1. **Grundlagen**

Die **Grundregel** des **Schutzes** **gegen** **elektrischen** **Schlag** ist, dass **gefährliche** **aktive** **Teile** **nicht** **berührbar** sein dürfen und berührbare leitfähige Teile weder unter normalen Bedingungen noch unter Einzelfehlerbedingungen zu gefährlichen aktiven Teilen werden dürfen.

Dieser Schutz wird unter normalen Bedingungen **durch Basisschutzvorkehrungen** (**Schutz gegen direktes Berühren**) und der Schutz unter Einzelfehlerbedingungen **durch Fehlerschutzvorkehrungen** (**Schutz bei indirektem Berühren**) vorgesehen. Alternativ wird der Schutz gegen elektrischen Schlag durch eine verstärkte Schutzvorkehrung vorgesehen, die den Schutz unter normalen Bedingungen und unter Einzelfehlerbedingungen bewirkt.

Eine Schutzmaßnahme muss bestehen aus:

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

Man unterscheidet zwischen folgenden Schutzmaßnahmen:

* Schutz durch **automatische Abschaltung** der Stromversorgung
* Schutz durch **doppelte** oder **verstärkte** **Isolierung**
* Schutz durch **Schutztrennung** für die Versorgung eines Verbrauchsmittels
* Schutz durch **Kleinspannung** mittels SELV[[1]](#footnote-1) oder PELV[[2]](#footnote-2)

Diese vier Schutzmaßnahmen sollen nachfolgend betrachtet werden.

1. **Schutzmaßnahmen**
	1. **Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung**

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist eine Schutzmaßnahme, bei der:

* der **Basisschutz** vorgesehen ist durch eine **Basisisolierung** der aktiven Teile oder durch Abdeckung oder Umhüllung der aktiven Teile.
* der **Fehlerschutz** vorgesehen ist durch Schutzpotentialausgleich über die **Haupterdungsschiene** (früher Potentialausgleichschiene) und einer **automatischen** **Abschaltung** im Fehlerfall.
	+ 1. **Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)**

Aktive Teile müssen **vollständig mit einer Isolierung abgedeckt** sein, die nur durch Zerstörung entfernt werden kann, oder sich **im Inneren von Umhüllungen** oder hinter Abdeckungen befinden, die mindestens der Schutzart IPXXB oder IP2X (sogenannte Fingersicherheit) entsprechen.

Übersicht bzgl. Berührungs- und Fremdkörperschutz



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ziffer** | **Bedeutung 1. KennzifferBerührungs- u. Fremdkörperschutz** | **Bedeutung 2. KennzifferWasserschutz** |
| 0 | kein Schutz | kein Schutz |
| 1 | Schutz vor Fremdkörper ≥ 50 mm Durchmesser (Handrückensicher) | Schutz vor senkrecht fallenden Tropfen |
| 2 | Schutz vor Fremdkörper ≥ 12,5 mm Durchmesser (Fingersicher) | Schutz vor schräg fallende Tropfen (15 ° Neigung) |
| 3 | Schutz vor Fremdkörper ≥ 2,5 mm Durchmesser | Schutz vor Sprühwasser |
| 4 | Schutz vor Fremdkörper ≥ 1,0 mm Durchmesser | Schutz vor Spritzwasser |
| 5 | staubgeschützt | Schutz vor Strahlwasser |
| 6 | staubdicht | Schutz vor starkem Strahlwasser |
| 7 | - | Schutz bei zeitweiligem Untertauchen |
| 8 | - | Schutz bei dauerndem Untertauchen |

In Fällen, in denen es notwendig ist, Abdeckungen zu entfernen oder Umhüllungen zu öffnen, darf dieses nur möglich sein:

* durch das Verwenden eines Schlüssels oder Werkzeugs,
* nach dem Abschalten der Versorgung aktiver Teile, vor deren Berühren die Abdeckungen oder Umhüllungen schützen; eine Wiederherstellung der Versorgung darf nur möglich sein, nachdem die Abdeckungen oder Umhüllungen wieder angebracht oder geschlossen sind,
* Betriebsmittel die nach ihrem Abschalten gefährliche elektrische Ladungen behalten sind mit einer Warnaufschrift zu versehen.
	+ 1. **Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)**
			1. **Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene**

**Körper** müssen **mit** einem **Schutzleiter** **verbunden** werden. Gleichzeitig berührbare Körper müssen **mit demselben Erdungssystem** einzeln, in Gruppen oder gemeinsam verbunden werden.

