

8.15 Stromerzeuger und elektrische Verbraucher im Feuerwehrdienst



Inhaltsverzeichnis

Dieses Merkblatt enthält Hinweise, Empfehlungen und Vorschriften für einen gefahrlosen Einsatz des elektrischen Stroms im Feuerwehrdienst

1. Gefahren des elektrischen Stroms	4
2. Schutzziele	7
3. Personenschutz	12
4. Sachschutz	27
5. Explosionsschutz	27
6. Prüfungen	33

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt nach dem Stand 06/2001 wurden folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- Der aktuelle Stand der Normung wurde berücksichtigt
- Für die Bezeichnung „Nullleiter“ wurde der Begriff „Neutralleiter“ verwendet
- Es wurde darauf hingewiesen, dass bei den Stromerzeugern mit einer Leistung ab 12 kVA nach DIN 14686 zusätzlich eine Isolationsüberwachung vorgeschrieben ist (Seite 19)
- Bei den Steckvorrichtungen (Seite 32) wurde darauf hingewiesen, dass das System der Firma ABB aktuell von der Fa. CEAG Sicherheitstechnik GmbH weiter vertrieben wird. Die Kennzeichnung wurde nach der Richtlinie 94/9/EG ergänzt
- Einige redaktionelle Änderungen wurden vorgenommen

Zur Schnellinformation

Für den sicheren Betrieb elektrischer Anlagen im Feuerwehrdienst sind folgende Punkte zu beachten:

- **Leitungslängen zu den einzelnen Verbrauchern begrenzen**
- **Gesamtlänge der Leitungen aller angeschlossenen Verbraucher begrenzen**
- **Elektrische Anlage regelmäßig auf Fehler überprüfen**

Faustregel:

**Schließe an einen Stromerzeuger nicht mehr als
100 m Leitung an, dann bist Du sicher!**

Wer aus seinem Fahrzeug z. B. einen Stromerzeuger 5 kVA, 2 Leitungstrommeln mit je 50 Meter Länge und mehrere Verbraucher (Halogenscheinwerfer, hydraulisches Spreiz- und Schneidgerät, Trennschleifer, Tauchpumpe) einsetzt, kann die Geräte beliebig anschließen. Er arbeitet dann immer vorschriftsmäßig.

**Prüfe nach jedem Einsatz die Leitungen
auf Beschädigungen und mit der Schutzleiter-
Prüfeinrichtung die Funktion des Schutzleiters**

Stromerzeuger und elektrische Verbraucher im Feuerwehrdienst

1. Gefahren des elektrischen Stroms

1.1 Gefahren für den Menschen

Wenn elektrischer Strom durch den menschlichen Körper fließt, kann er bewirken:

- Muskelkrämpfe
- Atemschwierigkeiten
- Herzkammerflimmern
- Atemlähmungen
- Verbrennungen

Wie sehr der Mensch beeinträchtigt oder geschädigt wird, hängt von der Stärke des Stroms ab, der durch seinen Körper fließt (Bild 1).

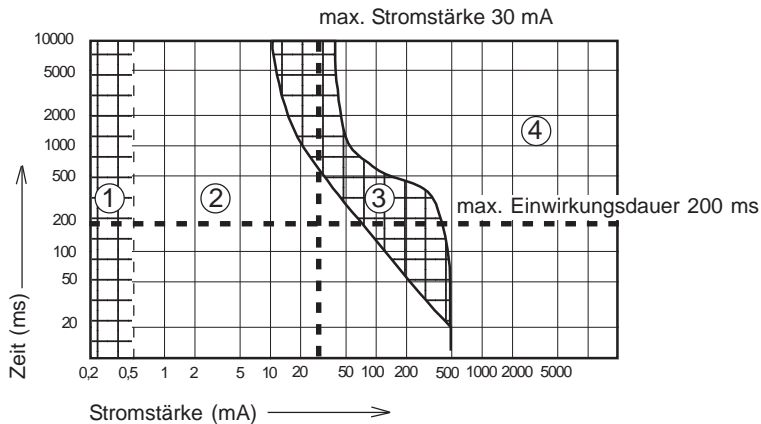


Bild 1 Wirkung des Wechselstroms auf den menschlichen Körper

- ① üblicherweise keine Einwirkung wahrnehmbar
- ② üblicherweise keine medizinisch schädliche Einwirkung
- ③ üblicherweise noch keine Gefahr des Herzkammerflimmerns, jedoch Muskelkrampf und Atemschwierigkeiten möglich
- ④ Gefahr des Herzkammerflimmerns, Atemlähmungen, Verbrennungen

Die Stromstärke ist abhängig vom Widerstand des menschlichen Körpers und der Spannung, mit der die Person in Berührung kommt. Ein Strom kann in der Regel nur über den Menschen fließen, wenn er und das elektrische Netz eine Verbindung zur Erde haben (Bild 2).

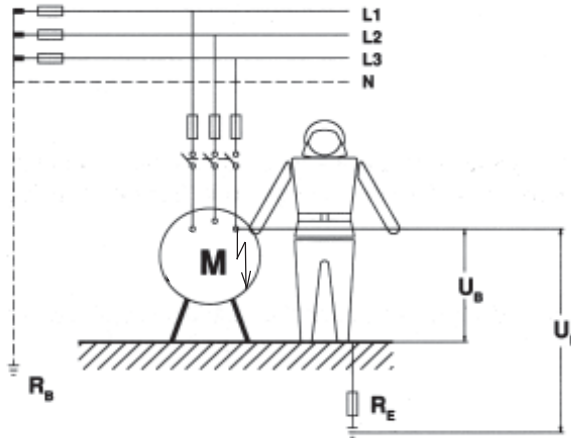


Bild 2 Wirkungen des Stroms auf den Menschen

R_B = Gesamtwiderstand aller Betriebserder

R_E = Erdübergangswiderstand am Standort

U_F = Fehlerspannung

U_B = Berührungsspannung

Um den Menschen vor schädlichen Wirkungen des elektrischen Stroms zu schützen, legen die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) zwei Grenzen fest:

- Max. Einwirkungsdauer 0,2 sec (Abschaltzeit)
- Max. Stromstärke 30 mA (Abschaltstrom)

Diese Werte liegen (Bild 1) in den unbedenklichen Bereichen ① und ②

1.2 Gefahren für Sachen

Auch Sachen können durch die Wirkung des Stroms geschädigt werden. Durch geeignete Maßnahmen können solche Schäden verhindert werden.

– **Überstrom**

Wirkung:

Die Überlastung eines elektrischen Geräts verursacht einen erhöhten Stromfluss. Die dadurch entstehende Wärme kann Leitungen und Geräte schädigen.

Schutz:

Leitungsschutzschalter und Motorschutzschalter schützen Leitungen und Geräte durch Abschalten.

– **Brandgefahr**

Wirkung:

Durch Stromfluss entsteht Wärme, diese kann u. U. zum Brand führen.

Schutz:

Abführen der Wärme (z. B. durch Kühlluft am Motor)

Verhindern der Entstehung von Wärme durch Abschalten bei zu großem Strom (Leitungsschutzschalter, Motorschutzschalter)

– **Über- /Unterspannung**

Wirkung:

Zu große Spannung kann die Geräte durch Überstrom schädigen.

Zu kleine Spannungen können Funktionsstörungen und bei Motoren auch Überlastungen verursachen.

Schutz:

Spannungsregelung der Generatoren

Automatische Abschaltung von Geräten beim Absinken der Spannung.

