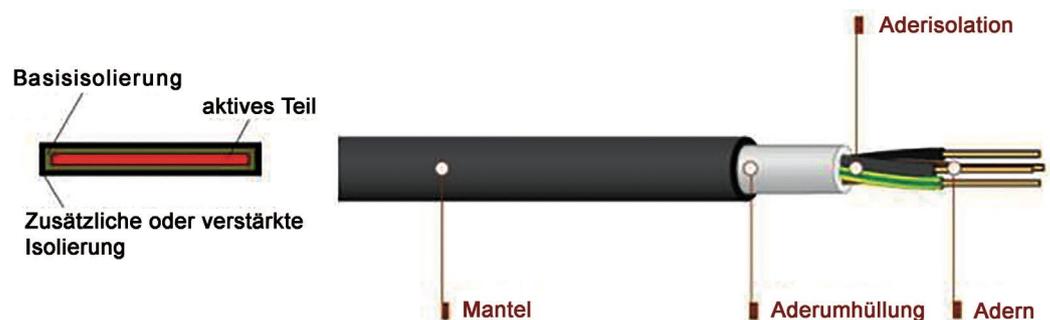


Bild 4: doppelte oder verstärkte Isolierung am Beispiel einer Mantelleitung

- **Schutztrennung (Abschnitt 413)**

Als Basisschutzvorkehrungen gestattet die Schutzmaßnahme das Vorsehen einer Isolierung (Basisisolierung) sowie die Verwendung von Abdeckungen oder Umhüllungen wie bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“.

Die Fehlerschutzvorkehrung beinhaltet die Anwendung einer Stromquelle mit mindestens einfacher elektrischer Trennung sowie die Erdfreiheit des Stromkreises. Diese Schutzmaßnahme ist nur bei Verwendung eines einzelnen Verbrauchsmittels allgemein zugelassen.

pe 700 der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) der Wert der Kleinspannung auf einen Wert kleiner als AC 50 V bzw. DC 120 V begrenzt.

Zu den Basis- und Fehlerschutzvorkehrungen kann ein zusätzlicher Schutz festgelegt sein, der unter bestimmten Bedingungen von äußeren Einflüssen und in besonderen Räumlichkeiten berücksichtigt werden muss. Entsprechende Festlegungen enthalten z. B. die Errichtungsbestimmungen für Anlagen und Räume besonderer Art nach DIN VDE 0100 Gruppe 700 (VDE 0100 Gruppe 700).

Zusätzlicher Schutz (Abschnitt 415)

In der Sicherheitsgrundnorm für den Schutz gegen elektrischen Schlag bei Anlagen und Betriebsmitteln sind unter bestimmten Voraussetzungen Maßnahmen zu einem zusätzlichen Schutz vorgesehen. Anforderungen an diesen

zusätzlichen Schutz können zusammen mit den Schutzmaßnahmen unter bestimmten Bedingungen von äußeren Einflüssen und in speziellen Bereichen – beispielsweise in der Gruppe 700 der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) – festgelegt sein.