In jedem Gebäude müssen der **Erdungsleiter** und die folgenden leitfähigen Teile **über** die **Haupterdungsschiene zum Schutzpotentialausgleich verbunden** werden:

* metallene in Gebäude eingeführte **Rohrleitungen** von Versorgungssystemen;
* fremde **leitfähige** Teile der **Gebäudekonstruktion**, sofern sie berührbar sind;
* metallene **Zentralheizungs**- und **Klimasysteme**; **auch Kabelwannen oder Pritschen;**
* metallene Verstärkungen von Gebäudekonstruktionen aus **bewehrtem** **Beton**, wo die Verstärkungen berührbar und zuverlässig untereinander verbunden sind.

Aufbau Haupterdungsschiene zum Schutzpotentialausgleich (PAS):



Quelle: Dehn

* + - 1. **Automatische Abschaltung im Fehlerfall**

Eine **Schutzeinrichtung** muss im **Falle** eines **Fehlers** vernachlässigbarer Impedanz zwischen dem Außenleiter und einem Körper oder einem Schutzleiter die **Stromversorgung** zu dem Außenleiter **in der geforderten Abschaltzeit** **automatisch** **unterbrechen**.

Abschaltzeiten gemäß DIN VDE 0100-410:

Die in Tabelle 41.1 angegebenen maximalen Abschaltzeiten müssen angewendet werden für Endstromkreise mit einem Nennstrom nicht größer als

* 63 A mit einer oder mehreren Steckdosen, und
* 32 A, die ausschließlich fest angeschlossene elektrische Verbrauchsmittel versorgen.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **System** | **50 V < *U*0 ≤ 120 V** | **120 V < *U*0 ≤ 230 V** | **230 V < *U*0 ≤ 400 V** | ***U*0 > 400 V** |
|  | **AC** | **DC** | **AC** | **DC** | **AC** | **DC** | **AC** | **DC** |
| TN | 0,8 s | a | 0,4 s | 1 s | 0,2 s | 0,4 s | 0,1 s | 0,1 s |
| TT | 0,3 s | a | 0,2 s | 0,4 s | 0,07 s | 0,2 s | 0,04 s | 0,1 s |

|  |  |
| --- | --- |
| *U0*   | ist die Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung Außenleiter gegen Erde. |
| a   | Eine Abschaltung darf aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein. |

Dies geschieht z. B. durch den Einsatz von **Überstrom-Schutzeinrichtungen**.

Bei der Auswahl ist auf die richtige Auslösecharakteristik, den Nennstrom, sowie das Abschaltvermögen zu achten. Im TN-System müssen die Kennwerte der Schutzeinrichtungen und die Stromkreisimpedanzen folgende Anforderung erfüllen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Werte aus VDE 0100-600 Tabelle NA.1, Mindestanforderung (ohne Korrektur)** | **Mindestanforderung nach VDE 0100-600, wiederkehrende Prüfung nach VDE 0105-100/A1** |
|  | **ZS max** | **Ia min** | **ZS max** | **Ia min** |
| **B10** | 4,60 Ω | 50 A | 3,07 Ω | 75 A |
| **B13** | 3,54 Ω | 65 A | 2,36 Ω | 98 A |
| **B16** | 2,88 Ω | 80 A | 1,92 Ω | 120 A |
| **B20** | 2,30 Ω | 100 A | 1,53 Ω | 150 A |
| **B25** | 1,84 Ω | 125 A | 1,23 Ω | 188 A |
| **B32** | 1,44 Ω | 160 A | 0,96 Ω | 240 A |
| **C10** | 2,30 Ω | 100 A | 1,53 Ω | 150 A |
| **C13** | 1,77 Ω | 130 A | 1,18 Ω | 195 A |
| **C16** | 1,44 Ω | 160 A | 0,96 Ω | 240 A |
| **C20** | 1,15 Ω | 200 A | 0,77 Ω | 300 A |
| **C25** | 0,92 Ω | 250 A | 0,61 Ω | 375 A |
| **C32** | 0,72 Ω | 320 A | 0,48 Ω | 480 A |