2. Schutzziele

Aus der Erkenntnis, dass der elektrische Strom Menschen und Sachen schädigen kann, ergeben sich zwei Schutzziele (Bild 3):

- **Personenschutz**
- **Sachschutz**

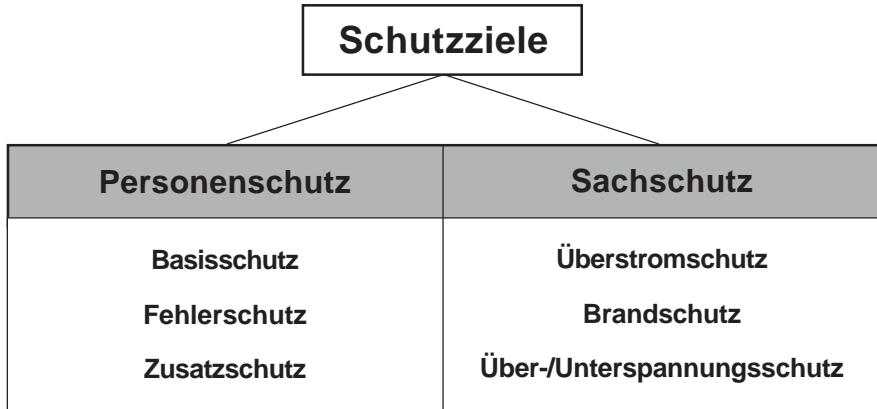


Bild 3 Schutzziele

2.1 Personenschutz

Der Schutz des Menschen vor den Gefahren des elektrischen Stroms wird durch drei Maßnahmen gewährleistet (vgl. VDE-Vorschrift 0100 Teil 410):

- **Basisschutz**
- **Fehlerschutz**
- **Zusatzschutz**

2.1.1 Basisschutz

- Schutz gegen direktes Berühren
- Schutz vor Gefahren, die sich aus einer Berührung aktiver Teile ergeben
- Der Schutz wird dadurch erreicht, dass die Berührung aktiver Teile durch den Menschen verhindert wird (Bild 4)
- Zum Schutz eignen sich:
 - Isolierung
 - Umhüllung
 - Abdeckung
 - Abstand
 - Hindernisse

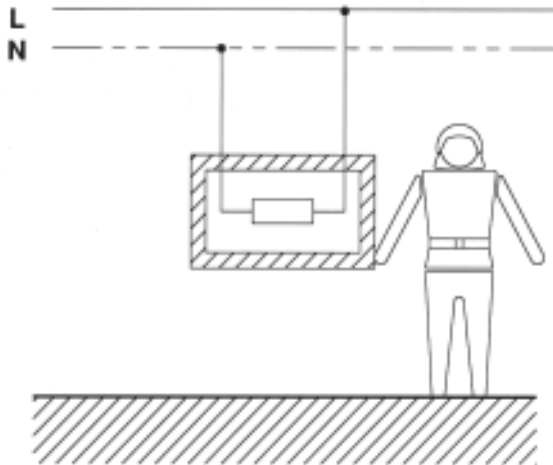


Bild 4 Basisschutz

2.1.2 Fehlerschutz

- Schutz bei indirektem Berühren
- Schutz vor Gefahren, die sich bei einem Fehler aus einer Berührung mit dem Körper oder einer Berührung fremder, leitfähiger Teile ergeben
- Der Schutz wird dadurch erreicht, dass ein Schalter das defekte Gerät abschaltet (Bild 5)
- Zum Schutz eignen sich:
 - Fehlerstromschutzschalter
 - Überstromschutzschalter
 - Isolationsüberwachungseinrichtung

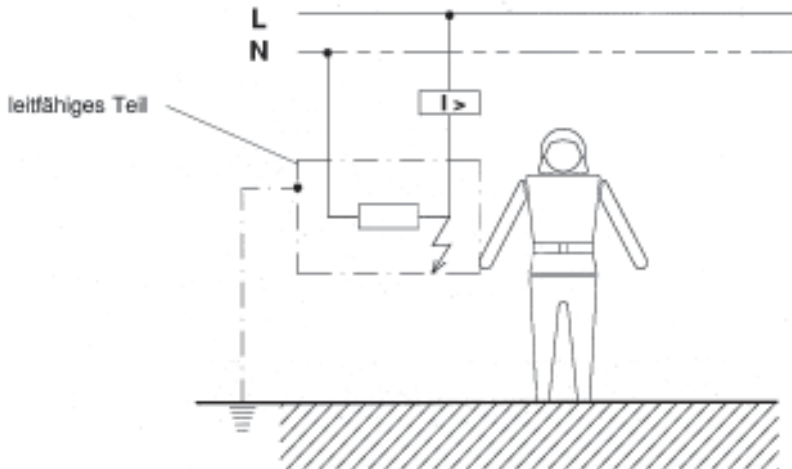


Bild 5 Fehlerstromschutz

2.1.3 Zusatzschutz

- Schutz bei direktem Berühren
- Ergänzung der Schutzmaßnahmen gegen direktes und indirektes Berühren, z. B. wenn diese unwirksam werden
- Der Schutz wird dadurch erzielt, dass bei einem Fehler ein besonders empfindlicher Schalter das defekte Gerät abschaltet. Der dabei über den menschlichen Körper fließende Strom ist so klein, dass er nicht schädlich wirkt (Bild 6)
- Zum Schutz eignen sich:
 - PRCD = Portable Residual Current Device
(Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzeinrichtung mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$)

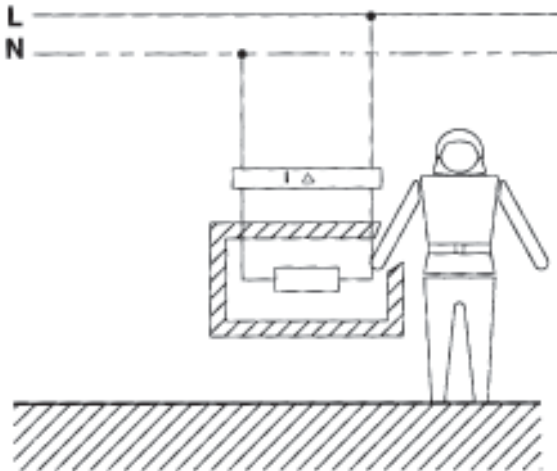


Bild 6 Zusatzschalter

2.2 Sachschutz

Sachen können durch drei Maßnahmen vor den Gefahren des elektrischen Stroms geschützt werden:

- Überstromschutz
- Brandschutz
- Über-/Unterspannungsschutz

2.2.1 Überstromschutz

- Schutz vor Überlastung der Geräte
- Überstrom erzeugt Wärme, die Leitungen und Geräte schädigen kann
- Der Schutz wird dadurch erreicht, dass bei zu großer Belastung ein Schalter die Leitungen und Geräte abschaltet
- Zum Schutz eignen sich:
 - Leitungsschutzschalter
 - Motorschutzschalter

2.2.2 Brandschutz

- Schutz vor Brandentstehung durch elektrischen Strom
- Strom erzeugt Wärme. Wird die entstehende Wärme so groß, dass sie nicht mehr abgeführt werden kann, kommt es zum Wärmestau, der einen Brand verursachen kann
- Der Schutz wird dadurch erreicht, dass
 - Schalter, die auf Wärme reagieren, Leitungen und Geräte rechtzeitig abschalten
 - die entstehende Wärme abgeführt wird
- Zum Schutz eignen sich z. B.
 - thermostatische Schalter
 - Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen
 - Kühlung, z. B. durch Abrollen der Leitung von der Trommel
 - Kühlgebläse am Motor
 - Isolationsüberwachungseinrichtung

2.2.3 Über-/Unterspannungsschutz

- Schutz vor Schäden durch Spannungen, die größer oder kleiner als die normale Betriebsspannung sind
- Zu hohe oder zu niedrige Spannungen können die ordnungsgemäße Funktion der elektrischen Geräte beeinträchtigen oder die Geräte überlasten
- Der Schutz wird dadurch erreicht, dass
 - das Entstehen von Über- oder Unterspannungen verhindert wird
 - Geräte beim Unterschreiten zulässiger Spannungen selbsttätig abschalten
- Zum Schutz eignen sich:
 - Spannungsregler
 - Überspannungsableiter
 - Nullspannungsschalter

3. Personenschutz

- Beim Betrieb elektrischer Anlagen muss die Sicherheit des Menschen immer gewährleistet sein
- Dies gilt auch, wenn ein Gerät fehlerhaft wird
- Der Personenschutz wird sichergestellt durch den
 - Basisschutz
 - Fehlerschutz
 - Zusatzschutz

In diesem Merkblatt werden von den vielfältigen Schutzmöglichkeiten nur diejenigen behandelt, die im Feuerwehreinsatz üblich sind.

