

DGUV Information 203-052

**8677**

**BGI/GUV-I 8677**



Information

## **Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle**

Vortrag für Einsatzkräfte

**Herausgeber**

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Die vorliegende Information entstand in einem Arbeitskreis der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), den Sicherheitsfachkräften verschiedener Energieversorgungsunternehmen und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) – mit fachlicher Unterstützung verschiedener Feuerwehren.

Die beiliegende DVD enthält zusätzlich die PDF-Dateien „Handlungsempfehlungen Photovoltaikanlagen“ und „Einsatz an Photovoltaikanlagen“ des Deutschen Feuerwehrverbandes.

Fotos:

Bilder auf Seiten 8, 78, 98, 152, 212, 216 und 238 siehe Quellangaben.  
Alle weiteren Bilder: Arbeitskreis „Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“.

Ausgabe Juli 2011

BGI/GUV-I 8677 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle

Vortrag/Unterweisungshilfen für Einsatzkräfte

# Inhalt

	Seite
<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>Medienpaket BGI/GUV-I 8677 .....</b>	<b>6</b>
<b>Vortrag für Einsatzkräfte .....</b>	<b>8</b>
<b>Anhang 1</b>	
<b>Begriffserklärungen .....</b>	<b>257</b>
<b>Anhang 2</b>	
<b>Vorschriften, Regeln, Informationen, Normen und weiterführende Literatur .....</b>	<b>264</b>
<b>Tabellen .....</b>	<b>266</b>
<b>Autoren .....</b>	<b>267</b>

# Einleitung

Nach der Erstveröffentlichung der BGI/GUV-I 8677 wurde den Autoren klar, dass das Thema „Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“ um ein weiteres Modul „Hochwasser“ ergänzt werden muss. In der überarbeiteten Version der BGI/GUV-I 8677 werden die elektrischen Gefährdungen bei Hochwasser in einem 4. Modul erläutert. Diese umfangreiche Erweiterung entstand – wie die Ausgabe davor – durch einen Arbeitskreis der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), durch Sicherheitsfachkräfte verschiedener Energieversorgungsunternehmen und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) – mit fachlicher Unterstützung verschiedener Feuerwehren.

Die Sicherheitsfachkräfte berichteten von Unfällen und Beinaheunfällen von Feuerwehreinsatzkräften und anderen Rettungskräften bei Einsätzen in elektrischen Anlagen oder in deren Nähe. Gründe waren sehr oft nicht erkannte oder unterschätzte elektrische Gefahren.

Das Wissen zum Thema „elektrische Gefahr“ und deren Auswirkung soll mittels dieser Information aufgearbeitet werden. Dabei soll kein neues Regelwerk entstehen, sondern der Inhalt der unterschiedlichen Fachinformationen für diesen Einsatzfall zusammengeführt werden.

Mit dieser Information und der dazugehörigen Präsentation soll es möglich sein, eine qualifizierte Ausbildung der verschiedenen Einsatzkräfte durchzuführen.

Diese Information soll den Mitarbeiter eines Energieversorgungsunternehmens bei einer Schulung genauso hilfreich unterstützen wie den Ausbilder der Rettungsorganisation, z.B. in einer Feuerwehr, des THW oder dem Rettungsdienst.

Die Präsentation wurde so gestaltet, dass Ausbilder auch ohne elektrotechnische Qualifikation die Lehrgangsinhalte verständlich vermitteln können. Jedoch ist es erforderlich, dass der Ausbilder über elektrotechnische Grundkenntnisse, z.B. aus der Feuerwehrausbildung, verfügt.

# Medienpaket BGI/GUV-I 8677

Das Medienpaket BGI/GUV-I 8677 besteht aus einer Broschüre und einer DVD. In der Broschüre sind jeweils oben die Seiten der Präsentation und unten der dazugehörige Erklärungstext abgebildet.

Die Präsentation öffnen Sie bitte an Ihrem Computer mit einem Doppelklick auf die Datei „START.pdf“.

Nach Erscheinen des Startbildes können Sie durch einen Klick z.B. die Präsentation, die Filme oder die Broschüre anwählen.

In der Präsentation kommen Sie mit einem Klick z.B. eine Seite weiter, eine Seite zurück oder zum Inhaltsverzeichnis. Auch können Sie zwischen Vollbild und Acrobat wechseln.

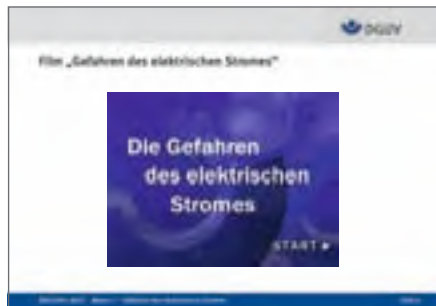
Auf der Seite „Inhalt“ gelangen Sie mit einem Mausklick zu den einzelnen Modulen bzw. zurück zur „Start-Seite“.

Die eingebundenen Filme starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“.

Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

Außerhalb der Präsentation können Sie die Filme auch mit einem Betrachtungsprogramm für Filme, z.B. „Windows Media Player“ betrachten (siehe Ordner „Filme“ auf der DVD).

Sollte für Schulungszwecke kein Beamer zur Verfügung stehen, lässt das Programm auch den Ausdruck der Präsentation zu, um Folien erstellen zu können.



### **Systemvoraussetzungen:**

- DVD-Laufwerk
- Bildschirmauflösung auf 800 x 600 Pixel oder größer eingestellt
- „Adobe Acrobat Reader“ (aktuelle Version installiert)
- Betrachtungsprogramm für Filme (aktuelle Version installiert), z.B. QuickTime Player, Windows Media Player
- Aktuelles Betriebssystem

### **Nutzungsrechte:**

Der Inhalt dieser DVD ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Die Verwendung dieser DVD ist ausschließlich für private Vorführungen bestimmt. Vorführungen im Rahmen der betrieblichen Unterweisungsarbeit entsprechen einer „privaten Vorführung“.

Verkauf, Tausch, Vermietung, Vervielfältigung, Umgestaltung, öffentliche Vorführung und Sendung sowie sonstige gewerbliche Nutzung dieser DVD (oder Teilen davon) sind untersagt.

### **Haftungsbeschränkung:**

Sowohl die Auskunftserteilung und die Erstellung der Informationen auf dieser DVD als auch die Wiedergabe der Texte von Vorschriften, Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien erfolgt mit größtmöglicher Sorgfalt, nach besten Wissen und Gewissen. Alleinverbindlich ist jedoch der gedruckte Originaltext (amtlicher Text). Soweit gesetzlich zulässig, übernimmt der Herausgeber keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit seiner Auskünfte und Informationen. Gleichermaßen übernimmt der Herausgeber keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit der von ihm vertriebenen Fremdpublikationen.



**DGUV**

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung  
Spitzenverband

## Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle

### Vortrag für Einsatzkräfte



Bild: Feuerwehr Uster (Schweiz)

**BGI/GUV-I 8677**

Juli 2011



# Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle

## Vortrag für Einsatzkräfte

Die vorliegende Broschüre soll den Vortragenden mit zusätzlichen Informationen während der Folienpräsentation unterstützen.

