Schutz gegen den elektrischen Schlag (Teil 1)

Neue Begriffe und Anforderungen, insbesondere an Steckdosenstromkreise

Werner Baade

Die im Juni 2007 neu herausgegebene Norm DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-41: Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag“ legt die wesentlichen Anforderungen an den Schutz gegen den elektrischen Schlag, einschließlich Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz beim indirekten Berühren) von Personen und Nutztieren fest.

Weiter behandelt die Norm die Anwendung und Koordinierung dieser Anforderungen in Beziehung zu äußeren Einflüssen und die Anforderungen an den Zusatzschutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in bestimmten Fällen.

Die Norm ersetzt die Normen DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, DIN VDE 0100-410/A1 (VDE 0100-410/A1):2003-06 und DIN VDE 0100-470 (VDE 0100-470):1996-02.

1. Allgemeine Anforderungen

Eine wirksame Schutzmaßnahme muss grundsätzlich bestehen aus:

- einer geeigneten Kombination von zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen, nämlich einer Basisschutzvorkehrung (Schutz gegen direktes Berühren) und einer Fehlerschutzvorkehrung (Schutz bei indirektem Berühren), oder
- einer verstärkten Schutzvorkehrung, die den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) bewirkt.

Weiter kann bei bestimmten Bedingungen ein **zusätzlicher Schutz**, z. B. bei der Einwirkung von äußeren Einflüssen und in bestimmten Anlagen oder Räumlichkeiten erforderlich sein.

In jedem Teil einer elektrischen Anlage muss mindestens eine der folgenden Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung,
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung (bisher Schutzisolierung),
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels,

Quelle: www.voltimum.de

- Schutz durch Kleinspannung SELV (safety extra low voltage) oder PELV (protective extra low voltage).

Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen sind die äußeren Einflüsse zu berücksichtigen. Weiter können die angewandten Schutzmaßnahmen bei der Auswahl und Errichtung der elektrischen Betriebsmittel von Bedeutung sein.

2. Basisschutz durch Isolierung, Abdeckung oder Umhüllung

Isolierungen zur Verhinderung des Berührens von aktiven Teilen müssen so beschaffen sein, dass diese nur durch Zerstören entfernt werden können.
Bei der Anwendung von Abdeckungen und/oder Umhüllungen, wie z. B. Gehäuse, müssen diese mindestens der **Schutzart IP 2X bzw. IP XXB** nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1) entsprechen. Für leicht zugängliche horizontale Flächen ist eine Schutzart von mindestens IP 4X bzw. IPXXD erforderlich.

Abdeckungen und Umhüllungen dürfen nur entfernt werden können:

- durch Schlüssel oder andere Werkzeuge oder
- nach Abschalten der Spannung oder
- wo eine Zwischenabdeckung in der Schutzart IP 2X bzw. IP XXB das Berühren aktiver Teile verhindert.

3. Automatische Abschaltung der Stromversorgung

Bei dieser Schutzmaßnahme wird der Basisschutz durch die Basisisolierung der aktiven Teile oder durch Abdeckung oder Umhüllung sichergestellt.
Der Fehlerschutz hingegen wird durch den Schutzpotentialausgleich über die **Haupterdungsschiene** (bisher: „Hauptpotentialausgleich über die Hauptpotentialausgleichsschiene“) und eine automatische Abschaltung im Fehlerfall erreicht.

Der Basisschutz wird im Allgemeinen durch die Hersteller der Betriebsmittel gewährleistet, der Fehlerschutz ist bei der Errichtung der Anlage durch folgende Maßnahmen zu erfüllen:

Schutzerdung (Erdung über den Schutzleiter)
Alle Körper müssen mit einem Schutzleiter verbunden werden, der in Abhängigkeit von der Netzform eine Erdverbindung aufweist.
Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene
In jedem Gebäude müssen der Erdungsleiter und die folgenden leitfähigen Teile miteinander verbunden werden:
- metallene Rohrleitungen von Versorgungssystemen, die in Gebäude eingeführt sind (z. B. Gas, Wasser);
- metallene Zentralheizungs- und Klimasysteme;
- fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion;
- metallene Verstärkungen von Gebäudekonstruktionen aus bewehrtem Beton, wo die Verstärkungen berührbar und untereinander verbunden sind.

Quelle: www.voltimum.de

Automatische Abschaltung im Fehlerfall
Eine Schutzeinrichtung (z. B. Leitungsschutzschalter) muss im Falle eines Fehlers zwischen dem Außenleiter und dem Körper der Betriebsmittel oder einem Schutzleiter den Stromkreis innerhalb einer festgelegten Zeit abschalten.