3.1 Basisschutz

Basisschutz ist die Grundlage des Personenschutzes; niemand wird z. B. auf die Idee kommen, 230 V Wechselspannung in blanken Drähten zum Verbraucher zu leiten.

- Zum Schutz eignen sich:
 - Isolierung (Kunststoffe)
 - Umhüllung (Gehäuse)
 - Abdeckung (Gehäuse)
 - Abstand
 - Hindernisse

- Die Drähte werden so hoch aufgehängt, dass niemand sie berühren kann: Freileitung - Schutz durch Abstand
- Die blanken Drähte werden mit einer Isolierung aus Kunststoff oder Gummi umgeben, so dass sie nicht berührt werden können: Leitungen (Kabel) - Schutz durch Isolierung und Umhüllung
- Die spannungsführenden Teile werden mit einem Gehäuse umgeben, so dass sie nicht berührt werden können: z. B. Stromerzeuger, Leitungstrommel, Mehrfachstecker, Halogenscheinwerfer, Trennschleifer, Tauchpumpe, Hydraulikpumpe, tragbare Umfüllpumpe - Schutz durch Isolierung, Umhüllung und Abdeckung

3.1.1 Leitungen

- Damit die Leitungen immer funktionsfähig bleiben, müssen sie besonders widerstandsfähig sein gegen
 - mechanische Einwirkungen (Quetschen, Ziehen usw.)
 - chemische Einwirkungen (Öle, Säuren, Laugen, Lösemittel usw.)
 - Temperatureinwirkungen (heiße Teile, Brandwärme usw.)
- Leitungen mit folgenden Typbezeichnungen erfüllen diese Anforderungen:
 - HO7RN-F
 - NSSHöu
- Bei diesen Leitungstypen wird ein sehr guter Basisschutz durch die besonders widerstandsfähige Ummantelung erreicht

3.1.2 Elektrische Geräte

In den elektrischen Geräten sind die meisten spannungsführenden Teile isoliert. Die Gehäuse ergänzen oder verstärken den Schutz.

3.1.2.1 Schutzklassen

- Wird das Gehäuse mit einem Schutzleiter verbunden, gehört das Gerät zur Schutzklasse I



- Werden die spannungsführenden Teile innerhalb des Gehäuses doppelt isoliert (Schutzisolierung), gehört das Gerät zur Schutzklasse II





Das Gehäuse wird nicht mit dem Schutzleiter verbunden. Diese Geräte sind besonders sicher, sie benötigen beim Betrieb keinen zusätzlichen Fehlerschutz. Bei Beschaffungen sollten möglichst immer Geräte der Schutzklasse II (schutzisolierte Geräte) gewählt werden.

- Werden Geräte mit Schutzkleinspannung betrieben, benötigen sie keinen Basisschutz und auch keinen Fehlerschutz. Dies sind z. B. Handscheinwerfer, Sprechfunkgeräte, viele Teile der KFZ-Elektrik.

3.1.2.2 Schutzarten

Das Gehäuse eines elektrischen Geräts umschließt die spannungsführenden Teile nur so gut, wie es seine Bauart zulässt. Durch große Öffnungen kann man direkt hineingreifen. Durch kleine Öffnungen können Fremdkörper oder Gegenstände eindringen. Außerdem kann Wasser ins Innere gelangen.

Die Schutzart sagt aus, wie gut ein Gerät gegen Eingriffe und Einflüsse von außen geschützt ist. Zur Kennzeichnung des Schutzes werden Zahlen, z. B. IP 44 oder Symbole, z. B.   benutzt.

Geräte, die im Feuerwehrdienst verwendet werden, sollten mindestens der Schutzart

IP 44 oder 

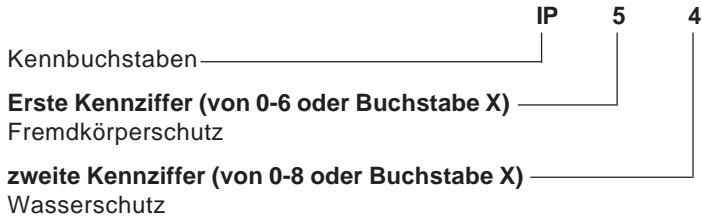
entsprechen.

Die für die Feuerwehren genormten Leitungen erfüllen, wenn sie unbeschädigt sind, diese Forderungen.

Die Schutzart ist auf dem Fabrikschild eines jeden Gerätes angegeben.

Die Tabelle 1 erklärt die Bedeutung der IP-Schutzarten:

IP-Schutzarten
Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz
für elektrische Betriebsmittel DIN EN 60 529 (DIN VDE 0470)



Wo eine Kennziffer nicht angegeben werden muss, ist sie durch den Buchstaben „X“ zu ersetzen („XX“ falls beide Ziffern weggelassen sind).

Es können auch noch zusätzliche Buchstaben verwendet werden. Diese dürfen jedoch ersatzlos weggelassen werden.

Kennziffer	Fremdkörperschutz	Wasserschutz
0	kein Schutz	kein Schutz
1	Handrücken ≥ 50 mm Durchmesser	senkrecht fallende Tropfen
2	Finger ≥ 12 mm Durchmesser	schräg (15°) fallende Tropfen
3	Werkzeug ≥ 2,5 mm Durchmesser	Sprühwasser schräg bis 60°
4	Draht ≥ 1 mm Durchmesser	Spritzwasser aus allen Richtungen
5	Draht staubgeschützt	Strahlwasser, Wasserstrahl aus einer Düse
6	Draht staubdicht	starkes Strahlwasser
7	—	zeitweiliges Untertauchen
8	—	dauerndes Untertauchen

Tabelle 1 IP - Schutzarten

Die Tabelle 2 zeigt den Vergleich zwischen IP-Schutzarten und Symbolen:

Schutzarten nach DIN EN 60529 (DIN VDE 0470-1)









Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol nach DIN VDE 0713 Teil 1 (angenähert)
Schutz gegen Fremdkörper und Staub	Fremdkörper > 50 mm	IP 1 X	
	Fremdkörper > 12 mm	IP 2 X	
	Fremdkörper > 2,5 mm	IP 3 X	
	Fremdkörper > 1,0 mm	IP 4 X	
	Keine Staubablagerungen	IP 5 X	
	Kein Staubeintritt	IP 6 X	
Schutz gegen Nässe	Tropfwasser senkrecht	IP X 1	
	Tropfwasser schräg	IP X 2	
	Sprühwasser	IP X 3	
	Spritzwasser	IP X 4	
	Strahlwasser	IP X 5	
	starkes Strahlwasser	IP X 6	
	zeitweiliges Untertauchen (Wasserdicht)	IP X 7	
	dauerndes Untertauchen (Druckwasserdicht) (-- m Tauchtiefe)	IP X 8	

Tabelle 2: Schutzarten – Symbole

3.2 Fehlerschutz

3.2.1 Grundsätzliches

Wenn aus einem beliebigen Grund der Basisschutz versagt, z. B. weil die Isolation beschädigt ist, darf es trotzdem nicht zu einer Gefährdung des Menschen kommen. Im Notfall muss die Spannung automatisch abgeschaltet werden, bevor es zu einem Schaden kommt.

Bei der täglichen Benutzung nehmen wir es in Kauf, dass Sicherungen oder Schutzschalter den Strom abschalten, wenn ein Elektrogerät fehlerhaft wird.