Dabei sind auf den oberen Seiten die Folien und auf den unteren Seiten die weiterführenden Texte und Informationen abgedruckt.


**Viel Erfolg!**

## Hinweise zur Navigation

Umschalter  
Vollbild/Acrobat

Zum  
Inhaltsverzeichnis

Zur  
Startseite

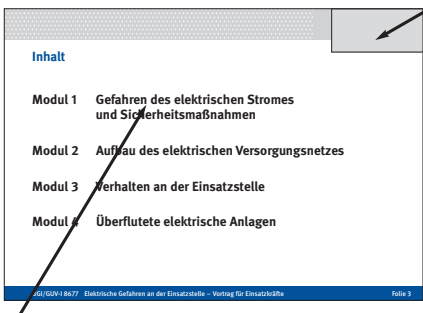


MODUL 1  
Gefahren des elektrischen Stromes  
und Sicherheitsmaßnahmen

il1 - Gefahren des elektrischen Stromes und Sicherheitsmaßnahmen

Eine Seite  
« zurück

Eine Seite  
weiter »



Inhalt

Modul 1	Gefahren des elektrischen Stromes und Sicherheitsmaßnahmen
Modul 2	Aufbau des elektrischen Versorgungsnetzes
Modul 3	Verhalten an der Einsatzstelle
Modul 4	Überflutete elektrische Anlagen

il1/GUV-I 8677: Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle – Vortrag für Einsatzkräfte

Folie 3

Ein Klick auf die gewünschte Textstelle  
und Sie gelangen zu den Modulen

# Hinweise zur Navigation

Die Präsentation öffnen Sie bitte an Ihrem Computer mit einem Doppelklick auf die Datei „START.pdf“.

Nach Erscheinen des Startbildes können Sie durch einen Klick z.B. die Präsentation, die Filme oder die Broschüre anwählen.

In der Präsentation kommen Sie mit einem Klick z.B. eine Seite weiter, eine Seite zurück oder zum Inhaltsverzeichnis. Auch können Sie zwischen Vollbild und Acrobat wechseln.

Auf der Seite „Inhalt“ (nächste Seite) gelangen Sie mit einem Mausklick zu den einzelnen Modulen bzw. zurück zur „Start-Seite“.

Die eingebundenen Filme starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“. Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

Außerhalb der Präsentation können Sie die Filme auch mit einem Betrachtungsprogramm für Filme, z.B. „Windows Media Player“ betrachten (siehe Ordner „Filme“ auf der DVD).

Sollte für Schulungszwecke kein Beamer zur Verfügung stehen, lässt das Programm auch den Ausdruck der Präsentation zu, um Folien erstellen zu können.

## Inhalt

**Modul 1 Gefahren des elektrischen Stromes  
und Sicherheitsmaßnahmen**

**Modul 2 Aufbau des elektrischen Versorgungsnetzes**

**Modul 3 Verhalten an der Einsatzstelle**

**Modul 4 Überflutete elektrische Anlagen**

# Inhalt

## **Hinweis:**

In den Modulen 1 bis 3 werden die Grundlagen für die Gefahr an der Einsatzstelle durch „Elektrizität“ vermittelt.

Das Modul 4 ist eigenständig und behandelt die Gefahren, die durch den Strom bei überfluteten Anlagen vorhanden sind. Als Grundlage für das Modul 4 sollte der Inhalt des Modul 2 bekannt sein.

## MODUL 1

### Gefahren des elektrischen Stromes und Sicherheitsmaßnahmen



# **MODUL 1**

## **Gefahren des elektrischen Stromes und Sicherheitsmaßnahmen**

Im Modul 1 werden die Gefahren des elektrischen Stromes und mögliche Sicherheitsmaßnahmen erläutert.

Im ersten Teil werden die physiologischen Einwirkungen des Stromes gezeigt.

Nachfolgend wird auf die Gefährdungen bei verschiedenen Einsatzbereichen im Niederspannungs- und Hochspannungsbereich eingegangen.

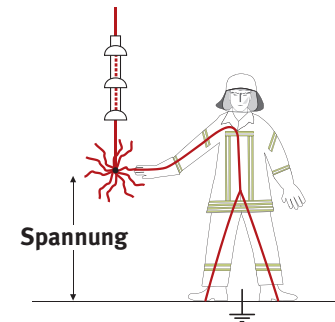
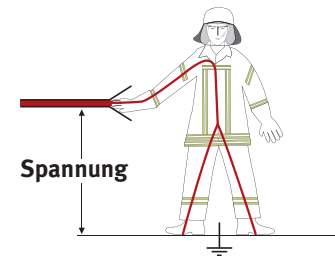
## Gefahren des elektrischen Stromes

### Körperstrom

Ein elektrischer Strom kann durch den menschlichen Körper **fließen**, wenn mit Körperteilen, Geräten, Werkzeugen oder Hilfsmitteln

- **Teile** einer nicht isolierten, unter Spannung stehenden elektrischen Anlage **berührt** werden (**Spannungen bis 1000 V**) oder
- **Schutzabstände nicht eingehalten** werden (**Spannungen über 1000 V**).

Vom elektrischen Strom geht eine „schwer erkennbare Gefahr“ aus, weil er **nicht zu hören**, zu **riechen** oder zu **sehen** ist!





# Gefahren des elektrischen Stromes

## Körperstrom

Werden spannungsführende elektrische Anlagen/-teile direkt berührt oder wird der erforderliche Schutzabstand unterschritten, kann es zu einem gefährlichen Stromfluss durch den menschlichen Körper kommen.

Bereits eine Annäherung kann ausreichen, sodass es zu einem Überschlag kommt und Strom durch den menschlichen Körper fließt.

Der elektrische Strom hat verschiedene Wirkungen auf den Menschen:

- **Körperdurchströmung**  
Durch einen elektrischen Stromfluss im menschlichen Körper können die körpereigenen Muskelsteuerungen und die Tätigkeit des Herzens außer Kraft gesetzt werden.
- **Lichtbogenwirkung**  
Lichtbögen entstehen z.B. bei Kurzschlüssen. Dabei können Temperaturen von mehreren 1000 °C auftreten. Verbrennungen und Zellerstörungen können die Folge sein.

- **Sekundäreinwirkung**

Unkontrollierte Bewegungen – beispielsweise wenn sich jemand erschreckt – können selbst bei einem leichten Stromschlag zu schweren Folgeunfällen (z.B. Sturzunfällen) führen.

Vom elektrischen Strom geht eine „schwer erkennbare Gefahr“ aus, weil er nicht zu hören, zu riechen oder zu sehen ist. Der menschliche Körper reagiert sehr empfindlich auf Körperdurchströmungen. Das macht den elektrischen Strom besonders gefährlich.

Deswegen müssen Personen vor den Gefahren geschützt werden, die entstehen können beim:

- Berühren ungeschützter aktiver Teile (z.B. herabhängende Freileitungsseile, unverschlossene elektrische Anlagen),
- Unterschreiten der Schutzabstände z.B. durch Körperteile oder Gegenstände.

## Gefahren des elektrischen Stromes Körperwiderstand

Der Widerstand  $R$  des menschlichen Körpers beträgt zwischen Hand und Fuß ca. **1000 Ohm (1000  $\Omega$ )**.