Als **Abschaltzeiten** sind folgende, gegenüber den Vorgängernormen geänderte Maximalwerte festgelegt:

- für Endstromkreise mit einem Nennstrom ≤ 32 A bei 400/230 V-Wechselstromnetzen

- in TN-Systemen: 0,4 s
- in TT-Systemen: 0,2 s

- für Verteilerstromkreise und Endstromkreise mit einem Nennstrom > 32 A

- in TN-Systemen: 5 s
- in TT-Systemen: 1 s

Bei den Endstromkreisen wird im Gegensatz zur Vorausgabe der Norm nicht mehr zwischen Stromkreisen mit fest angeschlossenen Betriebsmitteln und Stromkreisen mit Steckdosen unterschieden.

In **TN-Systemen** können zum automatischen Abschalten im Fehlerfall sowohl Überstrom- als auch Fehlerstromstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) eingesetzt werden, wenn kein zusätzlicher Schutz bei Steckdosen, in bestimmten Endstromkreisen oder in bestimmten Anlagen
wie z. B. in Bade- und Duschräumen gefordert ist.

Dabei ist folgende Bedingung einzuhalten:

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

Z_s	Impedanz der Fehlerschleife
I_a	Strom, der das automatische Abschalten der Schutzeinrichtung in der maximal zulässigen Abschaltzeit bewirkt
U_0	Spannung Außenleiter gegen Erde

Beim Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen innerhalb von TN-Systemen kann in der Praxis immer davon ausgegangen werden, dass die zulässigen Abschaltzeiten eingehalten werden, weil für Ia nur der relativ geringe Bemessungs-Differenzstrom IDN eingesetzt werden muss (Bild 1).

Quelle: www.voltimum.de

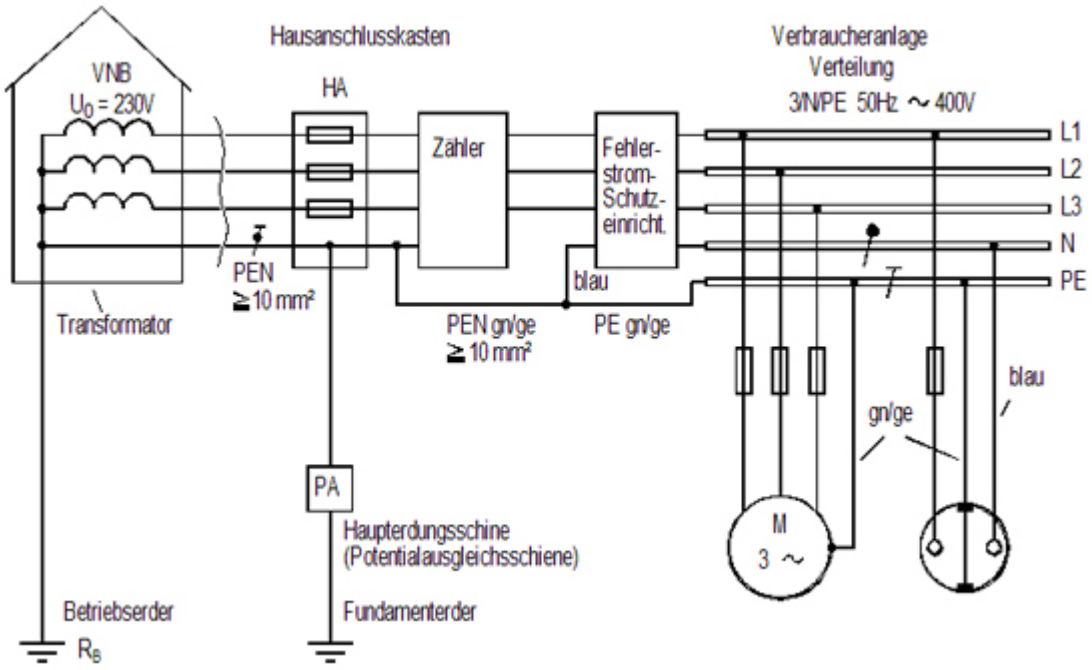

Bild 1: Prinzip des Schutzes durch automatische Abschaltung mittels Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in einem TN-System

In TT-Systemen ist die Einhaltung der maximal zulässigen Abschaltzeiten in der Praxis bei realistischen Erdungswiderständen nur durch den Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen realisierbar (Bild 2).

$$R_A \leq \frac{50\ V}{I_{\Delta N}}$$

R_A Summe der Widerstände des Erders und des Schutzleiters

$I_{\Delta N}$ Bemessungsdifferenzstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