Im Einsatzfall darf möglichst keine Abschaltung erfolgen, da sonst der Einsatz unterbrochen oder unmöglich würde.

Als Stromquellen stehen uns zur Verfügung

- Stromerzeuger (Generatoren)
- Netz (Steckdosen von Hausinstallationen)
- Batterien

3.2.2 Arten des Fehlerschutzes

Die Art des bei der Feuerwehr zur Anwendung kommenden Fehlerschutzes hängt von der verwendeten Stromquelle ab.

Stromquelle	Fehlerschutz
Stromerzeuger (Generator)	Schutztrennung mit Potentialausgleich
Netz	Schutzmaßnahme des Netzes ergänzt durch einen Zusatzschutz (RCD's) Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzeinrichtung
Batterie	Schutzkleinspannung

Nachfolgend werden die Fehlerschutzarten näher erklärt.

3.2.3 Fehlerschutz bei Generatorbetrieb

3.2.3.1 Wirkung des Schutzes

Das mobile Netz der Feuerwehr besteht aus folgenden wesentlichen Teilen:

- **Stromerzeuger**
- **Überstromschutzschalter (Sicherungen)**
- **Leitungen**
- **Verbraucher**

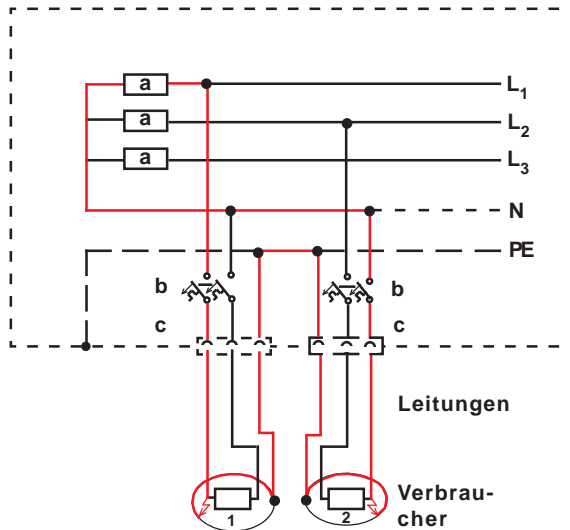


Bild 7 Fehlerschutz bei Generatorbetrieb

Beim **normalen** Betrieb fließt der Strom von der Generatorwicklung a über den Leiter L_1 (Phase), die Stromkreissicherung b, die Steckdose c und die Leitung zum Verbraucher. Von dort gelangt er dann über den Neutralleiter der Leitung, die Steckdose und den Neutralleiter im Stromerzeuger zurück zur Generatorwicklung. Dieser Stromkreis kann bis zur Leistungsfähigkeit der Stromkreissicherung, d. h. bei den genormten tragbaren Stromerzeugern bis 16 Ampere belastet werden.

Treten in den Verbrauchern **Fehler auf**, kann eine Verbindung zwischen den Phasen (L_1 , L_2 , L_3) oder dem Neutralleiter (N) - über das Gehäuse des Verbrauchers - mit dem Schutzleiter (PE) entstehen.

Tritt der Fehler nur an einem Gerät oder an mehreren Geräten zwischen demselben Leiter und den Gehäusen (Schutzleiter) auf, bleibt die Anlage weiterhin voll funktionsfähig. Eine Gefahr besteht nicht.

Treten gleichzeitig Fehler zwischen verschiedenen Leitern auf, fließt ein Strom längs dem in **Bild 7** rot eingezeichneten Weg. Jetzt besteht Gefahr, wenn die Spannung zwischen den Gehäusen der Verbraucher 1 und 2 (Berührungsspannung) auf mehr als 50 V ansteigt. Bis zu dieser Spannung fließt durch den menschlichen Körper nur ein sehr kleiner, unschädlicher Strom. Die Stromkreis-sicherung im Stromerzeuger muss abschalten, ohne dass die Berührungsspannung von 50 V überschritten wird. Die Abschaltung muss in 0,2 Sekunden erfolgen.

Für fest eingebaute Stromerzeuger mit einer Leistung ab 12 kVA schreibt die DIN 14686 zusätzlich eine Isolationsüberwachung mit optischer und akustischer Meldeeinrichtung und Quitiertaste vor.

Bild 8 zeigt, für welche Zeitdauer eine Sicherung verschiedene Stromstärken aushält, bis sie abschaltet. Die bei Feuerwehr-Stromerzeugern üblichen Überstromschutzschalter mit 16 A Nennstrom benötigen einen Strom von rund 50 Ampere, um in 0,2 Sekunden abzuschalten.

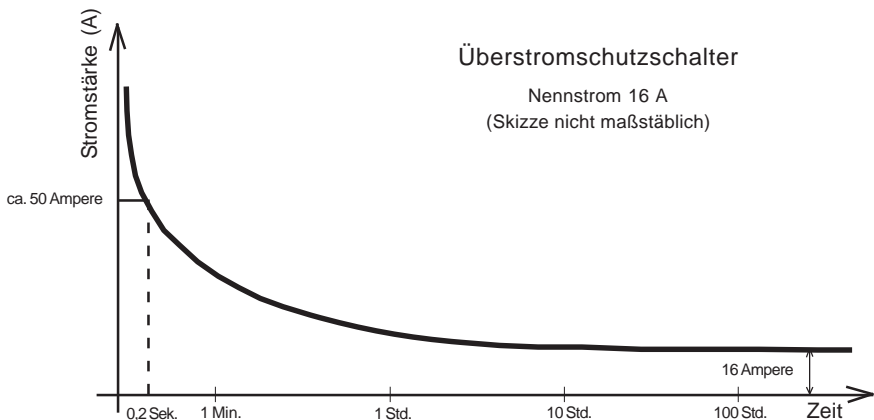


Bild 8 Auslösung von Überstromschutzschaltern

Dieser Strom von 50 Ampere muss in den Leitungen fließen, die in Bild 7 rot gekennzeichnet sind, also auch in den Leitungen zu den Verbrauchern.

Jede Leitung hat einen Widerstand. Dieser wird bestimmt durch die Länge der Leitung und ihren Querschnitt. Der Leitungswiderstand entscheidet darüber, wie schnell der Überstromschutzschalter abschaltet.

Das Normblatt DIN 6280 schreibt vor, dass der Widerstand der Fehlerschleife höchstens 1,5 Ohm betragen darf.

Der Widerstand eines Drahtes ergibt sich aus seiner Länge, dem Querschnitt und dem spezifischen Widerstand des Leitungsmaterials nach der Formel

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Länge} \times \text{spez. Widerstand}}{\text{Querschnitt}}$$

Durch Umstellen der Formel ist die zulässige Länge wie folgt zu errechnen:

$$\text{Länge} = \frac{\text{Widerstand} \times \text{Querschnitt}}{\text{spez. Widerstand}}$$

Die Feuerwehr verwendet Leitungen mit einem Querschnitt von 2,5 mm² (vgl. DIN 14 680, Handbetätigte Leitungstrommeln; Wechselstrom und Drehstrom).

Für diesen Querschnitt ergibt sich eine zulässige Leiterlänge von

$$\frac{1,5 \text{ Ohm} \times 2,5 \text{ mm}^2}{0,0172 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}} = \mathbf{218 \text{ Meter}}$$

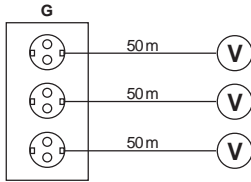
Da die Länge auf zwei Leiter verteilt werden muss, darf die Leitungslänge zwischen zwei Geräten demnach maximal rund 100 m betragen. Bis zu 10 m lange Anschlussleitungen des Verbrauchers können vernachlässigt werden.

Die Geräte können zwei verschiedene Verbraucher oder auch ein Verbraucher und ein Stromerzeuger sein.

In Bild 9 sind verschiedene Möglichkeiten dargestellt.