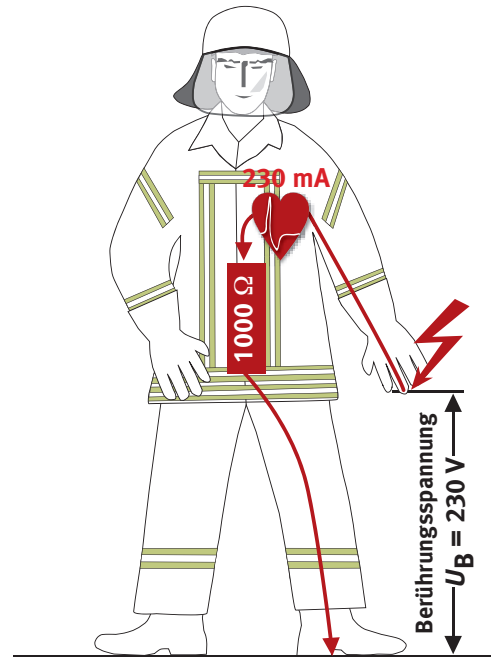
Bei einer Spannung  $U$  von **230 Volt** beträgt der Strom  $I$  durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

$$I = 230 \text{ V}/1000 \text{ Ohm}$$

$$I = 230 \text{ mA}$$

**➔ Lebensgefahr!**



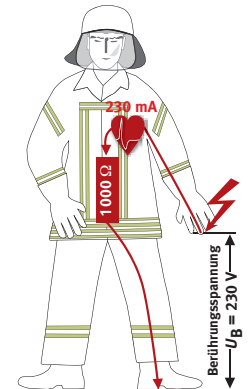
# Gefahren des elektrischen Stromes

## Körperwiderstand

Die Stromstärke durch den menschlichen Körper ist abhängig vom Körperwiderstand. Der Körperwiderstand ergibt sich aus dem Stromweg im menschlichen Körper.

Folgende Körperwiderstände werden angenommen:

Stromweg	Körperwiderstand
Hand – Hand	1000 Ohm
Hand – Fuß	
Hand – Füße	750 Ohm
Hände – Füße	500 Ohm
Hand – Rumpf	500 Ohm
Hände – Rumpf	250 Ohm



Mit diesen Werten und der jeweils vorhandenen Berührungsspannung kann die Stromstärke errechnet werden.

Bei einer Spannung  $U$  von **230 Volt** beträgt der Strom  $I$  durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

$$I = 230 \text{ V} / 1000 \text{ Ohm}$$

$$I = 230 \text{ mA.}$$

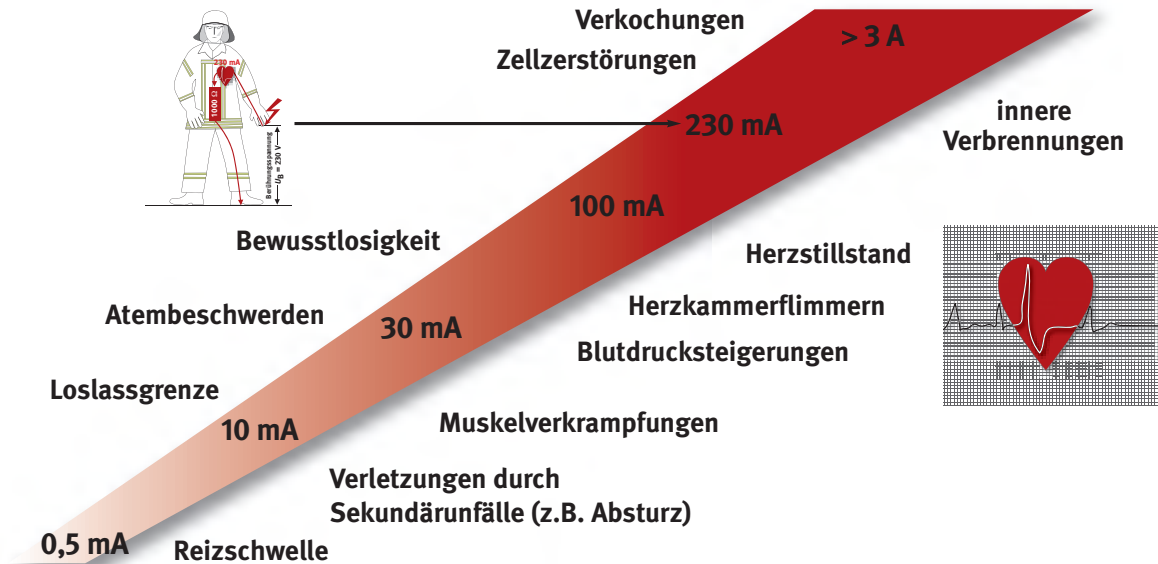
Der Weg des Stromes im menschlichen Körper bestimmt, welche Körperteile oder Organe betroffen sind und ob der Stromfluss auch die Atemmuskulatur oder das Herz betrifft.

Die Auswirkungen auf den Körper hängen von der Stromstärke (Höhe des Stromes) und der Einwirkdauer ab.

Neben den hier genannten Werten, die den Körperwiderstand darstellen, wirken Schuhe, Kleidung usw. als weitere Widerstände. Diese zusätzlichen Widerstände können bewirken, dass nicht jede Körperdurchströmung zwangsläufig zu den aufgezeigten Folgen führen muss.

Der Umstand, dass nicht jede Körperdurchströmung zu den aufgezeigten Folgen führt, darf nicht dazu verleiten, das Risiko zu unterschätzen.

# Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper



# Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper

Jede Bewegung unseres Körpers wird durch das Dehnen oder Zusammenziehen einzelner Muskeln hervorgerufen. Dadurch werden Gelenke bewegt. Diese Muskelaktivitäten steuern ganz geringe, im Körper selbst erzeugte Ströme. Ob unsere Hand einen Gegenstand umschließt oder loslässt, ist also die Folge von kleinen, gezielt gesteuerten Strömen.

Durch einen Stromfluss von außen durch den menschlichen Körper (z.B. weil spannungsführende elektrische Anlagen/-teile berührt werden) werden körpereigene Ströme von wesentlich größeren Strömen überlagert. Das führt dazu, dass gezielte und gewollte Bewegungen nicht mehr möglich sind und Muskeln verkrampfen.

Fließt der Strom dabei durch die Muskeln einer Hand, kann man einen erfassten Gegenstand nicht mehr loslassen. Ist der Brustkorb betroffen, können Atembeschwerden bis hin zu Atemstillstand eintreten.

Auch die Tätigkeit unseres Herzens wird durch elektrische Ströme gesteuert und kann durch eine Körperdurchströmung nachhaltig beeinträchtigt werden. Der geregelte Ablauf der einzelnen Herzmuskelbewegungen, die die Pumpwirkung des Herzens bewirken, wird durcheinandergbracht:

Eine ungeordnete Bewegung ohne Pumpwirkung entsteht – das Herzkammerflimmern. Es kann aber auch ein Herzstillstand ausgelöst werden.

Ströme größer 1 A können zu inneren Verbrennungen, Verkohungen und damit zu schweren Zellzerstörungen führen.