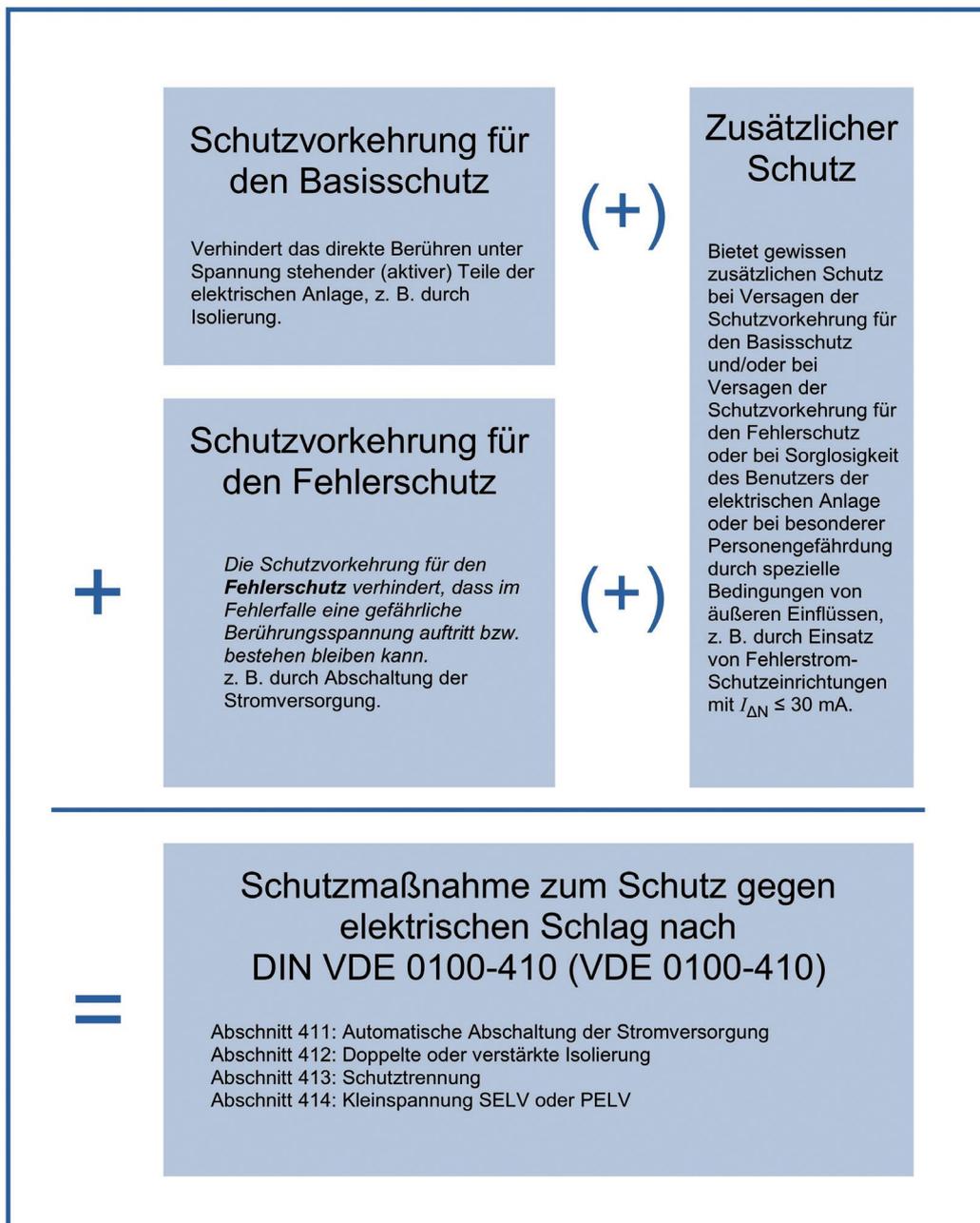


Bild 5: Konzept des Schutzes von Personen nach DIN VDE 0100-410 (VDE0100-410)

Maßnahmen zum zusätzlichen Schutz sind:

- Der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

Im Falle des Versagens von Vorkehrungen für den Basisschutz und/oder von Vorkehrungen für den Fehlerschutz, oder wenn mit der Sorglosigkeit durch Benutzer gerechnet werden muss, kann diese Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) auch bei direkter Körperdurchströmung eine Schutzfunktion übernehmen, indem nicht die Höhe des Fehlerstroms begrenzt wird, sondern die Einwirkdauer.

Anforderungen an die Auswahl und Errichtung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) zum zusätzlichen Schutz sind in DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06, Abschnitt 531.3.6 aufgeführt.

- Die Installation eines zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs

Dies wird erreicht durch die Einbeziehung aller gleichzeitig berührbaren Körper fest angebrachter Betriebsmittel und fremden leitfähigen Teile, einschließlich soweit praktikabel die metallene Hauptbewehrung von Stahlbeton, und deren Verbindung mit den Schutzleitern aller Betriebsmittel einschließlich der Schutzleiter der Steckdosen.

Bei Anwendung der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ sind weitere Anforderungen an den Fehlerschutz festgelegt:

Die Grafik in Bild 5 veranschaulicht das beschriebene Schutzkonzept.

Automatische Abschaltung im Fehlerfall (Abschaltzeiten) (Abschnitt 411.3.2)

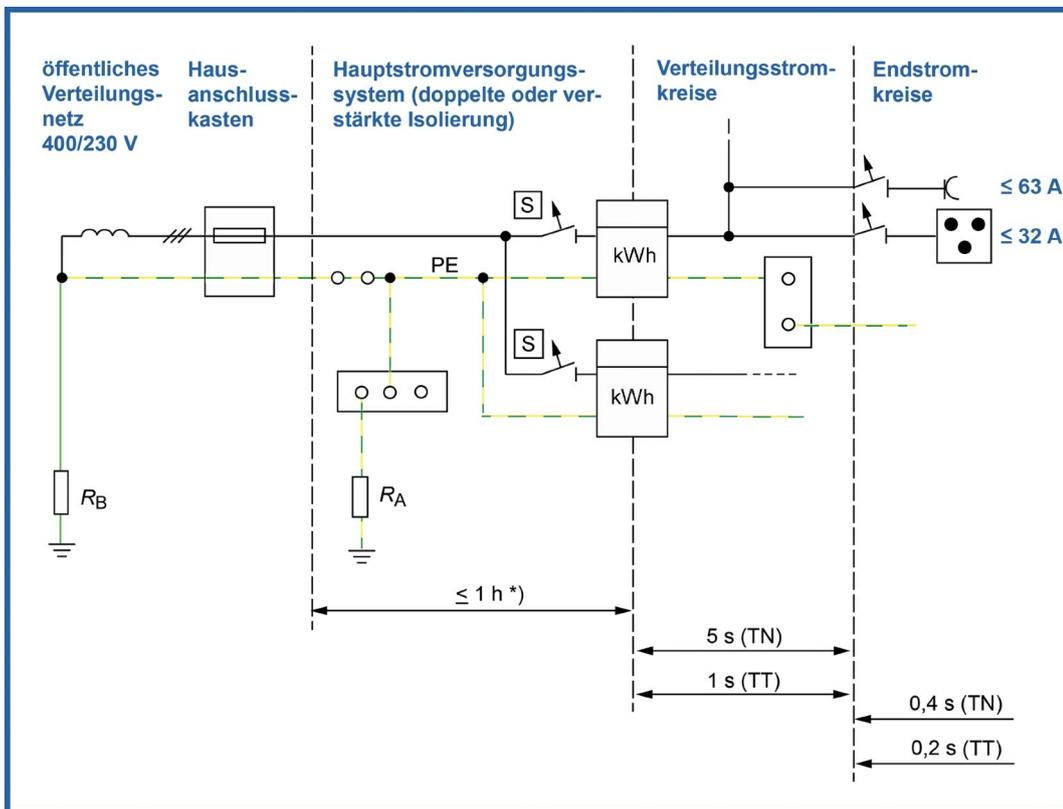


Bild 6: Maximal zulässige Abschaltzeiten für Stromkreise in TN- und TT-Systemen mit einer Nennwechselspannung von 400/230 V

- *) 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“ ist es 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. Es ergeben sich dann Abschaltzeiten der Überstrom-Schutzeinrichtung von bis zu einer Stunde Dauer.

TN-Systeme (Abschnitt 411.4)

Fehlerschleife in TN-Systemen:

Im TN-System wird die Fehlerschleife durch einen Außenleiter und durch den PEN bzw. PE gebildet. Diese Leiter sind in Länge, Querschnitt und Material weitestgehend in vielen Fällen identisch.