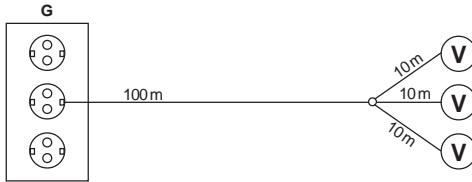
Beispiele für die Länge einzelner Leitungen

G = Generator
V = Verbraucher



Zulässig

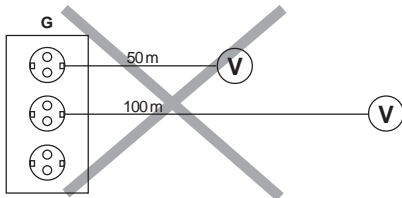
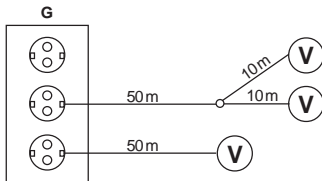
Zwischen zwei Verbrauchern liegen nicht mehr als 100 m Leitungslänge.



Zulässig

Zwischen Stromerzeuger und Verbraucher liegen 100 m Leitungslänge.

Die Geräteanschlussleitungen von max. 10 m Länge können vernachlässigt werden.



Unzulässig

Zwischen zwei Verbrauchern liegt eine Leitungslänge von mehr als 100 m.

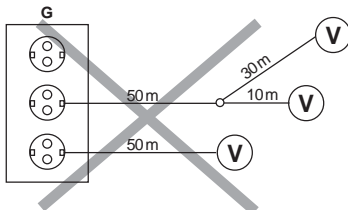


Bild 9 Längen einzelner Leitungen

Die im Feuerwehrbereich verwendete Schutzmaßnahme „Schutztrennung mit Potentialausgleich“ hat den Vorteil, dass **ein** Fehler keine Abschaltung des Betriebes zur Folge hat. Erst ein **zweiter** Fehler, der noch dazu in einem anderen Leiter auftreten muss, bewirkt eine Abschaltung und legt damit den Einsatz lahm. Dieser Fall ist jedoch sehr selten.

Wird der Schutzleiter unterbrochen, kann akute Lebensgefahr entstehen. Wenn der Schutzleiter zwischen zwei Geräten bricht und bei jedem Gerät ein anderer Leiter mit dem Gehäuse in Verbindung kommt, haben beide Geräte gegeneinander die volle Spannung von 230 V oder 400 V. Da diese Spannung über leitende Teile auch noch sehr weit verschleppt werden kann, besteht unter Umständen im gesamten Bereich der Einsatzstelle akute Gefahr.

Der Schutzleiter = Potentialausgleichsleiter, muss so gut wie möglich **geschützt** werden, da seine Unterbrechung tödliche Folgen haben kann. Dies wird durch Verwendung sehr widerstandsfähiger Leitungen erreicht (vgl. Nr. 3.1.1).

Der Sicherheit des Schutzleiters dient auch dessen **Überprüfung nach jedem Einsatz** mit der Schutzleiter-Prüfeinrichtung (vgl. Nr. 6.2.2).

Zwischen Schutzleiter und einem betriebsmäßig stromführenden Leiter (Phase oder Nullleiter) darf keine leitende Verbindung vorhanden sein. Diese bei älteren Stromerzeugern oft in Form einer Brücke oder eines Isolationsüberwachungsgeräts vorhandene Verbindung muss ggf. entfernt werden.

3.2.3.2 Anschluss mehrerer Verbraucher an einem Stromerzeuger

Der Stromerzeuger schaltet das System bei zwei Fehlern ab. Ein Fehler bereitet demnach die Abschaltung vor, er bedeutet - vereinfacht ausgedrückt - bereits eine „halbe Abschaltung“.

Dieser Fehler wird leider durch die Leitungen indirekt selbst produziert, weil auf der Erde aufgelegte Leitungen ungewollt eine indirekte Erdung der einzelnen Phasen und des Nullleiters bewirken. Ursache dafür ist die kapazitive Erdung, die bei Wechselstrom auftritt und mit der Höhe der Spannung sowie der Leitungslänge in Verbindung steht.

Ein Kondensator besteht aus zwei Metallplatten, die durch einen Isolator getrennt sind. Die Aufnahmefähigkeit des Kondensators (Kapazität) und der fließende Strom sind abhängig von der Größe der Metallplatten (Bild 10).

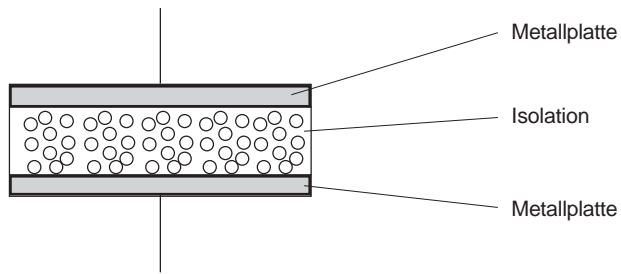


Bild 10 Prinzip des Kondensators

Auch eine Leitung ist ein Kondensator. Die eine „Platte“ ist die Erde. Die andere „Platte“ sind die Leitungsdrähte, die als Phase und Nullleiter benutzt werden. Je länger die Leitung ist, desto größer wird die Fläche der „Platten“ (Bild 11).

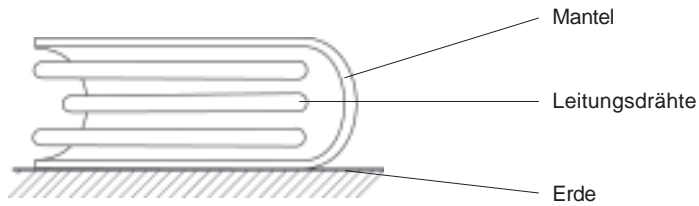


Bild 11 Leitung als Kondensator

Eine große Leitungslänge bringt wegen der großen Fläche zwischen Leitung und Erde eine große Kapazität und damit eine stärkere Erdung als eine kleine. Die bei der Feuerwehr verwendete Schutzmaßnahme „Schutztrennung mit Potentialausgleich“ bringt ihre Vorteile aber nur dann voll zur Geltung, wenn möglichst weder eine Phase, noch der Nullleiter geerdet sind.

Je länger eine Leitung ist und je höher deren Betriebsspannung liegt, desto größer wird die kapazitive Erdung. Diese Erdung muss deshalb klein gehalten werden.

VDE 0100 schreibt dazu vor, dass das Produkt aus Spannung (Volt) mal Leitungslänge (Meter) die Zahl von 100 000 (Volt x Meter = Vm) nicht übersteigen darf. Daraus folgt, dass die Gesamtlänge aller in einem Stromerzeuger angeschlossenen Leitungen beim Betrieb an mehreren Steckdosen höchstens

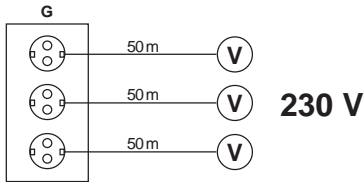
**400 m bei 230 V oder
250 m bei 400 V**

betragen darf (Bild 12).

Auch bei gleichzeitigem Betrieb von Wechselstrom- und Drehstromverbrauchern darf das Produkt 100 000 Vm nicht überschritten werden.