ZS die gemessene Impedanz der Fehlerstromschleife in Ohm

U0 die Spannung zwischen Außenleiter und geerdetem Neutralleiter in Volt

Ia der Strom, der die automatische Auslösung der Schutzeinrichtung bewirkt entsprechend nachfolgender Tabelle

In Wechselspannungssystemen **muss** ein zusätzlicher Schutz durch **Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 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;
* **Endstromkreise mit fest angeschlossenen ortsveränderlichen Betriebsmitteln** für Wechselstrom (AC) zur Verwendung im **Außenbereich** mit einem Bemessungsstrom **nicht größer als 32 A**;
* **In Wohnungen** für Endstromkreise für Wechselstrom (AC), die Leuchten enthalten.
	1. **Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung**

Doppelte oder verstärkte Isolierung ist eine Schutzmaßnahme, in der der **Basisschutz** durch **Basisisolierung** vorgesehen ist und der Fehlerschutz durch eine zusätzliche Isolierung vorgesehen ist oder der Basisschutz und **Fehlerschutz** durch eine **verstärkte** **Isolierung** zwischen aktiven Teilen und berührbaren Teilen vorgesehen ist.

* + 1. **Elektrische Betriebsmittel**

**Elektrische Betriebsmittel** müssen typgeprüft und als Betriebsmittel der **Schutzklasse II** gekennzeichnet sein.

Elektrische Betriebsmittel, die nur eine Basisisolierung haben, müssen eine zusätzliche Isolierung erhalten, die während des Errichtens der elektrischen Anlage angebracht wird und die einen Grad an Sicherheit gleichwertig zu elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse II erfüllt.

* + 1. **Umhüllungen**

Alle **leitfähigen Teile** eines betriebsfertigen elektrischen Betriebsmittels, die von aktiven Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind, **müssen** von einer **isolierenden Umhüllung** mit einer **Schutzart von mindestens IPXXB oder IP2X umschlossen** sein. Siehe 2.1.1

Wenn mechanische Verbindungen oder Anschlüsse (z. B. für die Bedienungsgriffe eingebauter Geräte) durch die isolierende Umhüllung geführt werden müssen, sollten sie so angeordnet werden, dass der Fehlerschutz nicht beeinträchtigt ist.

Wenn **Deckel oder Türen** in der isolierenden Umhüllung ohne Werkzeug oder Schlüssel **geöffnet** werden können, müssen alle **leitfähigen Teile**, die bei geöffnetem Deckel oder geöffneter Tür zugänglich sind, **hinter** einer isolierenden **Abdeckung**, die mindestens den **Schutzgrad IPXXB oder IP2X** vorsieht, angeordnet sein.

Leitfähige Teile innerhalb der isolierenden Umhüllung dürfen nicht an einen Schutzleiter angeschlossen sein.