Lichtbögen, als Folge von Kurzschlüssen, führen zu Verbrennungen der Haut sowie zu Verblitzungen der Augen durch die starke UV-Strahlung.

## Sekundärwirkungen des elektrischen Stromes

Eine elektrische Durchströmung kann einem Menschen auch indirekt schaden, wenn er beispielsweise durch einen elektrischen Schlag unkontrollierte Bewegungen ausführt oder sein Gleichgewicht verliert und stürzt. Sturzunfälle können schwerwiegende Folgen haben.

### **Wichtig:**

**Verunfallte müssen nach einem Elektrounfall immer zur medizinischen Behandlung ins Krankenhaus gebracht werden. Folgeschäden können noch nach mehreren Stunden eintreten.**

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Film „Gefahren des elektrischen Stromes“



# Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper

## Wirkungen von 50-Hz-Wechselstrom auf den Menschen

- **ab 4,0 ... 5,0  $\mu\text{A}$  (1000  $\mu\text{A}$  = 1 mA)**  
mit der Zunge wahrnehmbar
- **ab 1,0 ... 1,5 mA**  
mit dem Finger wahrnehmbar
- **ab 5 ... 10 mA**  
Loslassen des Kontaktes gerade noch möglich, Krampfgefühl in den Händen, Blutdrucksteigerung
- **ab 10 ... 25 mA**  
Loslassen des Kontaktes nicht mehr selbstständig möglich, keine Auswirkung auf die Herzschlagfolge
- **ab 25 ... 30 mA**  
noch ertragbare Stromstärke, Herzunregelmäßigkeiten ohne Bewusstlosigkeit
- **über 50 mA**  
zusätzlich Bewusstlosigkeit
- **ab 80 ... 3000 mA (1000 mA = 1 A)**  
Herzkammerflimmern in Abhängigkeit von der Einwirkdauer (unter 0,3 s noch kein Herzkammerflimmern)
- **über 3 A**  
Herzstillstand, Lungenblähung

Den Film starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“. Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände störungsfreie/gestörte Anlagen





## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände störungsfreie/gestörte Anlagen

„Störungsfreie Anlage“ bezeichnet den Zustand einer Anlage, die bestimmungsgemäß und fehlerfrei arbeitet.

Wenn Anlagen sich auf Grund von Schäden durch Sturm, Hochwasser, einem Verkehrsunfall oder einem Brand in unvorhergesehenem Zustand befinden, ist damit zu rechnen, dass hiervon elektrische Gefährdungen ausgehen.

Diese wird dann als „gestörte Anlage“ bezeichnet.

Der Betreiber spricht in diesem Fall vom „gestörten Betrieb“.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Niederspannung: störungsfreie Anlage

#### Niederspannung bis 1000 V – störungsfreie Anlage

Anlage **mit** Berührungsschutz

→ kein Schutzabstand



Anlage **ohne** Berührungsschutz

→ Schutzabstand **1 m**  
zum Selbstschutz beachten



# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände bei Niederspannung: störungsfreie Anlage

### Störungsfreie Anlage:

- Von elektrischen Anlagen geht im störungsfreien Betrieb grundsätzlich keine Gefahr aus.
- Im Regelfall sind alle unter Spannung stehenden elektrischen Anlagenteile beispielsweise durch Isolierungen, Gehäuse, Gebäude, Abstand, Abschränkungen oder Umzäunungen gegen direktes Berühren geschützt.

Von nicht isolierten Freileitungen (Dachständer- bzw. Giebel-einspeisung) geht bei unzulässiger Annäherung auch im störungsfreien Betrieb eine große Gefahr aus. Durch das Einhalten von Schutzabständen kann dieser Gefahr begegnet werden.

Bei der Annäherung an ungeschützte, unter Spannung stehende Niederspannungsanlagen darf bei nicht elektrotechnischen Arbeiten der Schutzabstand von **1 m** nicht unterschritten werden.

Zu den nicht elektrotechnischen Arbeiten gehören Einsätze von Hilfs- und Rettungskräften.

### Beispiele für Annäherungen an Freileitungen:

- Entnahme von Material vom Fahrzeugdach
- in Stellung bringen von Leitern
- Ausfahren von Lichtmasten

Der Schutzabstand wird im berufsgenossenschaftlichen Regelwerk und den entsprechenden elektrotechnischen Bestimmungen vorgegeben.

**Niederspannungsanlagen bis 1 000 V → 1 m**

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

Niederspannung bis 1000 V – gestörte Anlage

Zu gestörten elektrischen  
Niederspannungsanlagen

➔ **Schutzabstand mindestens 1 m**  
zum Selbstschutz einhalten



# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände bei Niederspannung: gestörte Anlage

### Gestörte Anlage:

- Von gestörten Anlagen gehen Gefahren aus, vor denen Menschen, Tiere und Sachwerte geschützt werden müssen.
- Nach Unfällen, Unwettern oder durch mutwillige Beschädigungen etc. können vorhandene Isolierungen, Gehäuse, Gebäude, Abschränkungen oder Umzäunungen usw. beschädigt oder aber auch zerstört sein.
- Bei diesen defekten Anlagen muss ein Schutzabstand von mindestens **1 m** eingehalten werden.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

#### Maßnahmen:

- Weiträumig absperren zum Schutz von Passanten
- Gegen Berühren sichern
- Nicht unbeaufsichtigt lassen
- Betreiber informieren
- Freischalten lassen!
- Weitere Maßnahmen nach Abstimmung mit dem Beauftragten des Betreibers  
**vor Ort**



Beschädigter  
Kabelverteiler-  
schrank



Umgefahrener Straßen-  
beleuchtungsmast noch  
in Funktion



Abgetrenntes Erdkabel  
unter Spannung

# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände bei Niederspannung: gestörte Anlage

Beschädigte Anlagen, z.B. Kabelverteilerschränke, Straßenbeleuchtungsanlagen, Ampeln, Trafostationen, herabgefallene Leiterseile müssen abgesperrt werden, damit unter Spannung stehende Anlagenteile für Passanten nicht zugänglich sind.

### Erstmaßnahme der Einsatzkräfte:

- An defekten Kabelverteilerschränken oder anderen Anlagen muss ein Schutzabstand von mindestens **1 m** eingehalten werden.
- Die Einsatzkräfte müssen durch den Einsatz von Wachposten und mithilfe von Absperrmaterial den erforderlichen Schutzabstand her- und sicherstellen.
- Umgehend Betreiber informieren
- Die Einsatzstelle muss von den Einsatzkräften an den Beauftragten des Betreibers vor Ort übergeben werden.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

Der Beauftragte des Betreibers stellt den erforderlichen Berührungsschutz durch den Einsatz **geeigneter isolierender Abdeckungen** sicher.



Beschädigter Kabelverteilerschrank  
isolierend abgedeckt



# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

### Maßnahmen durch den Energieversorger/Betreiber:

- Eine Instandsetzung ist nicht immer sofort möglich.  
In diesen Fällen muss der Anlagenbetreiber den erforderlichen Berührungsschutz (geeignete/isolierende Abdeckung) sicherstellen.
- Abdeckhauben, die über defekte Kabelverteilerschränke gezogen werden, müssen mit geeigneten Mitteln, z.B. einem Vorhängeschloss, gegen unberechtigten Zugriff gesichert werden.
- Falls die oben genannten Maßnahmen nicht möglich sind, muss die Anlage freigeschaltet werden.