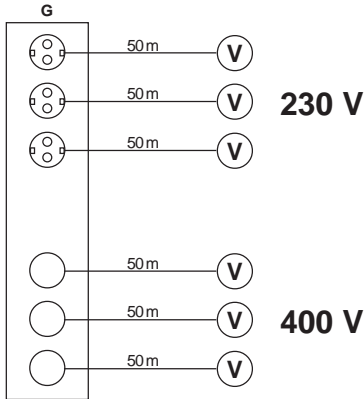
Beispiele für die Gesamtleitungslängen

G = Generator
V = Verbraucher



Zulässig

Die Gesamtleitungslänge beträgt 150 m.
Zulässig wären
400 m Wechselstromleitung
oder
250 m Drehstromleitung



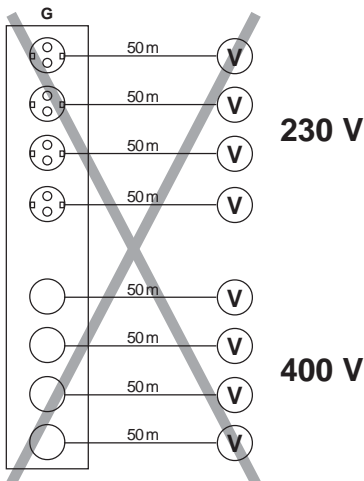
Zulässig

$$3 \times 50 \text{ m} \times 230 \text{ V} = 34500 \text{ Vm}$$

$$3 \times 50 \text{ m} \times 400 \text{ V} = 60000 \text{ Vm}$$

$$\text{Gesamt} \quad 94500 \text{ Vm}$$

Das zulässige Produkt von 100000 Vm wird nicht erreicht.



Unzulässig

$$4 \times 50 \text{ m} \times 230 \text{ V} = 46000 \text{ Vm}$$

$$4 \times 50 \text{ m} \times 400 \text{ V} = 80000 \text{ Vm}$$

$$\text{Gesamt} \quad 126000 \text{ Vm}$$

Das zulässige Produkt von 100000 Vm wird überschritten.

Bild 12 Gesamtleitungslängen

Beachte: Die Längen der einzelnen Leitungen (vgl. Bild 9) dürfen nicht überschritten werden!

3.2.4 Fehlerschutz bei Netzbetrieb

3.2.4.1 Stromentnahme aus Hausinstallationen

In manchen Einsatzsituationen ist es unumgänglich, elektrischen Strom aus dem Netz (Hausinstallation) zu entnehmen.

Beim Anschluss an eine Hausinstallation ist der Fehlerschutz von dieser abhängig. Es kann die Gefahr bestehen, dass Strom aus einer Steckdose entnommen wird, deren Fehlerschutz nicht in Ordnung ist.

Deshalb sollten möglichst nur Feuerwehr-Stromerzeuger benutzt werden.

Die Gefahr, die bei Benutzung der Steckdose einer fehlerhaften Hausinstallation besteht, kann durch Verwendung einer ortsveränderlichen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (PRCD) nach DIN VDE 0661-10 vermieden werden (vgl. Bild 13 und Nr. 3.3). Der Vorteil, auch mit einem fehlerhaften Gerät noch einen sicheren Einsatz durchführen zu können, entfällt hier natürlich.



Bild 13 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Personenschutzstecker)

3.2.4.2 Stromeinspeisung in eine Hausinstallation

Theoretisch ist es auch möglich, mit Feuerwehr-Stromerzeugern in Hausinstallationen einzuspeisen. Da durch eine solche Einspeisung eine Reihe von Problemen entstehen, sollte dies nur im Ausnahmefall erfolgen. Der Anschluss darf nur durch eine qualifizierte Elektrofachkraft vorgenommen werden.

Einfach und sicher kann im Notfall so geholfen werden, dass besonders wichtige Verbraucher vom Netz getrennt und über Steckvorrichtungen mit dem Feuerwehr-Stromerzeuger betrieben werden.

3.2.5 Fehlerschutz bei Batteriebetrieb

Geräte der Feuerwehr, die mit Batterie betrieben werden, arbeiten mit kleinen Spannungen bis zu ca. 30 Volt. Diese kleinen Spannungen sind keine Gefahr für den Menschen.

Solche Geräte benötigen außer der betrieblich notwendigen Isolierung (Basischutz) keinen zusätzlichen Schutz für einen Fehler (Fehlerschutz).

3.3 Zusatzschutz

Der Zusatzschutz ist für die Feuerwehr nur von Bedeutung, wenn Geräte mit Strom aus einer Hausinstallation betrieben werden sollen. Bei Betrieb am Feuerwehr-Stromerzeuger bringt der Zusatzschutz (Personenschutzstecker) keine zusätzliche Sicherheit.

Die Hausinstallation sorgt für den Fehlerschutz, wenn sie in Ordnung ist. Sollte die Installation nicht in Ordnung sein, z. B. weil der Schutzleiter unterbrochen ist, kann für die Einsatzkräfte eine Gefahr entstehen. Dieser Fall ist zwar sehr unwahrscheinlich, leider aber schon vorgekommen.


Schutz bietet hier eine Differenzstrom-Schutzeinrichtung (Personenschutzstecker) (vgl. Bild 13).

Berührt eine Person ein spannungsführendes Teil, so fließt ein Strom über sie. Dies ist für die Person gefährlich, wenn der Strom so groß wird, dass ein normaler Überstromschutzschalter (Sicherungsautomat) auslöst.

Eine Differenzstrom-Schutzeinrichtung schaltet bereits bei 30 Milliampere ab, also bei einer Stromstärke, die für den Menschen üblicherweise ungefährlich ist (vgl. Bild 1).

Diese Einrichtung überwacht sowohl die einspeisende Hausinstallation, als auch die angeschlossenen Elektrogeräte.

Personenschutzstecker werden deshalb bei einer zu erwartenden Gefährdung aus der Hausinstallation eingesetzt (z. B. Auspumpen von Kellern mit Tauchpumpen).

Elektrische Geräte, die schutzisoliert sind (Symbol ) , benötigen keinen Zusatzschutz.

4. Sachschutz

In diesem Merkblatt wird der Personenschutz ausführlich behandelt, weil er für die Sicherheit der Einsatzkräfte wesentlich ist.

Eine genaue Kenntnis des Sachschutzes ist für den Feuerwehrdienstleistenden weniger wichtig, die wesentlichen Grundlagen sind in Nr. 2.2 erklärt.

Die Forderungen des Sachschutzes sind außerdem durch die bei der Feuerwehr für den Personenschutz aufgewendeten Maßnahmen oder durch die Bauart der Geräte (z. B. selbsttätige Abschaltung einer Gefahrgutumfüllpumpe bei Stromausfall) weitgehend erfüllt.

5. Explosionsschutz

5.1 Grundsätzliches

Die Feuerwehren kommen immer wieder in Bereichen zum Einsatz, in denen Explosionsgefahr besteht.

Explosibel können sein:

- Gas-Luft-Gemische
- Dampf-Luft-Gemische
- Staub-Luft-Gemische

Die Explosion kann eintreten, wenn ein Gemisch im explosionsfähigen Bereich vorhanden ist.

Untere Explosionsgrenze (keine Zündung)

Explosionsbereich (Explosion)

Obere Explosionsgrenze (Brand)

Zur Zündung kommt das Gemisch nur, wenn die notwendige Zündtemperatur erreicht ist, z. B.

Schwefelkohlenstoff	102° C
Benzin	ca. 220° C
Acetylen	305° C
Propangas	470° C

Elektrische Geräte können in explosionsgefährdeten Bereichen zur Zündquelle werden, weil sie

- zündfähige Funken erzeugen
- so hohe Temperaturen erreichen, dass die Zündtemperatur überschritten wird

Die Zündung kann verhindert werden, wenn in explosionsgefährdeten Bereichen nur explosionsgeschützte elektrische Geräte eingesetzt werden.

5.2 Einteilung der Geräte für explosionsgefährdete Bereiche

Mit der Einführung der europäischen Richtlinien 94/9/EG (ATEX 100a) im Jahre 1996 wurde für eine Übergangszeit bis zum 30.06.2003 eine Zweigleisigkeit in der Anwendung der „alten“ und „neuen“ Regelungen für explosionsgeschützte Geräte geschaffen. Ab dem 01.07.2003 dürfen nur noch Geräte nach den europäischen Richtlinien 94/9/EG (ATEX 100a) gebaut und in Verkehr gebracht werden. Diese Richtlinien gehen über die Anforderungen der bisherigen Normen und Regelungen hinaus, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der elektrischen Geräte in explosionsfähigen Staubbereichen. Außerdem berücksichtigen die europäischen Regelungen auch nichtelektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen.

