

Innerhalb des Handbereichs darf ein direktes Berühren spannungsführender Teile nicht möglich sein.

Bei Bemessungsspannungen über 25 V Wechselspannung (AC) oder 60 V Gleichspannung (DC) muss ein Schutz gegen direktes Berühren vorhanden sein. Bei Geräten mit Elektromotor ist auch bei Spannungen unter AC 25 V bzw. DC 60 V ein Schutz gegen direktes Berühren erforderlich.

Schutz gegen direktes Berühren ist auch durch Abdeckungen und Umhüllungen möglich.

Zum Schutz gegen direktes Berühren müssen spannungsführende Teile, z.B. Leiter, vollständig isoliert sein (Basisisolierung).

Indirektes Berühren liegt vor, wenn ein sonst spannungsfreier, leitfähiger Teil eines Betriebsmittels (Körpers), der durch Isolationsfehler eine Fehler-spannung U_F gegen Erde annimmt, berührt wird (**Bild 2**). Die dabei am menschlichen Körper anliegende Spannung wird Berührungsspannung U_B genannt, die höchstzulässige Berührungsspannung dagegen U_L (L von limit = Grenze, Grenzwert).

Die höchstzulässige Berührungsspannung U_L ist für Menschen 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung, für Nutztiere 25 V Wechselspannung oder 60 V Gleichspannung.

Bei Kinderspielzeug beträgt die höchstzulässige Berührungsspannung AC 25 V oder DC 60 V. In medizinisch genutzten Räumen kann U_L noch niedriger sein.

Fehlerarten, durch die ein indirektes Berühren einer Spannung auftreten kann, sind Körperschluss, Kurzschluss, Leiterschluss und Erdschluss (**Bild 3**).

Körperschluss ist eine durch Isolationsfehler verursachte leitende Verbindung zwischen einem Körper, z.B. Gehäuse, und einem betriebsmäßig unter Spannung stehenden Leiter oder Teil. **Kurzschluss** ist eine durch einen Fehler entstandene leitende Verbindung zwischen betriebsmäßig gegeneinander unter Spannung stehenden Leitern. Liegt im Fehlerstromkreis ein Nutzwiderstand, so besteht ein **Leiterschluss**. **Erdschluss** ist eine durch einen Fehler entstandene leitende Verbindung eines Außenleiters oder isolierten Neutralleiters mit Erde.

In elektrischen Starkstromanlagen sind stets Schutzmaßnahmen gegen *direktes Berühren*, z.B. Basisisolierung, und bei *indirektem Berühren*, z.B. Schutztrennung, anzuwenden.

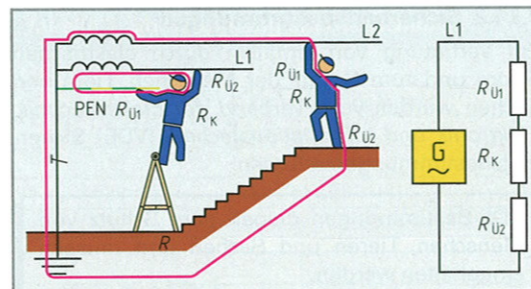


Bild 1: Direktes Berühren

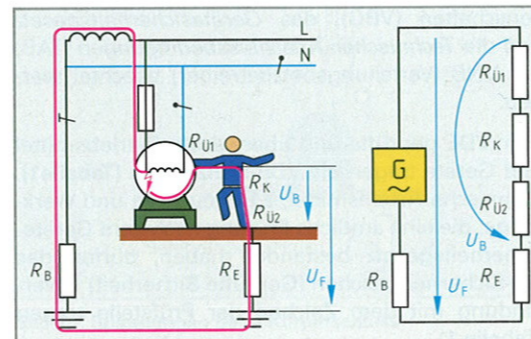


Bild 2: Indirektes Berühren

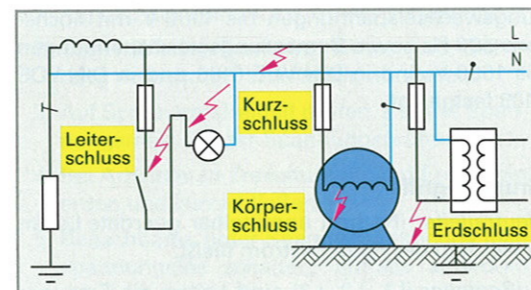


Bild 3: Fehlerarten

Tabelle 1: Geräteschutzklassen			
Schutzklasse	I	II	III
Schutzmaßnahme	mit Schutzleiter	Schutzisolierung	Schutzkleinspannung
Kennzeichen			
Beispiele	Elektromotoren, Schalt-schränke	Haushalts-geräte, Heimwerker-maschinen	Hand-leuchten, elektrisches Spielzeug

1.7.1.3 Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Schutzklassen

Elektrische und elektronische Geräte werden den Schutzklassen I, II oder III zugeordnet (**Tabelle 1, vorhergehende Seite**).