Deshalb sind die Widerstände der jeweiligen Leiter nahezu gleich. Die daraus resultierende Fehlerspannung nimmt dann etwa die halbe Leiter-Erde-Spannung U_0 an.

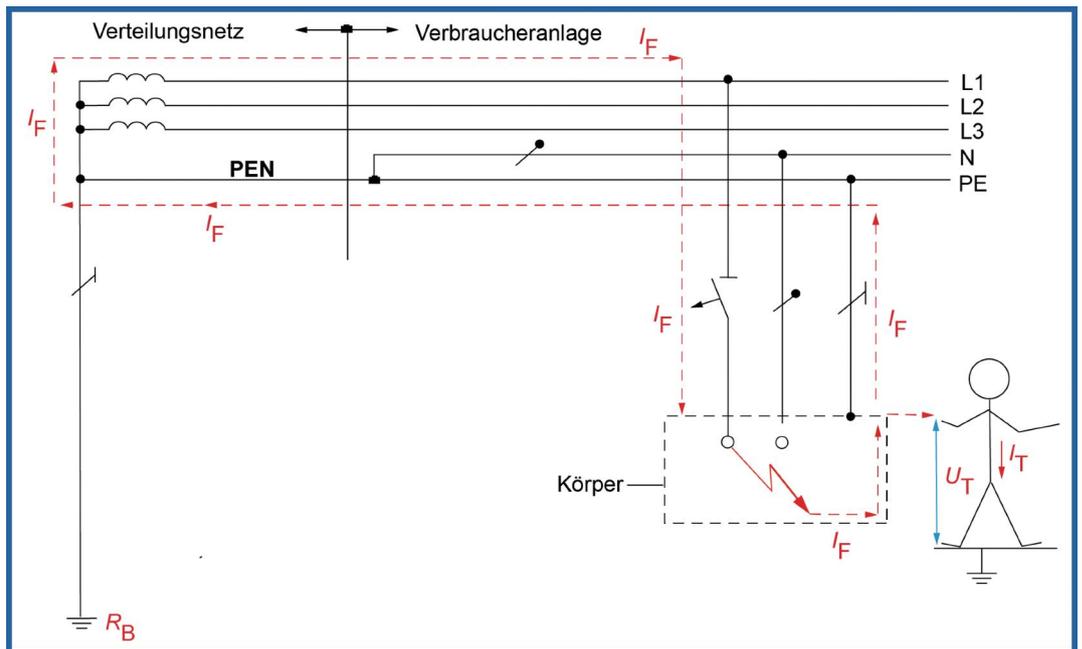


Bild 7: Berührungsspannung und skizzenhafter Weg des Fehlerstroms (I_F) im TN-System

TT-System (Abschnitt 411.5)

Fehlerschleife in TT-System:

Im TT-System wird die Fehlerschleife durch einen Außenleiter und den Weg über R_A und R_B gebil-

det. Die Fehlerspannung entspricht der Leiter-Erde Spannung.

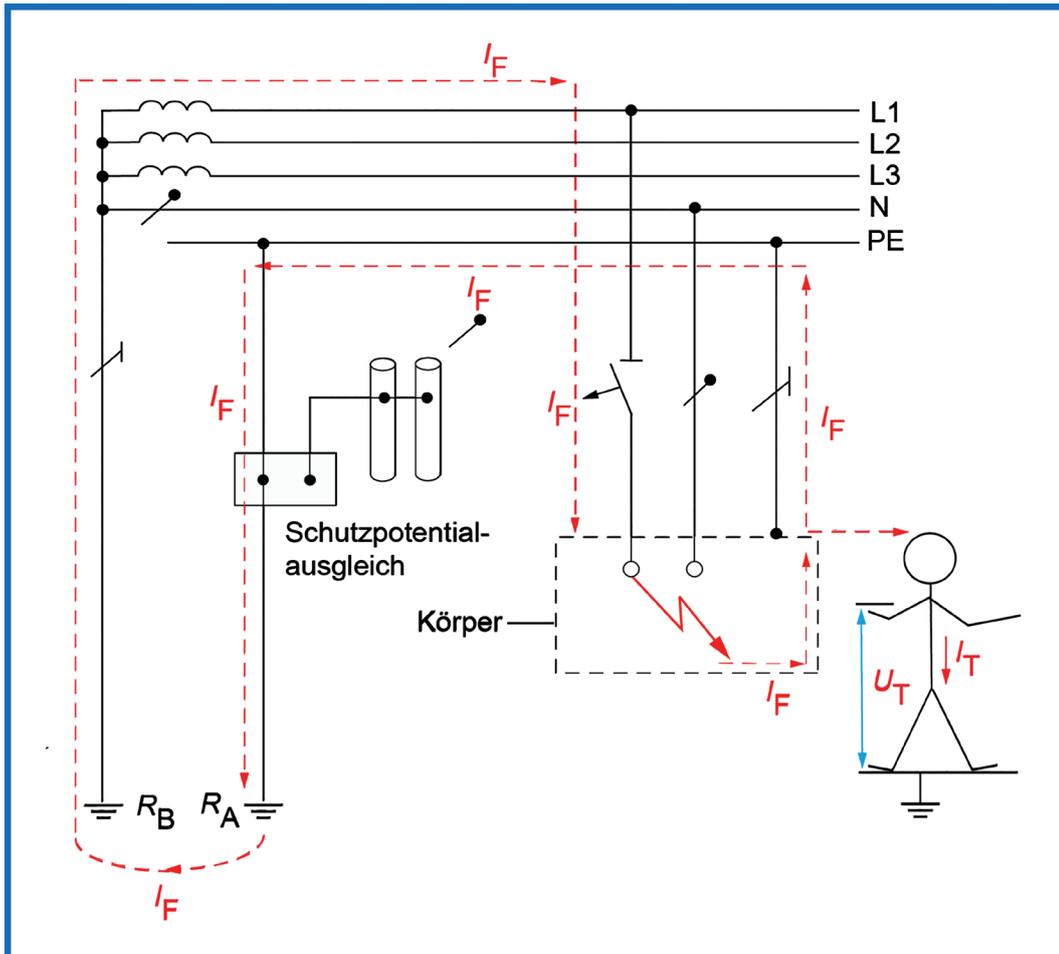


Bild 8: Berührungsspannung und skizzenhafter Weg des Fehlerstroms (I_F) im TT-System