Nach der europäischen Richtlinie ATEX 100a werden die Geräte in Gerätegruppen und Kategorien eingeteilt.

Gerätegruppe I für die Verwendung in Bergwerken

Gerätegruppe II für die sonstige Industrie

Für die Feuerwehr ist die Gerätegruppe II von Bedeutung. In der Gerätegruppe II werden drei Kategorien unterschieden:

Kategorie 1 sehr hohes Sicherheitsmaß

Kategorie 2 hohes Sicherheitsmaß

Kategorie 3 normales Sicherheitsmaß

Die Kriterien für die Kategoriebestimmung entsprechen der Zoneneinteilung für explosionsgefährdete Bereiche.

Die explosionsgefährdeten Bereiche werden je nach Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in folgende Zonen eingeteilt:

Zoneneinteilung für explosionsfähige Atmosphäre in Form von brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln

Zone 0: Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre ständig oder langfristig vorhanden ist, z. B. das Innere von Behältern, Apparaturen und Rohrleitungen

Zone 1: Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre bei Normalbetrieb auftritt, z. B. die nähere Umgebung der Zone 0, der nähere Bereich um Füll- und Entleerungseinrichtungen

Zone 2: Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass bei Normalbetrieb explosionsfähige Atmosphäre auftritt und wenn, dann nur selten und dann auch nur kurzzeitig, z. B. Bereiche, die die Zonen 0 und 1 umgeben, Bereiche um lösbare Verbindungen von Rohrleitungen

Zoneneinteilung für explosionsfähige Atmosphären in Form von brennbaren Stäuben

Zone 20: Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft ständig oder langfristig vorhanden ist und in denen Ablagerungen brennbaren Staubes unbekannter oder übermäßiger Dicke gebildet werden können. Staubablagerungen alleine bilden keine Zone 20

Zone 21: Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre bei Normalbetrieb auftreten kann und in deren Ablagerungen oder Schichten von brennbarem Staub im Allgemeinen vorhanden sein können

Zone 22: Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass bei Normalbetrieb explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft auftritt und wenn, dann nur kurzzeitig oder in denen Anhäufungen oder Schichten von brennbarem Staub vorhanden sind

Werden elektrische Geräte in diesen Zonen eingesetzt, müssen sie folgenden Kategorien entsprechen:

Zone 0	Kategorie 1 G	Zone 20	Kategorie 1 D
Zone 1	Kategorie 2 G	Zone 21	Kategorie 2 D
Zone 2	Kategorie 3 G	Zone 22	Kategorie 3 D

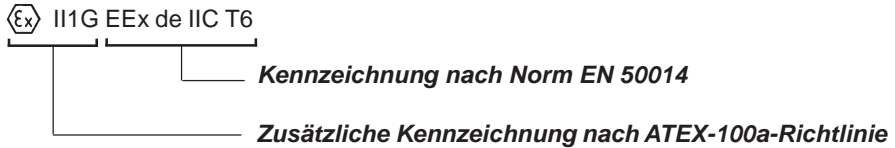
5.3 Kennzeichnung der Geräte

Explosionsgeschützte elektrische Geräte sind am Symbol oder der Aufschrift „Ex“ oder „EEx“ zu erkennen.

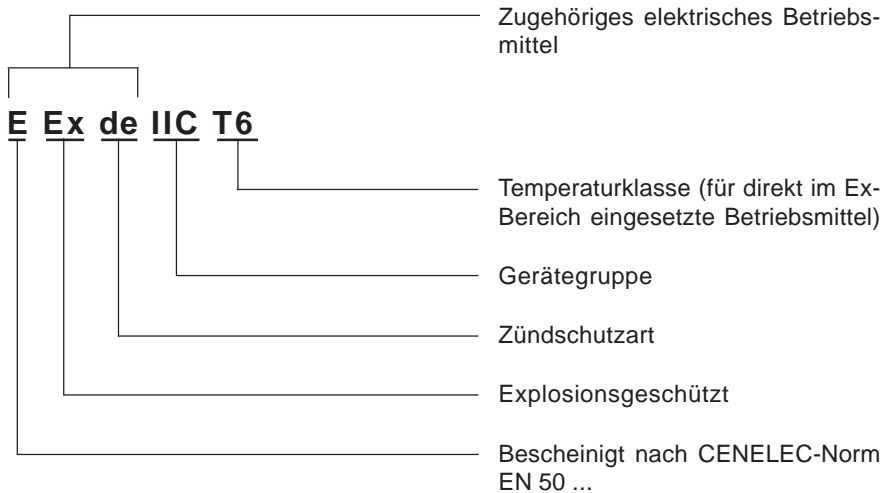


Aus der Übersicht (Tabelle 3, Seite 31) sind die Bezeichnungen und ihre Bedeutung ersichtlich. Die Norm DIN EN 50 014 VDE 0170/0171 ist in erster Linie auf elektrische Geräte der Kategorie 2 G (Zone 1) ausgerichtet.

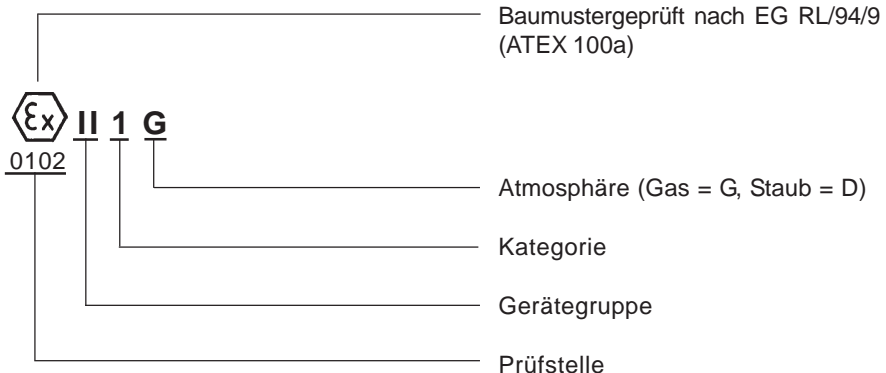
Beispiel für die Kennzeichnung der Geräte:



Kennzeichnung nach Norm EN 50014



Zusätzliche Kennzeichnung nach ATEX-100a-Richtlinie (siehe Abschnitt 5.2)



Kurzzeichen zur Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche DIN EN 50 014 VDE 0170/0171

Zündschutzarten CENELEC	EEx
druckfeste Kapselung	d
Ölkapselung	o
Überdruckkapselung	p
Sandkapselung	q
erhöhte Sicherheit	e
Eigensicherheit	i
Vergusskapselung	m
Schlagwetterschutz explosionsgeschützt	I II
Grenzspaltweite bzw. Mindestzündstrom von Gasen und Dämpfen	A, B, C
Temperaturklasse	bis 450° C T 1 300° C T 2 200° C T 3 135° C T 4 100° C T 5 85° C T 6

Gemeinschaftskennzeichnung für typ- und stückgeprüfte Betriebsmittel nach Europäischen Normen seit 1988:



Tabelle 3 Kennzeichnung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel

5.4 Zündgefahr

Ob eine Zündung bei zu hoher Oberflächentemperatur elektrischer Geräte zu befürchten ist, sagt die Temperaturklasse des Geräts. Hier gilt folgende Einteilung:

Temperaturklasse	Temperatur des Elektrogerätes
T 1	bis 450° C
T 2	bis 300° C
T 3	bis 200° C
T 4	bis 135° C
T 5	bis 100° C
T 6	bis 85° C

Die Zündtemperatur des explosionsfähigen Gemisches muss über der möglichen Temperatur des Elektrogerätes (Temperaturklasse) liegen. Die Temperaturklasse ist dem Fabrikschild zu entnehmen.