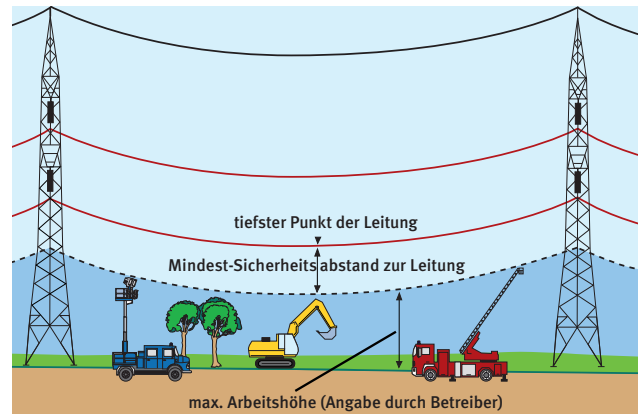
## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Hochspannung: störungsfreie Anlage

#### Hochspannungsfreileitung

Zu den Leiterseilen unter Spannung stehender Freileitungen dürfen die nachfolgenden Schutzabstände nicht unterschritten werden.

- > 1 kV bis 110 kV 3 m
- > 110 kV bis 220 kV 4 m
- > 220 kV 5 m



Ist die Höhe der Spannung nicht bekannt → Schutzabstand **5 m**

# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände Hochspannung: störungsfreie Anlage

### Störungsfreie Anlage:

- Von elektrischen Anlagen geht im störungsfreien Betrieb grundsätzlich keine Gefahr aus.
- Im Regelfall sind alle unter Spannung stehenden elektrischen Anlagenteile durch z.B. Isolierungen, Gehäuse, Gebäude, Abstand, Abschränkungen oder Umzäunungen gegen direktes Berühren geschützt.

Von nicht isolierten elektrischen Anlagen, z.B. Freileitungen, geht bei unzulässiger Annäherung eine große Gefahr aus. Durch das Einhalten von Schutzabständen kann dieser Gefahr begegnet werden.

Bei der Annäherung an ungeschützte, unter Spannung stehende Hochspannungsanlagen dürfen die nachfolgenden Schutzabstände bei nicht elektrotechnischen Arbeiten nicht unterschritten werden.

über 1 kV bis 110 kV 3 m

über 110 kV bis 220 kV 4 m

über 220 kV 5 m

**Zu den nicht elektrotechnischen Arbeiten gehören Einsätze von Hilfs- und Rettungskräften.**

Die Schutzabstände werden im berufsgenossenschaftlichen Regelwerk und den entsprechenden elektrotechnischen Bestimmungen vorgegeben.

### Beispiele für Annäherungen an Freileitungen:

- Entnahme von Material vom Fahrzeugdach
- in Stellung bringen von Leitern
- Ausfahren von Lichtmasten

Damit diese Schutzabstände richtig angewendet werden können, muss die Betriebsspannung der elektrischen Anlage eindeutig bekannt sein. Da die Einsatzkräfte dies in der Regel nicht sicher bestimmen können, gilt für Einsätze in Hochspannungsanlagen ein Schutzabstand von mindestens **5 m**.

**Ist die Höhe der Spannung nicht bekannt, muss vorsichtshalber ein Schutzabstand von mindestens 5 m eingehalten werden.**

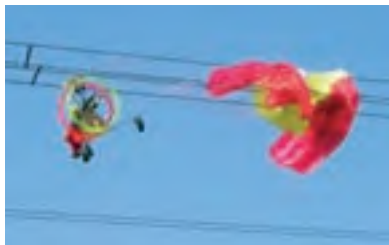
Die Höhe der Spannung ist ausschließlich dem Beauftragten des Energieversorgers bekannt.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

#### Hochspannungsfreileitung

Zu gestörten elektrischen **Hochspannungsfreileitungen** ist unbedingt ein **Schutzabstand von mindestens 20 m** einzuhalten.



# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Liegen Leiterseile auf dem Boden oder berühren Gegenstände, z.B. umgestürzte Bäume, Fahrzeuge, Spielgeräte unter Spannung stehende Freileitungen, muss davon ausgegangen werden, dass die betroffenen Leitungen weiterhin unter Spannung stehen.

Um die Gefahrenstellen ist ein Schutzabstand von mindestens **20 m** einzuhalten. ➔ Spannungstrichter, Schrittspannung

Berührt eine gestörte Hochspannungsleitung Metallteile, z.B. Zaun, Geländer oder umgestürzte Bäume, muss von diesen ebenfalls ein Abstand von mindestens **20 m** eingehalten werden.

Einsatzkräfte dürfen erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Energieversorgers tätig werden.

Bei einem Stromübertritt auf Fahrzeuge, Betonpumpen, Kipper oder Drehleitern und Lichtmasten von Einsatzfahrzeugen gelten für den Fahrzeugführer folgende Verhaltensregeln:

- versuchen, das Fahrzeug aus dem Gefahrenbereich zu bringen,
- den Führerstand nicht verlassen,
- Außenstehende vor dem Näherreten warnen und für einen Schutzabstand von mindestens **20 m** sorgen, ➔ Spannungstrichter, Schrittspannung
- veranlassen, dass die Anlage durch den Beauftragten des Energieversorgers freigeschaltet wird.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

#### Schrittspannung



Die Berührung des Bodens mit einem Hochspannung führenden Teil setzt das umliegende Erdreich unter Spannung!  
Diese baut sich mit zunehmendem Abstand ab. → Spannungstrichter

## Sicherheitsmaßnahmen

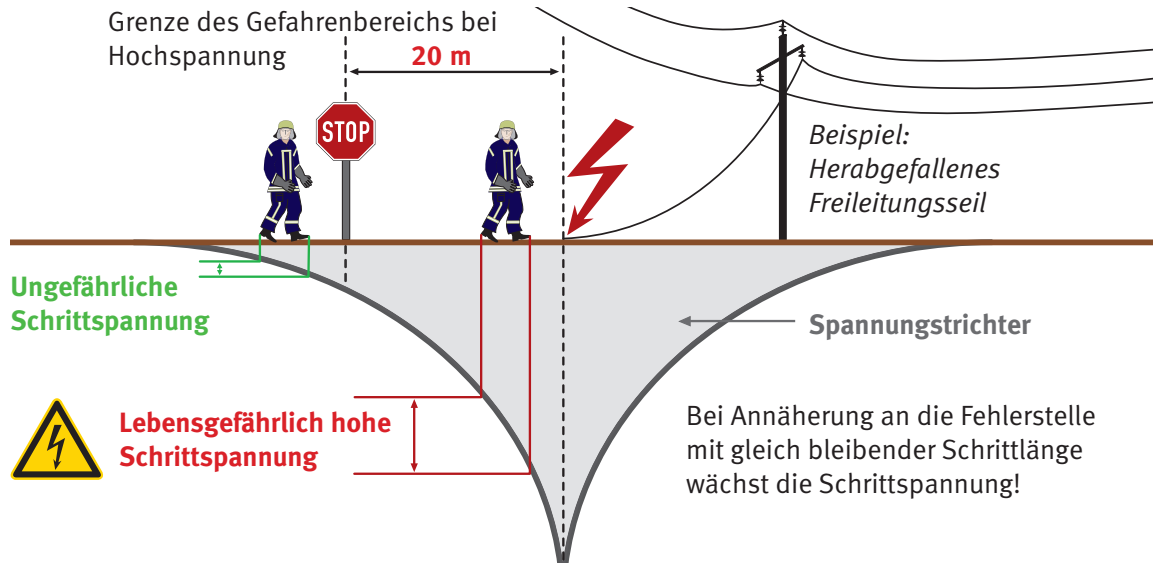
### Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Eine gefährliche Schrittspannung kann immer dann auftreten, wenn gestörte Freileitungen z.B. den Boden berühren oder Fahrzeuge in unter Spannung stehende Freileitungsseile gefahren sind. Dadurch wird um die Fehlerstelle herum das Erdreich unter Spannung gesetzt. Die Erde der Umgebung wird zum elektrischen Leiter und es bildet sich ein so genannter Spannungstrichter.