Auswahl von Schutzeinrichtungen

(Abschnitt 411.4.5 und Abschnitt 411.5.2)

Kenngrößen	Werte im TN System	Werte im TT System
Impedanz der Fehlerschleife Z_S (Messwerte)	einige 10 m Ω bis etwa 2 Ω	bis 100 Ω
Fehlerstrom $I_F = \frac{230 \text{ V}}{Z_S}$	etwa 115 A bis zu einigen 1000 A	mindestens 2,3 A
Maximal zulässige Abschaltzeit t_A nach Tabelle 41.1	0,4 s	0,2 s
Maximale Berührungsspannung U_T (Erfahrungswerte)	80 V bis 115 V	160 V bis 230 V
Berührungsstrom $I_T = \frac{U_T}{1000 \Omega^*}$ * Körperimpedanz bei Hand-Fuß-Durchströmung (Richtwert)	80 mA bis 115 mA	160 mA bis 230 mA

Tabelle 1: Kenngrößen für die Abschaltbedingungen in Endstromkreisen im TN-System und im TT-System mit Nennspannungen 400/230 V AC

	TN-System			TT-System		
Abschaltströme I_a von Überstrom-Schutzeinrichtungen zur Sicherstellung der geforderten Abschaltzeit t_A	$I_F = \frac{230\text{ V}}{Z_S}$			$I_a \leq \frac{230\text{ V}}{Z_S}$		
	Schutzeinrichtung	I_a	$t_a^{1)}$	Die notwendigen Abschaltströme I_a von Überstrom-Schutzeinrichtungen werden durch die Fehlerströme I_F im Allgemeinen nicht erreicht.		
	LS-Schalter Typ B	$\geq 5 I_n$	$< 0,1\text{ s}$			
	LS-Schalter Typ C	$\geq 10 I_n$	$< 0,1\text{ s}$			
	Schmelzsicherung gG	ca. $> 14 I_n$	$< 0,4\text{ s}$			
Abschaltbedingungen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) zur Sicherstellung der geforderten Abschaltzeit t_a	$I_a = \frac{230\text{ V}}{Z_S}$			$I_{\Delta n} = \frac{50\text{ V}}{R_a}$		
	Im TN-System sind die Fehlerströme I_F wesentlich höher als $5 I_{\Delta n}$			Im Fehlerfall stehen 230 V an der Fehlerstelle an. Damit gilt für den Auslösestrom I_a :		
				$I_a = \frac{230\text{ V}}{50\text{ V}} I_{\Delta n} = 4,6 I_{\Delta n}$		
	Typ	I_a	$t_a^{1)}$	Typ	I_a	$t_a^{1)}$
	FI allgemein	$> 5 I_{\Delta n}$	$\leq 0,04\text{ s}$	FI allgemein	$> 2 I_{\Delta n}$	$\leq 0,15\text{ s}$
	FI selektiv	$> 5 I_{\Delta n}$	$\leq 0,15\text{ s}$	FI selektiv	$> 2 I_{\Delta n}$	$\leq 0,2\text{ s}$
¹⁾ Die Werte für t_a beziehen sich auf die Festlegungen in den relevanten Produktnormen. Dabei ist R_a die Summe der Widerstände in Ω des Erders und des Schutzleiters der Körper; $I_{\Delta n}$ der Bemessungsdifferenzstrom in A der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).						

Tabelle 2: Auswahl der Schutzeinrichtungen im TN-System und im TT-System mit Nennspannungen 400/230 V AC

Maximale Abschaltzeiten (Tabelle 41.1)

Tabellen 1 und 2 zeigen den deutlichen Unterschied bezüglich Berührungsspannung und daraus resultierenden Berührungsströmen im TN- und TT-System. Daraus lässt sich erklären, dass die maximal zulässigen Abschaltzeiten im TT-System kürzer als im TN-System sein müssen, um denselben Schutz zu bieten.

Die in Tabelle 41.1 für Gleichspannungssystemen festgelegten Abschaltzeiten sind, durch die etwas anderen Auswirkungen einer Durchströmung mit Gleichstrom, gegenüber einer Durchströmung mit Wechselstrom bedingt.

Bei Spannungen $50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$ kann eine Abschaltung aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein.

Bei Spannungen $120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$ konnte für Gleichstrom TN-Systeme die Forderung nach einer Abschaltung innerhalb von 5 s auf 1 s reduziert werden, da die Berührungsspannung wie im Berührungsmodell (siehe Bild 7) dargestellt, die mögliche Berührungsspannung für eine Person durch die Aufteilung der Schleifenimpedanz auf den Hin und Rückleiter auf etwa den halben Wert der Netzspannung reduziert und bei Gleichstrom bei diesen Spannungswerten ein Herzkammerflimmern weitestgehend ausgeschlossen ist. Der maximale Wert von 1 s ist aus den Produktnormen für die Schutzrichtungen abgeleitet.