Die Geräte der Feuerwehren sind für folgende Temperaturklassen gebaut:

Beispiele

Handscheinwerfer	T 4
Leitungstrommeln	T 6
Lüftungsgerät	T 3
Tragbare Umfüllpumpe	T 3
Schlauchpumpe des GW-G	T 3
Fasspumpe des GW-G	T 5
Tauchpumpe des GW-G	T 3

5.5 Steckvorrichtungen

Steckvorrichtungen müssen - natürlich - zusammenpassen.

Nach einer Festlegung des Normenausschusses Feuerwehrwesen (Arbeitsausschuss 6 des FNFW) ist im Interesse einer ungehinderten Zusammenarbeit aller Feuerwehren für den gesamten Feuerwehrbereich das System der Firma Asea Brown Boveri (ABB, früher BBC) zu verwenden. Dieses System wird von der Firma CEAG Sicherheitstechnik weiter vertrieben.

Dieses System umfasst die Feuerwehr-Ex-Steckvorrichtungen nach EN-CEE und europäischer Richtlinie 94/9/EG (vgl. Bild 14).

 **II 2 G EEx de II C T6, 16 A bei 230 V, 3polig**

 **II 2 G EEx de II C T6, 16 A bei 400 V, 5polig**

Diese Steckvorrichtungen besitzen einen eingebauten Schalter, der so verriegelt ist, dass ein Zusammenstecken nur in spannungslosem Zustand möglich ist. Dadurch wird auch bei Zusammenstecken eine Funkenbildung verhindert, die zur Zündung führen könnte.



Bild 14 Feuerwehr-Ex-Steckvorrichtung (Beispiel)

5.6 Motorschutzschalter

Motorschutzschalter verhindern, dass sich ein Motor bei Überlastung zu stark erwärmt. Deshalb ist die richtige Einstellung eines Motorschutzschalters wichtiger Bestandteil des Explosionsschutzes. Die Einstellung darf nur von Fachkräften vorgenommen werden.

5.7 Erdung

Wenn brennbare Flüssigkeiten durch Leitungen (Schläuche) gepumpt werden, laden sie sich elektrostatisch auf. Die Aufladung kann so groß werden, dass ein zündfähiger Funke entsteht.

Die Funkenbildung kann verhindert werden, wenn Stromerzeuger, Behälter, Schläuche usw. zur Ableitung der elektrostatischen Aufladung geerdet werden.

Diese Erdung hat nichts mit dem Fehlerschutz unserer elektrischen Anlagen zu tun. Dafür ist eine Erdung nicht erforderlich. Eine Erdung zur Ableitung der elektrostatischen Aufladung beim Pumpen brennbarer Flüssigkeiten beeinträchtigt den Fehlerschutz aber nicht.

6. Prüfungen

6.1 Notwendigkeit

Die Geräte der Feuerwehr werden im Einsatz stark beansprucht. Hierbei kann es zu Beschädigungen z. B. der Leitungen, der Gehäuse von Geräten u. ä. kommen.

Diese Schäden können die Funktion oder die Sicherheit der Geräte beeinträchtigen.

Regelmäßige Prüfungen lassen Fehler rechtzeitig erkennen!

6.2 Arten und Fristen der Prüfungen

6.2.1 Sichtprüfung

Nach jedem Einsatz ist eine Sichtprüfung erforderlich. Sie dient der Erkennung äußerer Schäden an

- Leitungen
- Steckvorrichtungen
- Gehäusen
- Zugentlastungen
- Biege- und Knickschutz

6.2.2 Schutzleiterprüfung

Nach jedem Einsatz ist der Schutzleiter zu prüfen, der für die Sicherheit ganz besonders wichtig ist.

Hierzu ist die Schutzleiter-Prüfeinrichtung zu benutzen, mit der jeder Feuerwehr-Stromerzeuger ausgestattet ist.

Zu prüfen sind alle elektrischen Geräte

- Stromerzeuger
- Leitungen
- Verbraucher

6.2.3 Jährliche Prüfung

Einmal jährlich sind alle Elektrogeräte der Feuerwehr, die im Einsatz benutzt werden, gründlich zu prüfen.

Zusätzlich zur Sichtprüfung und zur Schutzleiterprüfung ist der Isolationswiderstand zu prüfen. Er muss mindestens den Wert 1 000 Ohm/Volt erreichen:

Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I): 500 000 Ohm

Schutzisolierte Geräte (Schutzklasse II): 2 000 000 Ohm

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Sichtprüfung und die Schutzleiterprüfung werden vom Einsatzpersonal oder vom Gerätewart durchgeführt. Besondere Sachkunde ist hierzu nicht erforderlich.

Die jährliche Prüfung ist von Elektrofachkräften vorzunehmen. Hierzu ist fachliches Wissen notwendig, um die Prüfung durchführen und das Prüfungsergebnis beurteilen zu können.

Die Prüfung kann auch vom Gerätewart durchgeführt werden, wenn er besonders unterwiesen wurde und über Prüfgeräte zur Durchführung der Prüfung verfügt. Diese Geräte müssen für den Einsatz durch elektrotechnische Laien besonders geeignet sein.

Grundlagen für die Prüfung sind die Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (GUV 2.10) und die DIN VDE 0702-1.

6.4 Prüfnachweise

6.4.1 Prüfplaketten

Die Durchführung der jährlichen Prüfung sollte an den Elektrogeräten sichtbar sein. Hierzu dienen Prüfplaketten (Bild 15).

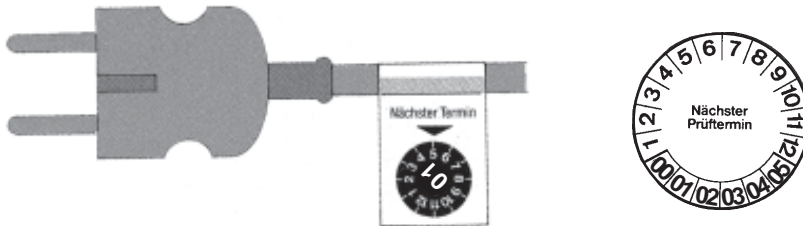


Bild 15 Prüfplakette

6.4.2 Prüfnachweis

Über die Wiederholungsprüfungen ist ein Prüfnachweis zu führen.

Ein Beispiel für die Gestaltung des Prüfnachweises zeigt Bild 16.

PRÜFJAHR 2000 Betrieb: FF - chlof Karte Nr. 1

Gerät art B	Betriebsmittel	Belastungsprüfung	Schleifenprüfung	Isolationsprüfung	Leitungsprüfung	Verbindungsprüfung	Geplante Kosten	Prüfer
	Stromerzeuger	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	i. O.	<input type="checkbox"/> Reparatur zugehört	01.02.00	chlof
	Trennschleifer	<input type="checkbox"/> i. O. <input checked="" type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	i. O.	<input checked="" type="checkbox"/> Reparatur zugehört	01.02.00	chlof
	Feldlichtabwähler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input checked="" type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	i. O.	<input type="checkbox"/> Reparatur zugehört	01.02.00	Sah
	Flutlichtabwähler	<input type="checkbox"/> i. O. <input checked="" type="checkbox"/> Fehler	<input type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	<input type="checkbox"/> i. O. <input type="checkbox"/> Fehler	—	<input checked="" type="checkbox"/> Reparatur zugehört	01.02.00	chlof

Bild 16 Prüfnachweis

Merkblatt: Stromerzeuger und elektrische Verbraucher im Feuerwehrdienst
Herausgeber: Staatliche Feuerweherschule Würzburg, Weißenburgstr. 60,
97082 Würzburg
Mitwirkung: Staatliche Feuerweherschulen Geretsried und Regensburg, Fachbe-
reich 3 beim LFV Bayern
www.sfs-w.de: Stand 02/2004

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.