Quelle: www.voltimum.de

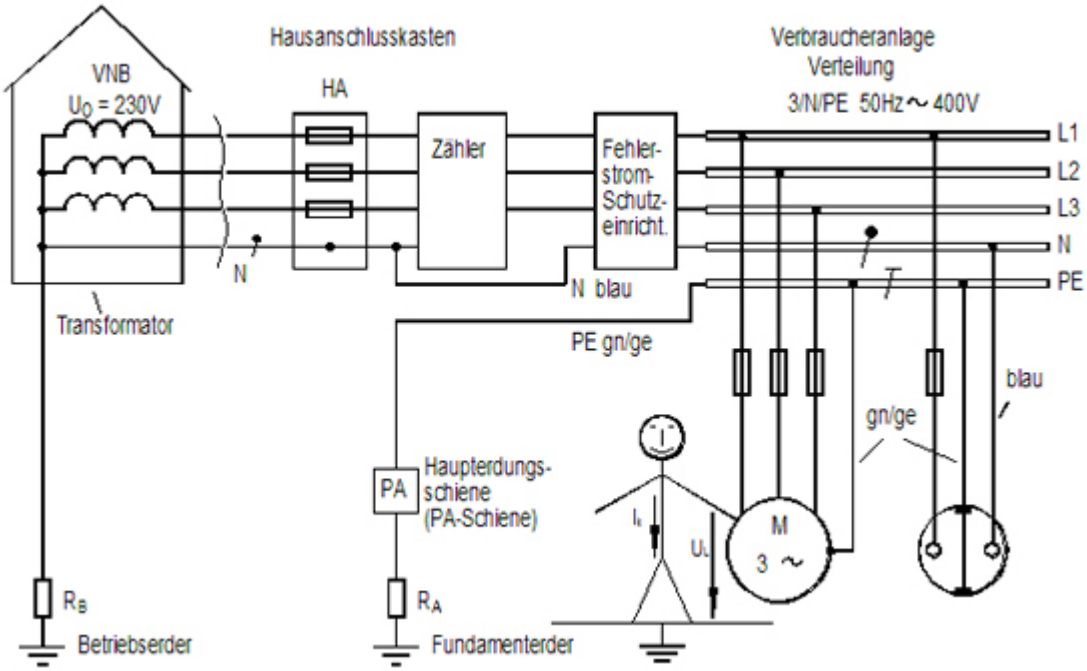

Bild 2: Prinzip des Schutzes durch automatische Abschaltung mittels Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) in einem TT-System

4. Zusätzlicher Schutz für Steckdosen und bei Endstromkreisen für den Außenbereich

Ein zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I\Delta N \leq 30$ mA ist erforderlich für:

- Steckdosen mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 20 A, die für die Benutzung durch Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind und
- Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel, auch fest angeschlossene, mit einem Bemessungsstrom ≤ 32 A.

Bei Steckdosen im Innenbereich, die nur für den Anschluss eines bestimmten Betriebsmittels (z. B. Kühltruhe, Heizung) errichtet werden, kann der zusätzliche Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen entfallen, um ungewollte Abschaltungen zu vermeiden.

Wenn die ausschließliche Verwendung der Steckdosen in Zweifel gezogen werden muss, sollten die Betriebsmittel entweder fest angeschlossen werden oder es ist auf die Ausnahme zu verzichten.

Eventuell ist der Einsatz von kombinierten, zweipoligen FI/LS-Schaltern möglich, die nur den Schutz für die eine Steckdose übernehmen
Weitere Ausnahmen gelten für Steckdosen in gewerblichen oder industriellen

Quelle: www.voltimum.de

Anlagen, wenn diese ständig messtechnisch und durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen überwacht werden.

5. Doppelte oder verstärkte Isolierung

Bei dieser Schutzmaßnahme wird der Basisschutz durch die Basisisolierung und der Fehlerschutz durch eine zusätzliche oder verstärkte Isolation sichergestellt (früher „Schutzisolierung“).

Bild 3: Symbol zur Kennzeichnung von Betriebsmitteln mit doppelter oder verstärkter Isolierung

Elektrische Betriebsmittel der Schutzklasse II die mit dem im Bild 3 gezeigten Symbol gekennzeichnet sind, erfüllen diese Anforderungen. Für den Stromkreis zur Versorgung dieser Betriebsmittel ist ein **durchgängig leitend verbundener Schutzleiter** mitzuführen, damit ein späterer, problemloser Austausch des Betriebsmittels gegen ein solches der Schutzklasse I möglich ist.
Die Forderung zur Mitführung des Schutzleiters galt bisher nur für elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten nach DIN VDE 0100-482 (VDE 0100-482) bzw. VdS 2033. Der mitgeführte Schutzleiter ist in jedem Installationsgerät auf eine Klemme aufzulegen.

Quelle: www.voltimum.de