Auf dem mittleren Bild ist darauf hinzuweisen, dass die LKW-Karosserie unter Spannung steht. Bei Löscharbeiten berührte ein Feuerwehrmann die Karosserie am Kennzeichen und erlitt eine Durchströmung.

## Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

### Schrittspannung/Spannungstrichter





# Sicherheitsmaßnahmen

## Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Ein Spannungstrichter ist der Bereich des Erdbodens in der Nähe einer Stromeintrittsstelle (z.B. ein herabgefallenes Leiterseil, der Standplatz eines Fahrzeuges mit Leiterseilberührung), in dem durch das Fließen des Stromes ein Spannungsfall auftritt.

In unmittelbarer Nähe der Stromeintrittsstelle ist die größte Stromdichte und damit auch die größte Schrittspannung zu erwarten. Mit dem Annähern an die Schadensstelle nimmt die Höhe der Schrittspannung zu.

Durch einen Schritt innerhalb dieses Spannungstrichters werden unterschiedliche Potentiale überbrückt. Dies kann zu einer gefährlichen Körperdurchströmung führen. Die Schrittspannung ist abhängig von der Schrittlänge und der Entfernung zur Fehlerstelle. Auch eine Überbrückung mit anderen Körperteilen führt zu einer gefährlichen Körperdurchströmung.

Aus diesem Grund muss zu derartigen Gefahrenstellen ein Abstand von mindestens **20 m** eingehalten werden. Hat die betreffende Leitung Kontakt zu Metallteilen (z.B. Zaun, Geländer), so muss zu diesen Teilen ebenfalls der entsprechende Abstand eingehalten werden.

Befindet sich eine Person innerhalb des Spannungstrichters, sollte sie mit dicht geschlossenen Beinen stehen bleiben und nichts berühren. Im Notfall kann dieser Bereich nur unter besonderer Vorsicht, mit geschlossenen Füßen hüpfend (ähnlich Sackhüpfen) oder mit möglichst kleinen Schritten (Fuß vor Fuß setzen) verlassen werden.

## Film „Schrittspannung“



## Sicherheitsmaßnahmen

### Film „Schrittspannung“

Auszug aus dem Film „Leben mit Hochspannung“ mit freundlicher Genehmigung der Österreichischen Versicherungsanstalt für Eisenbahnen und Bergbau.

In diesem Film wird das richtige Verhalten im Bereich eines Spannungstrichters gezeigt. Es wird praktisch vorgeführt, wie ein Spannungstrichter sicher und unbeschadet verlassen werden kann.

Den Film starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“.  
Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Hochspannung: gestörte Anlage – Erdkabel

**Schrittspannung!**



## Sicherheitsmaßnahmen

### Hochspannung: gestörte Anlage – Erdkabel

Auch Beschädigungen von Erdkabeln können im Bereich des Baggers zu einem Spannungstrichter mit einer gefährlichen Schrittspannung führen.

Es gelten die gleichen Sicherheitsmaßnahmen wie bei der gestörten Hochspannungsfreileitung (**20 m** Schutzabstand).

## Sicherheitsmaßnahmen

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

#### Maßnahmen:

- Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten nicht gewaltsam öffnen (**Türen, Zäune, Absperrungen etc.**)!
- Betriebsstätte nicht betreten!
- Eintreffen des Beauftragten des Betreibers abwarten!

**Mit dem Betreiber unbedingt  
Absprache halten!**



## Sicherheitsmaßnahmen

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Werden Einsätze in/an abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten erforderlich, dürfen diese durch die Einsatzkräfte nicht selbstständig geöffnet oder betreten werden. In diesen Fällen muss immer der Betreiber der Anlage verständigt werden.

Bis dahin beschränkt sich die Tätigkeit auf die Verhinderung der Brandausbreitung auf Objekte außerhalb der abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten.

Das Eintreffen des Beauftragten des Betreibers muss abgewartet werden.



**Solche Warnhinweise dürfen keinesfalls auf die leichte Schulter genommen werden. Wer Sicherheitsbarrieren überwindet, spielt mit seinem Leben!**

## Sicherheitsmaßnahmen

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

- **Einweisung** und **Freigabe** durch den Beauftragten des Betreibers, sonst **Lebensgefahr!**
- **Schutzabstände** zu elektrischen **Freileitungen** und **Anlagen** einhalten (auch mit Leitern, technischem Gerät und Löschmitteln)
- Brandausbreitung auf Objekte außerhalb der abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten verhindern





# Sicherheitsmaßnahmen

## Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Der Beauftragte des Betreibers trifft die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen und erteilt die Anweisungen zum Verhalten in der Anlage.

Die Vorgehensweise ist zwischen dem Einsatzleiter und dem Beauftragten des Betreibers abzustimmen.

Ein Einsatz ist erst nach Einweisung und erteilter Erlaubnis an den Einsatzleiter durch den Beauftragten des Betreibers zulässig.

Nicht vom Brand betroffene elektrische Einrichtungen sind nach Möglichkeit vor Löschmitteln und Brandeinwirkungen zu schützen.

Nur der Betreiber kennt den Schaltzustand der Anlage und die daraus resultierenden Gefahrenbereiche sowie die einzuhaltenen Schutzabstände.

## Sicherheitsmaßnahmen

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

#### Beschädigte Umhüllung

Bei beschädigter Umhüllung der Anlage:

- **Schutzabstand von 5 m einhalten**
- Bis zum Eintreffen des Betreibers Anlage absperren



# Sicherheitsmaßnahmen

## Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

### Verhalten bei gestörten elektrischen Anlagen

#### Erstmaßnahme:

Von geöffneten oder beschädigten elektrischen Anlagen muss je nach Spannungshöhe ein Schutzabstand von **1 m** bis **5 m** eingehalten werden.

Gestörte elektrische Anlagen müssen so gesichert werden, dass unter Spannung stehende Anlagenteile für Unbefugte und nicht eingewiesene Einsatzkräfte nicht zugänglich sind.

#### Weitergehende Maßnahmen:

Nach dieser Erstmaßnahme muss umgehend der jeweils zuständige Betreiber informiert werden, der dann weitergehende, auf den jeweiligen Sachverhalt abgestimmte Maßnahmen veranlassen wird.