Schutzarten

Elektrische Betriebsmittel, z.B. Motoren, Transformatoren, Schalter, müssen je nach Ort der Aufstellung und je nach Verwendung unterschiedlich gegen zufälliges Berühren geschützt sein. Schutz wird gegen das Eindringen von Fremdkörpern und gegen Wasser durch die Kennbuchstaben IP (von International Protection = internationale Schutz-art) und zwei Kennziffern gekennzeichnet.

Die erste Kennziffer gibt den Berührungsschutz, die zweite Kennziffer den Wasserschutz an (**Tabelle 1**). Auch weitere Zusatzbuchstaben sind möglich.

Beispiel:
Was bedeutet die Kennzeichnung IP 32?

Lösung:

IP	3	2
Internationale Schutzart	Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern > 2,5 mm Ø	Schutz gegen Tropfwasser bis 15° gegen die Senkrechte

Wird in Beschreibungen nur die Kennziffer eines Schutzgrades angegeben, so wird die andere Kennziffer durch X ersetzt, z.B. IP X3.

IP-Schutzarten können auf den Betriebsmitteln auch durch Bildzeichen angegeben werden (**Tabelle 2**).

1.7.1.4 Systemunabhängige Schutzmaßnahmen

Diese Schutzmaßnahmen haben keinen Schutzleiter und verhindern das Entstehen einer zu hohen Berührungsspannung.

Systemunabhängige Schutzmaßnahmen verhindern ohne Schutzleiter das Entstehen einer zu hohen Berührungsspannung.

Sicherheitskleinspannung SELV

Bei der Schutzmaßnahme SELV (von Safety Extra Low Voltage = Sicherheitskleinspannung) werden die Verbraucher über einen besonderen Erzeuger mit einer Bemessungswchselspannung unter 50 V (meist 12 V oder 42 V) oder mit einer Bemessungsgleichspannung unter 120 V versorgt. Zuge-lassene Erzeuger sind Sicherheitstransformatoren, galvanische Elemente, Motorgeneratoren und

Tabelle 1: IP-Schutzarten (Auszug)		
Kenn-ziffer	Berührungsschutz, Fremdkörperschutz	Wasserschutz
0	ohne	ohne
1	> 50 mm Ø	senkrecht Tropfwasser
2	> 12 mm Ø	schräges Tropf-wasser (bis 15° gegen die Senk-rechte)
3	> 2,5 mm Ø	Sprühwasser
4	> 1 mm Ø	Spritzwasser
5	staubgeschützt	Strahlwasser

Tabelle 2: Bildzeichen für Schutzarten		
Bildzeichen	Schutzart	entspricht
	tropfwassergeschützt	IP 31
	regengeschützt	IP 33
	spritzwassergeschützt	IP 54
	strahlwassergeschützt	IP 55
	Schutz beim Eintauchen (wasserdicht)	IP 67

elektronische Geräte mit Spannungsbegrenzung (**Bild 1, folgende Seite**).

Spartransformatoren, Spannungsteiler und Vorwiderstände sind zur Erzeugung der Sicherheitskleinspannung nicht zulässig.

Transportable Sicherheitstransformatoren für SELV müssen zur Schutzklasse II gehören. Leitungen und Installationsmaterial müssen für mindestens 250 V isoliert sein. Diese Spannung gilt nicht für Spielzeuge und Fernmeldeanlagen. Geräte für SELV (Geräteschutzklasse III) dürfen keine Anschlüsse für Schutzleiter haben und ihre Stecker dürfen nicht in Netzsteckdosen passen.

Anwendungsbeispiele sind z.B. Spielzeuge, Geräte zur Körperpflege und Sicherheitsbeleuchtung.

Kleinspannungen PELV und FELV

Können nicht alle Forderungen der Schutzmaß-nahme Sicherheitskleinspannung SELV erfüllt werden, so kann durch zusätzlichen Schutz die Schutz-maßnahme Funktionskleinspannung erfüllt werden.