Für die automatische Abschaltung in Verteilungsnetzen außerhalb von Gebäuden und für die Auslegung von Verteilungsstromkreisen in Gebäuden für Hauptstromversorgungssysteme sowie für Verteilungsstromkreise, die an einer Unterverteilung gilt:

- **Verteilungsnetze außerhalb von Gebäuden**

Abweichend von den Abschaltzeiten nach Abschnitt 411.3.2 ist in Verteilungsnetzen, die als Freileitungen oder als im Erdreich verlegte Kabel ausgeführt sind, 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 Gerätebestimmung für den Überlastbereich festgelegten Bedingungen (großer Prüfstrom) bewirkt.

- **Verteilungsstromkreise in Gebäuden**

Bei Verteilungsstromkreisen, die Bestandteil eines Hauptstromversorgungssystems nach DIN 18015-1 sind, sowie Verteilungsstromkreise, die an einer Unterverteilung enden, darf die Schutzmaßnahme „Doppelte oder verstärkte Isolierung“ nach Abschnitt 412 angewendet werden, wenn am Anfang des zu schützenden Leitungsabschnittes eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorhanden ist, und wenn im Fall eines Kurzschlusses mindestens der Strom zum Fließen kommt, der eine Auslösung der Schutzeinrichtung unter den in der Gerätebestimmung für den Überlastbereich festgelegten Bedingungen (großer Prüfstrom) bewirkt.

Diese Schutzmaßnahme darf in den aufgeführten Verteilungsstromkreisen angewendet werden, weil Änderungen in diesem Bereich nur durch dazu berechtigtes Fachpersonal (siehe Niederspannungsanschlussverordnung – NAV §13) durchgeführt werden dürfen.

Diese Schutzmaßnahme darf ebenfalls nicht allein angewendet werden für Endstromkreise, die fest angeschlossene elektrische Verbrauchsmittel oder Steckdosen enthalten.

Die in Abschnitt 412.1.3 geforderte wirksame Überwachung für Stromkreise oder Teile der elektrischen Anlage im normalen Betrieb darf

unter den oben genannten Voraussetzungen als erfüllt angesehen werden.

Die vorgenannten Erläuterungen schließen nicht die Notwendigkeit aus, die Stromversorgung aus anderen Gründen abzuschalten, z. B. aus Gründen des Brandschutzes, der thermischen Überbeanspruchung eines Betriebsmittels usw.

Weitere Anforderungen für Steckdosen in Endstromkreisen und für die Versorgung von ortsveränderlichen Betriebsmitteln für den Außenbereich (Abschnitt 411.3.3)

In einphasigen und in mehrphasigen Wechselspannungssystemen von TN- oder TT-Systemen muss ein Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n} \leq 30$ mA vorgesehen werden für:

- Steckdosen in Endstromkreisen für Wechselstrom (AC) mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A, die für die Benutzung durch Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind, und
- Endstromkreise mit fest angeschlossenen ortsveränderlichen Betriebsmitteln für Wechselstrom (AC) zur Verwendung im Außenbereich mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A.

Die Notwendigkeit des Schutzes durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom mit $I_{\Delta n} \leq 30$ mA ergibt sich aus den erhöhten Risiken bei der allgemeinen Verwendung und Benutzung von Steckvorrichtungen durch Laien. Man bietet dadurch den Benutzern von Steckdosen einen Schutz auch dann noch, wenn leichtfertig oder unwissend die Fehlerschutzvorkehrung im Stromkreis umgangen oder außer Funktion gesetzt wird.

Nicht der Schutz des Stromkreises, sondern der Schutz der Person, die elektrische Verbrauchsmittel an eine Steckdose anschließt und betreibt, steht im Vordergrund dieser Maßnahme. Das gilt sowohl für Steckdosen im Außenbereich als auch im Innenbereich eines Gebäudes.

Ausnahmeregelungen

Die Ausnahmeregelungen im Abschnitt 411.3.3 der zurückgezogenen DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 wurde ersetzt durch die folgende Anmerkung:

Anmerkung

Steckdosen mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A können hiervon ausgenommen werden, wenn im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung nach Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV) Maßnahmen festgelegt werden, die eine allgemeine Verwendung dieser Steckdosen dauerhaft ausschließen.

Die neue Anmerkung wurde in die Norm aufgenommen, da es nach Auffassung des zuständigen Normungskomitees nach VDE 0022:2008-08, Abschnitt 2.3, vertretbar sein kann, von den normativen Festlegungen der DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10 im gewerblichen und industriellen Bereich abzuweichen, wenn im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung ein anderer mindestens gleichwertiger Schutz sichergestellt wird.

Die in der Anmerkung genannte Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) gilt ausschließlich für gewerbliche Bereiche.

Bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung ist zu berücksichtigen, dass technische Schutzmaßnahmen Vorrang vor organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen haben.

Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen. Bei dieser Überprüfung sind auch Steckdosen nach Abschnitt 411.3.3, bei denen zuvor eine allgemeine Verwendung ausgeschlossen wurde, mit einzubeziehen. Ggf. sind diese

als Ergebnis der Überprüfung mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit $I_{\Delta n} \leq 30$ mA nachzurüsten.

Bei Anlagen, die nicht in den Geltungsbereich des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) fallen, kann die Ausnahmeregelung nicht angewendet werden.

Kann durch technische Maßnahmen nicht sicher ausgeschlossen werden, dass Steckdosen allgemein verwendet werden, sind diese nach Abschnitt 411.3.3 mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) $I_{\Delta n} \leq 30$ mA zu schützen.

Steckdosen in IT-Systemen

Ein IT-System wird geplant, weil es vorteilhaft ist, dass beim Auftreten des ersten Fehlers eine Unterbrechung der Stromversorgung von angeschlossenen elektrischen Verbrauchsmitteln nicht erfolgt. Dieser „erste Fehler“ führt nicht zu einem gefährlichen Zustand, soll aber so schnell wie praktisch möglich beseitigt werden.