* 1. **Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels**

Schutztrennung ist eine Schutzmaßnahme, bei der:

* der **Basisschutz** vorgesehen ist durch Basisisolierung der aktiven Teile oder durch **Abdeckungen** oder **Umhüllungen** in Übereinstimmung mit 2.1.1 und
* der **Fehlerschutz** vorgesehen ist durch einfache Trennung des Stromkreises mit **Schutztrennung** von anderen Stromkreisen und von Erde.
	+ 1. **Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)**

Siehe 2.1.1

* + 1. **Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)**

Beim Einsatz der Schutzmaßnahme Schutztrennung ist folgendes zu beachten:

* Der **Stromkreis** muss von einer **Stromquelle** mit **mindestens** **einfacher** **Trennung** versorgt werden und die Spannung des Stromkreises mit Schutztrennung darf nicht größer als 500 V sein.
* **Aktive Teile** des Stromkreises mit Schutztrennung dürfen **an keinem Punkt mit** einem **anderen Stromkreis** oder mit **Erde** oder mit einem **Schutzleiter** **verbunden** werden.
* Um die Schutztrennung sicherzustellen, müssen die Einrichtungen so sein, dass **zwischen Stromkreisen Basisisolierung** erreicht ist.
* Die **Körper** **des** **Stromkreises** mit Schutztrennung dürfen **nicht** **mit** dem **Schutzleiter** oder mit den Körpern **anderer** **Stromkreise** oder mit **Erde** **verbunden** werden.
	1. **Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV**

Schutz durch Kleinspannung ist eine Schutzmaßnahme, die aus einer von zwei unterschiedlichen Kleinspannungssystemen besteht:

* SELV (Sicherheitskleinspannung in einem nicht geerdeten System.)
* PELV (Funktionskleinspannung mit elektrisch sicherer Trennung)
	+ 1. **Anforderungen an SELV- und PELV-Stromkreise**

Bei Anwendung der Schutzmaßnahme Schutz durch Kleinspannung wird gefordert:

* **Begrenzung** der **Spannung** in dem SELV- oder PELV-System bis zur oberen Grenze des Spannungsbereichs **AC 50 V** oder **DC 120 V**,
* **sichere Trennung des SELV- oder PELV-Systems von allen anderen Stromkreisen**, und Basisisolierung zwischen unterschiedlichen SELV- oder PELV-Systemen,
* nur für SELV-Systeme, Basisisolierung zwischen dem SELV-System und Erde.
* **Stecker** und **Steckdosen** für SELV- oder PELV-Systeme dürfen **nicht** **in** Stecker oder Steckdosen für **andere** **Spannungssysteme** eingeführt werden können
* **SELV**-**Stecker** und Steckdosen dürfen **keinen** **Schutzleiterkontakt** haben.
	+ 1. **Anforderungen an SELV- und PELV Stromquellen**

Die folgenden **Stromquellen** dürfen für SELV- oder PELV-Systeme verwendet werden:

* Ein **Sicherheitstransformator** oder eine Stromquelle, die den gleichen Grad an Sicherheit erfüllt,
* Eine **elektrochemische** **Stromquelle** (z. B. eine Batterie) oder eine andere Stromquelle, die unabhängig von einem Stromkreis höherer Spannung ist (z. B. Generator).

**Elektronische** **Einrichtungen**, bei denen durch Vorkehrungen sichergestellt ist, dass auch bei Auftreten eines inneren Fehlers die Spannung an den Ausgangsklemmen nicht über die festgelegten Werte ansteigen kann.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Teilnehmer** | **Bereich / Abt.** | **Unterschrift** \*) |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

\*) Mit seiner Unterschrift bestätigt der/die Teilnehmer/in, dass der Inhalt der Schulung verstanden wurde.

**Ablauf:** Die Elektrokurzschulungen sind für die verantwortlichen Elektrofachkräfte (VEFK) gedacht, um diese in Ihrer Schulungs- und Unterweisungsarbeit zu unterstützten. Die Kurzschulungen können von der VEFK selbst oder von entsprechend befähigten Beschäftigten durchgeführt werden. Es ist darauf zu achten, dass nicht nur die eigenen Elektro-Mitarbeiter, sondern auch die Leiharbeiter geschult werden.

1. Safety Extra Low Voltage [↑](#footnote-ref-1)
2. Protective Extra Low Voltage [↑](#footnote-ref-2)