Nachdem für den elektrotechnischen Laien die tatsächliche Spannungshöhe nicht ohne weiteres zu erkennen ist, wird für den Ersteinsatz nach folgenden Kriterien unterschieden:

- **Niederspannung (bis 1000 V)**      **mind. 1 m**
- **Hochspannung (über 1000 V)**      **mind. 5 m**
- **unbekannte Spannung**              **mind. 5 m**

Ist die Umhüllung einer abgeschlossenen elektrischen Anlage beschädigt, ist ein Schutzabstand von **5 m** zu allen Anlagenteilen einzuhalten (**Vorsicht gefährliche Spannung!**).

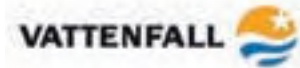
Gegenüber einer herabhängenden Freileitung verhindert hier die vorhandene Erdungsanlage eine gefährliche Schrittspannung. Der Schutzabstand von **20 m** kann in diesem Fall auf einen Abstand von **5 m** vermindert werden.

Die Einsatzkräfte können in erster Linie durch den Einsatz von Wachposten oder mithilfe von Abspermaterial die erforderlichen Schutzabstände her- und sicherstellen.

Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN



**PAUSE**



## MODUL 2

### Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes



# MODUL 2

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Im Modul 2 wird der prinzipielle Aufbau des elektrischen Versorgungsnetzes mit den einzelnen Komponenten erläutert.

- Kraftwerk
- Freileitung
- Umspannanlage
- Transformatorstation
- Ortsnetz

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Spannungsebenen

Grundsätzlich werden die Netze hinsichtlich ihrer Betriebsspannung unterschieden nach **Niederspannung** und **Hochspannung**.

In der Fachwelt der Elektrotechnik wird der Sammelbegriff **„Hochspannung“** in **Mittel-**, **Hoch-** und **Höchstspannung** unterteilt.

**Niederspannung**  
bis 1000 V

**Hochspannung** (1 kV [Kilovolt] = 1000 V)

ab 1 kV ... 30 kV **Mittelspannung**

110 kV **Hochspannung**

220 kV und 380 kV **Höchstspannung**



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Spannungsebenen

Als **Niederspannung** bezeichnet man alle Spannungen bis 1000 Volt („Volt“ ist die Einheit für die elektrische Spannung).

1000 V = 1 kV (gesprochen Kilovolt)

Alle Spannungen ab 1000 V aufwärts bezeichnet man als „**Hochspannung**“.

**In der Fachwelt der Elektrotechnik wird der Begriff „Hochspannung“ weiter unterteilt:**

Spannungen ab 1 kV bis ca. 30 kV werden als **Mittelspannung**,

Spannungen ab 65 kV bis 123 kV als **Hochspannung** und

alle Spannungen darüber, also 220 kV und 380 kV als **Höchstspannung** bezeichnet.

Ausgehend von den Kraftwerken, in denen aus Primärenergieträgern Kohle, Öl, Gas und Kernbrennstoff oder aus regenerativen Energien wie Wasser, Solarenergie, Geothermie sowie Wind elektrische Energie gewonnen wird, spannt sich das elektrische Netz der Elektroenergieversorgung über verschiedene Zwischenstationen bis zum Verbrauchsggerät des Endverbrauchers. Dabei ist das gesamte elektrische Netz von der Erzeugung bis zum Verbraucher quasi miteinander verbunden. Die Energie, die verbraucht wird, muss zeitgleich auch erzeugt und transportiert werden. Dies stellt eine Besonderheit des Produktes Elektroenergie dar.

Die Energie-Erzeugung findet industriell in Kraftwerken statt.

Das 380 kV-Höchstspannungsnetz stellt den Verbund zwischen den Gebieten mit großer Kraftwerkseinspeiseleistung und Gebieten mit hohem Leistungsbedarf auf nationaler und europäischer Ebene dar. Es verbindet die Kraftwerke mit den Ballungsräumen Deutschlands und Europas. Diesem Netz nachgegliedert sind eine Vielzahl von 110 kV-Netzen, über die die Verteilung der Elektroenergie auf regionaler Ebene erfolgt.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Schematische Darstellung



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Schematische Darstellung

Diese 110 kV-Netze werden aus dem Höchstspannungsnetz gespeist. Dazu wird die Spannung von 380 kV bzw. 220 kV heruntertransformiert. Die räumliche Ausdehnung der einzelnen 110 kV-Netze liegt durchschnittlich bei ca. 100 km bis 150 km. Diese einzelnen Netze können über Leitungen miteinander verbunden sein, um im Störfall die Versorgung sicherstellen zu können.

Alle Hoch- und Höchstspannungsnetze werden vermascht betrieben, d.h. der größte Teil der Leitungen ist an den Anfangs- und Endpunkten jeweils mit anderen Leitungen verknüpft. An den einzelnen Verknüpfungspunkten der Leitungen befinden sich **Umspannanlagen**.

Eine **Umspannanlage** umfasst neben den Schaltanlagen mit Leistungsschaltern und dem oder den Transformator(en) auch elektronische oder elektromechanische Schutz- und Steuerungstechnik zum Schutz aller Leitungen und der Transformatoren. Der Leistungsbereich der Transformatoren geht bis zu einigen hundert MVA (Mega-Volt-Ampere, Einheit für die elektrische Leistung gleich 1000 kW gleich 1 Million Watt).

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Komponenten

Zum Betrieb der Netze und der Umwandlung der verschiedenen Spannungen sind neben den Leitungen u.a. Schaltanlagen und Transformatoren notwendig.

**Umspannanlage:** Schaltanlagen, Transformatoren, Schutz- und Steuerungstechnik  
*Umwandlung von **Hochspannung** in **Mittelspannung***

**Freileitung:** Maste, Seile, Isolatoren  
*Energietransport*

**Trafostation:** Schaltanlagen, Transformatoren, Sicherungen  
*Umwandlung von **Mittelspannung** in **Niederspannung***

**Kabel:** Leiter, Isolation, Schirmung, Kabelmantel, Garnituren  
*Energietransport*

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Komponenten

**Transformatorstationen** versorgen im Vergleich zu einer Umspannanlage ein wesentlich kleineres Gebiet. Der durchschnittliche Leistungsbereich der Transformatoren liegt bei 0,05 bis 1,0 MVA. In den Stationen befinden sich neben den Schaltanlagen mit Lasttrennschaltern und dem oder den Transformator(en) noch Schmelzsicherungen zum Schutz des Transformators. Bei einem Ausfall einer Transformatorstation ist eine überschaubar kleine Anzahl von Endverbrauchern betroffen. Hier kann in einer angemessenen Zeit reagiert werden. In diesen Anlagen findet immer eine Umwandlung von Mittelspannung in Niederspannung statt. Im innerstädtischen Bereich wird die elektrische Energie üblicherweise durch **Kabel** übertragen; bei größeren Entfernungen nutzt man dazu **Freileitungen**.