Die normative Forderung zur Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für Steckdosen in Endstromkreisen nach Abschnitt 411.3.3 wird für IT-Systeme durch die folgende Forderung eingeschränkt:

„Dieser Unterabschnitt gilt nicht für IT-Systeme, bei denen der Fehlerstrom im Falle eines ersten Fehlers 15 mA nicht überschreitet.“

Bei den in Deutschland üblicherweise errichteten IT-Systemen bleibt der Fehlerstrom im Falle eines ersten Fehlers unterhalb von 15 mA, so dass der Einsatz von RCDs in Steckdosenstromkreisen nicht erforderlich ist.

Zusätzliche Anforderungen für Leuchten-Stromkreise in TN- und TT-Systemen (Abschnitt 411.3.4)

In Wohnungen müssen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ für Endstromkreise für Wechselstrom (AC), die Leuchten enthalten, vorgesehen werden.

Die Treppenhäuser in Mehrfamilienhäusern gehören nicht zu den Wohnungen.

Für Einfamilienhäuser ist der Abschnitt generell anzuwenden, weil hier die Leuchtmittel (z. B. Lampenfassung E27) von Laien meistens

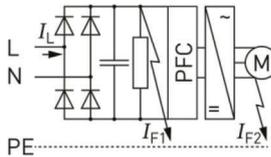
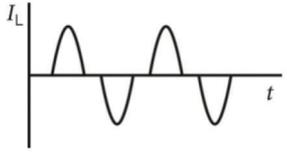
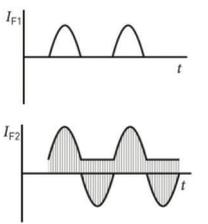
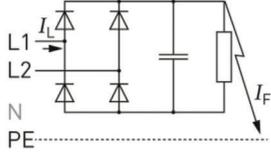
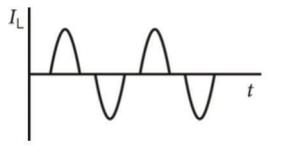
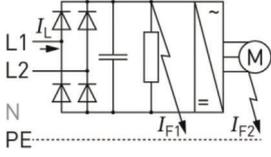
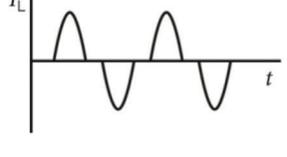
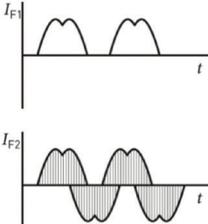
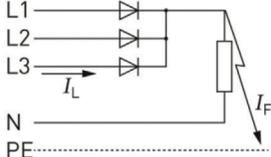
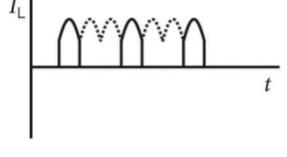
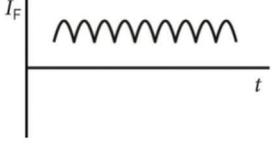
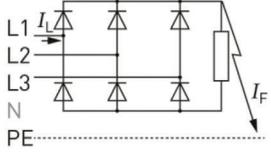
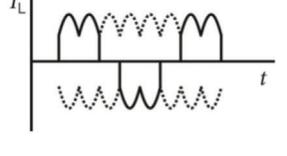
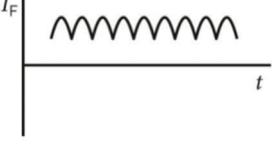
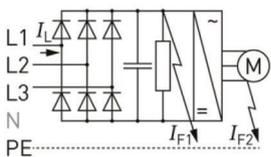
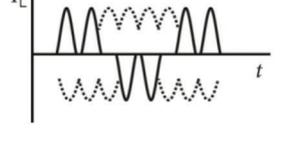
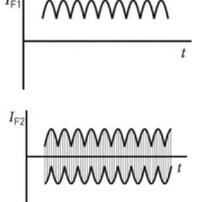
ohne die Anwendung der nötigen Sicherheitsregeln getauscht werden und zunehmend Leuchten angeschlossen werden, bei denen die Leuchtmittel nicht auswechselbar sind und bei einem Defekt komplett getauscht werden müssen. Dazu müssen Laien direkt an den Anschlussleitungen/-klemmen arbeiten. Die Sicherheitsregeln werden in der Regel auch hier nicht angewendet und sind auch nicht bekannt, wodurch es zu einer erheblichen Gefahr eines elektrischen Schlages und oft auch zu Sekundär-unfällen kommen kann.

Ergänzungen zur Auswahl von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Im informativen Anhang A von DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06 sind typische Fehlerstromformen bei Stromkreisen mit Halbleitern angegeben. Die Tabelle zeigt mit welcher Auslösecharakteristik der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) eine Schutzmaßnahme für den Schutz gegen elektrischen Schlag realisiert werden kann.

In den Diagrammen des folgenden Bildes sind Stromkreise mit sehr wahrscheinlichen Fehlerströmen in Verbindung mit Halbleiterbauteilen dargestellt.

	Schaltbild mit Fehlerort	Form des Laststroms I_L	Form des Erdschlussstroms I_F	Durch die Auslösecharakteristik der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) gegebener Schutz
1	<p>Phasenanschnittsteuerung</p>			A, F, B
2	<p>Burst-Steuerung</p>			A, F, B
3	<p>Einphasig</p>			A, F, B
4	<p>Zweipuls-Brückenschaltung</p>			A, F, B
5	<p>Zweipuls-Brückenschaltung, halbgesteuert</p>			A, F, B
6	<p>Frequenzinverter mit Zweipuls-Brückenschaltung</p>			F, B
7	<p>Einphasig mit Glättung</p>			B

	Schaltbild mit Fehlerort	Form des Laststroms I_L	Form des Erdschlussstroms I_F	Durch die Auslösecharakteristik der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) gegebener Schutz
8	Frequenzinverter mit Zweipuls-Brückenschaltung und PFC 			B
9	Zweipuls-Brückenschaltung zwischen Außenleitern 			B
10	Frequenzinverter mit Zweipuls-Brückenschaltung zwischen den Außenleitern 			B
11	Drehstrom-Sternschaltung 			B
12	Sechspuls-Brückenschaltung 			B
13	Frequenzinverter mit Sechspuls-Brückenschaltung 			B

Anmerkung: Diese Übersicht berücksichtigt nur Fehler auf der Lastseite, d. h. in der Anlage.

In Deutschland dürfen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) vom Typ B+ nach DIN VDE 0664-400 (VDE 0664-400) und DIN VDE 0664-401 (VDE 0664-401) anstelle von Typ B nach DIN EN 62423 (VDE 0664-40) eingesetzt werden.

Nach DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06 müssen die Stromkreise aufgeteilt werden, um Gefahren zu vermeiden, die Folgen von Fehlern zu begrenzen, Kontrolle, Prüfung und Instandhaltung zu erleichtern und Gefahren zu berücksichtigen, die durch einen Fehler in nur einem Stromkreis entstehen können, z. B. Ausfall der Beleuchtung.

DIN 18015-1:2013-09 „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen“ (bei Vereinbarung) fordert die Zuordnung von Anschlussstellen für Verbrauchsmittel zu einem Stromkreis so vorzunehmen, dass durch das automatische Abschalten der diesem Stromkreis zugeordneten Schutzeinrichtung (z. B. Überstrom-Schutzeinrichtung, Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)) im Fehlerfall oder bei notwendiger manueller Abschaltung nur ein kleiner Teil der Kundenanlage abgeschaltet wird. Hiermit wird die größtmögliche Verfügbarkeit der elektrischen Anlage für den Nutzer erreicht.

Diese Forderungen bedingen, dass in einer elektrischen Anlage die Stromkreise immer auch auf mehrere Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) verteilt werden müssen.

Je nach Art und Komplexität der Anlage können für die Umsetzung der Forderung nach zusätzlichem Schutz für Steckdosenstromkreise und Stromkreise im Außenbereich unterschiedliche Ausführungen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) eingesetzt werden.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) gewährleisten den geforderten Schutz gegen elektrischen Schlag. Sie schalten bei einem Körperschluss die Stromversorgung auch bei hohen Schleifenimpedanzen zuverlässig ab. Beträgt der Bemessungsdifferenzstrom mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, ist auch ein Schutz z. B. beim direkten Berühren und entsprechender Durchströmung gegeben. Solche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) werden in unterschiedlichen Ausführungsformen im Markt angeboten.

Der vermehrte Einsatz von steckerfertigen elektrischen Betriebsmitteln mit elektronischen Komponenten oder EMV-Filtern erhöht die Wahrscheinlichkeit von unerwünschten Auslösungen in Folge der Aufsummierung von betriebsbedingten Ableitströmen. Dies kann durch die gleichmäßige Aufteilung der möglichen Lastströme auf alle Außenleiter weitestgehend reduziert werden.

Bei transienten Effekten kann es durch das Laden von Ableitkapazitäten zu unerwünschten Auslösungen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), durch Stromimpulse bei Schalthandlungen z. B. von LED-Leuchten kommen. Zur Verbesserung der Verfügbarkeit können kurzzeitverzögerte oder erhöht stoßstromfeste Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) verwendet werden.

Fehlerstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Schutz bei Überstrom (RCCB)

Fehlerstrom-Schutzschalter ohne integrierten Schutz bei Überstrom (Überlast und/oder Kurzschluss) werden auch als RCCBs oder FI-Schalter bezeichnet. Ihnen muss für den Schutz bei Überstrom jeweils eine entsprechende Überstrom-Schutzeinrichtungen, z. B. Leitungsschutzschalter, Sicherung nach DIN VDE 0100-530 (VDDE 0100 530) zugeordnet werden.

Um die beschriebenen Anforderungen in Bezug auf die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage zu erfüllen, sind Endstromkreise auf mehrere Fehlerstrom-Schutzschalter aufzuteilen.

Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Schutz bei Überstrom (RCBO)

Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (auch als RCBOs oder FI/LS-Schalter bezeichnet) ermöglichen Personen-, und Leitungsschutz in einem Gerät.

Durch eine fachgerechte Planung einer Anlage mit einer Zuordnung jeweils eines FI/LS-Schalters zu jedem einzelnen Endstromkreis können unerwünschte Abschaltungen vermindert werden. Eine Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren für die Belastung von Fehlerstrom-Schutzschaltern ist dann auch nicht erforderlich.

Diese genannten Vorteile führten in der Anmerkung der DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) zu der Empfehlung, für den zusätzlichen Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen FI/LS-Schalter zu verwenden.

Bei Verwendung von FI/LS-Schaltern mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ kann der zusätzliche Schutz und der Fehlerschutz mit demselben FI/LS-Schalter realisiert werden. Der FI/LS-Schalter muss am Anfang des zu schützenden Stromkreises installiert werden.

Fehlerstrom-Schutzschalter in einer Baueinheit mit einer Steckdose

Wird eine bestehende Anlage erweitert, geändert oder werden beispielsweise zusätzliche Steckdosen errichtet, müssen diese einen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ haben. Hierfür können Fehlerstrom-Schutzschalter in einer Baueinheit mit einer Steckdose nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) eingesetzt werden, auch wenn die bestehende Installation der Stromkreise im TN-C-System (klassische Nullung) ausgeführt sind.

Ist vorgesehen, eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in der Nähe eines zu schützenden elektrischen Verbrauchsmittels anzuordnen, ist die Verwendung eines Fehlerstrom-Schutzschalters in einer Baueinheit mit einer Steckdose möglich.

Die Anpassung einer bestehenden elektrischen Anlage an das aktuelle sicherheitstechnische Niveau, beispielsweise in Kinderzimmern, ist ohne

großen Installationsaufwand durch Austausch der vorhandenen Steckdosen gegen Fehlerstrom-Schutzschalter in einer Baueinheit mit einer Steckdose möglich.

Fehlerstrom-Schutzschalter in einer Baueinheit mit einer Steckdose nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) sind ausschließlich zum örtlichen Zusammenbau mit weiteren Steckdosen unter einer gemeinsamen Abdeckung vorgesehen. Für ein einheitliches Schutzniveau und aus Gründen der Übersichtlichkeit wird bei Nachrüstung empfohlen, einen derartigen Schutz für alle Steckdosen in einem Raum vorzusehen.

Vorkehrungen, wenn automatische Abschaltung in der geforderten Zeit nach Abschnitt 411.3.2 nicht erreicht werden kann (Anhang D)

In der zurückgezogenen DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 wurden im Abschnitt 411.3.2 Maßnahmen beschrieben, bei denen keine automatische Abschaltung der Stromversorgung erfolgte. Um zu verdeutlichen, dass es sich hierbei um Ersatzmaßnahmen handelt, wurden diese in den Anhang D verschoben und aktualisiert.

Im Abschnitt D.1 wird unterschieden in

D.2 elektronische Geräte, z. B. Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme, mit begrenztem Kurzschlussstrom und

D.3 Stromkreise, bei denen die geforderte Abschaltzeit durch eine Schutzeinrichtung nicht erreicht wird.

Im Abschnitt 411.3.2.5 wird beschrieben, wann die Ersatzmaßnahmen nach Abschnitt D.2 angewendet werden dürfen. Demnach darf dieser Anhang nur angewendet werden, wenn eine Abschaltung der Stromversorgung durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung oder die Verwendung einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nicht möglich ist, z. B. wegen hoher Ableitströme.

Bevor die Ersatzmaßnahme nach Abschnitt D.2 genutzt wird, muss geprüft werden, ob andere Schutzmaßnahmen anwendbar sind:

- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung;
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels;
- Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV.

Es ist zu beachten, dass eine Abschaltung zur Erreichung anderer Schutzziele erforderlich ist, z. B. um eine thermische Überlastung zu verhindern. Aus diesem Grund sollte die Abschaltung innerhalb von 5 s erfolgen.

Der Abschnitt D.2 wird für elektrische Anlagen verwendet, bei denen Betriebsmittel wie Frequenzumrichter oder Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) enthalten sind. In solchen Anlagen ist der Schutz gegen elektrischen Schlag für das Gesamtsystem sicherzustellen. Hierzu gehört auch die Last- bzw. Verbraucherseite des Frequenzumrichters oder der USV-Anlage.

Der Hersteller des Frequenzumrichters bzw. der USV-Anlage beschreibt die Maßnahmen zur Sicherstellung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag nach Abschnitt D.2 der DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10 für die Last- bzw. Verbraucherseite des Frequenzumrichters oder der USV-Anlage sowie die hierfür notwendigen Vorkehrungen bei der Errichtung,



die vom Errichter der elektrischen Anlage einzuhalten sind. Liegen vom Hersteller keine Informationen für die Erst- und Wiederholungsprüfung sowie keine Beschreibung der Maßnahmen bezüglich der Sicherstellung des Schutzes gegen elektrischen Schlag vor, z. B. in Form einer Herstellerklärung, kann Abschnitt D.2 in diesem Fall nicht angewendet werden. Ein Musterwortlaut für eine Herstellererklärung kann vom ZVEI bezogen werden.

Bei der Erst- und Wiederholungsprüfung kontrolliert der Prüfer die Übereinstimmung der getroffenen Vorkehrungen mit der Dokumentation

des Herstellers und prüft die Durchgängigkeit des Schutzleiters nach DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2017-06, Abschnitt 6.4.3.2.

Wird die geforderte Abschaltzeit durch eine Schutzeinrichtung nicht erreicht und auch der Abschnitt D.2 nicht zutrifft, ist nach Abschnitt D.3 ein zusätzlicher Schutzpotentialausgleich nach Abschnitt 415.2 vorzusehen.

Die Initiative für Ihre gute Elektroinstallation

Die Initiative ELEKTRO+ ist ein Zusammenschluss führender Markenhersteller und Verbände der Elektrobranche. Ziel ist es gemeinsame Aufklärungsarbeit über eine moderne, energieeffiziente und sichere Elektroinstallation zu leisten. Mit ihrem Know-how platziert die Initiative das Thema zentral bei Bauherren und Modernisierern, im Fachhandwerk sowie bei Architekten und Planern.

Die umfassende Fachkompetenz hat ELEKTRO+ zu einer einzigartigen Informationsplattform für eine zeitgemäße und zugleich zukunftssichere Ausstattung gemacht. Dazu trägt die enge Vernetzung mit dem Fachhandwerk, der Energiewirtschaft und der Wohnungswirtschaft bei. Auch Institutionen der Verbraucher- und Bauherrenberatung werden mit fachlicher Expertise tatkräftig unterstützt.

ABB



BUSCH-JAEGER



Doepke

FRÄNKISCHE

GIRA

:hager

HEA

JUNG

KAISER

SIEMENS

PHOENIX CONTACT

STRIEBEL & JOHN
EIN UNTERNEHMEN DER ABB-GRUPPE

ZVEI:
Die Elektroindustrie

ZVEH



Initiative ELEKTRO+
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin
Fon +49 (30) 300 199-0
Fax +49 (30) 300 199-4390
info@elektro-plus.com



Weitere Informationen unter www.elektro-plus.com