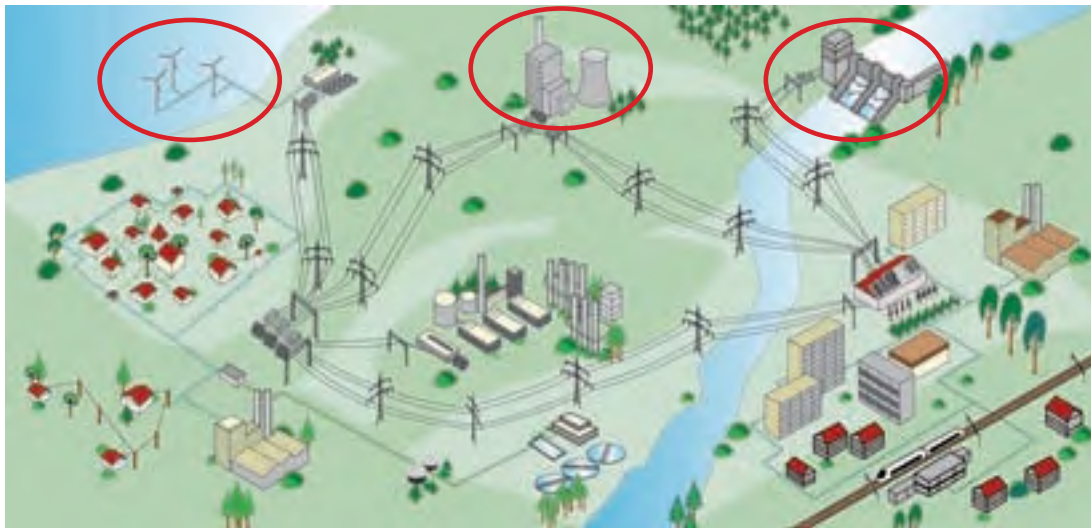
Aus den Umspannanlagen, die in ein 110 kV-Netz eingebunden sind, wird in die unterlagerten Mittelspannungsnetze auf 10 kV, 20 kV oder 30 kV heruntertransformiert. Aus einer Anlage werden zwischen 10 und 16 Mittelspannungsleitungen gespeist, in die jeweils wiederum bis zu 30 einzelne **Transformatorstationen** oder direkt größere Industriebetriebe eingebunden sind. Die einzelnen Leitungen sind bis zu 30 km lang. Diese Netze werden als offene Ringe betrieben, d.h. zwei oder mehrere Leitungen treffen sich an ihren Enden

in einer Transformatorstation. Die räumliche Ausdehnung der einzelnen Mittelspannungsnetze, gespeist aus einer Umspannanlage, liegt durchschnittlich bei ca. 10 km bis 25 km.

Die Mittelspannung wird wiederum in Transformatorstationen auf die haushaltsübliche Spannung von 230/400 V (Niederspannung) heruntertransformiert. Von diesen Transformatorstationen verlaufen Kabel oder Freileitungen entlang der einzelnen Straßenzüge, von denen Abzweige zu den einzelnen Häusern gehen.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Erzeugung – Kraftwerke



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Erzeugung – Kraftwerke

Die Erzeugung elektrischer Energie findet in Kraftwerken verschiedener Baugrößen nach unterschiedlichen Prinzipien und Energieträgern statt (Kohle, Kernkraft, Gas, Wind, Wasser, Photovoltaik).

Die Erzeugungsleistung reicht von einigen Kilowatt bis zu mehreren tausend Megawatt.

Bei den größeren Kraftwerken (Kohle, Kernkraft), mit Leistungen von mehreren Megawatt bis hin zu den größten Kraftwerken, wird die Kraftwerksleistung in mehreren so genannten Blöcken erzeugt.

Ein Block besteht dabei z.B. aus einer Kesselanlage (Kohlekraftwerk), einer Turbine, Nebenanlagen und einem Generator mit einer bestimmten Erzeugungsleistung.

Mehrere dieser Blöcke bilden dann ein Kraftwerk.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Erzeugung – Kraftwerke – Wasserkraftwerk

#### Generatoren in Wasserkraftwerken





# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Erzeugung – Kraftwerke – Wasserkraftwerk

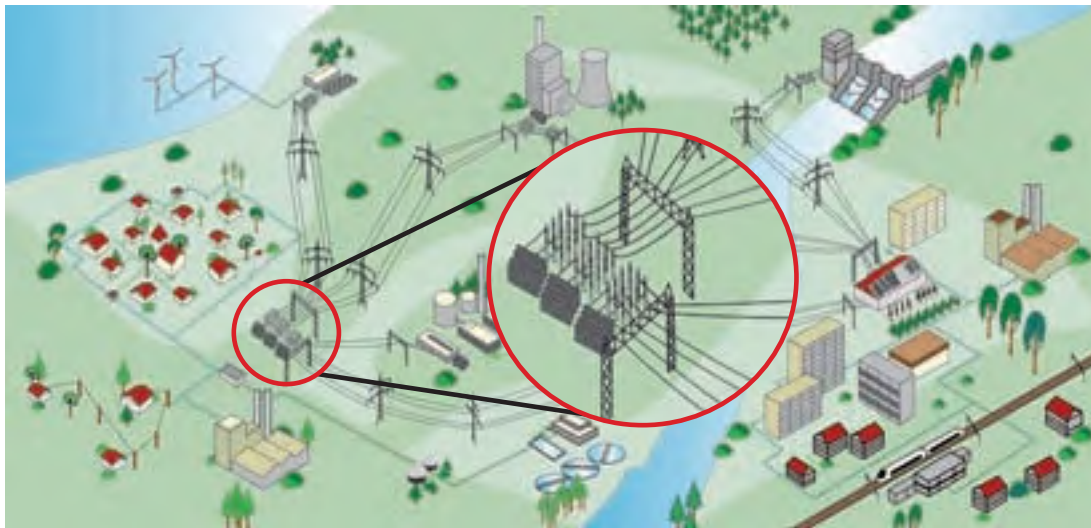
Innenansicht eines Wasserkraftwerks

Bei den hellgrünen Anlagenteilen (links im Bild) handelt es sich um den Turbinenbereich (Pelton-turbine).

Die dunkelgrünen Anlagenteile sind die Generatoren, die in diesem Wasserkraftwerk jeweils eine Spannung von ca. 10 kV erzeugen.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen

In Umspannanlagen befinden sich:

- Schaltanlagen
- Transformatoren
- Gebäude

Zum reibungslosen Betrieb dieser Anlagen sind eine Vielzahl weiterer technischer Einrichtungen notwendig:

- Hilfsenergieversorgung incl. Batterieanlage,
- Fernwirkgerät, z.B. zur Einschaltung der Straßenbeleuchtung,
- Mess- und Zähleinrichtungen,
- Steuer- und Überwachungseinrichtungen,
- Schutzeinrichtungen,
- Brandmeldeanlagen,
- Ölauffangeinrichtungen und Ölabscheider,
- Wasser- und Abwasseranlagen.

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – abgeschlossene elektrische Betriebsstätte



Luftbild einer Umspannanlage 110/20 kV

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Eine übliche Freiluft-Umspannanlage von 110 kV auf 20 kV ist als so genannte *abgeschlossene elektrische Betriebsstätte* komplett von einem Zaun umgeben.

Die Zugangstüren und -tore werden immer verschlossen gehalten. Zutritt haben nur *Elektrofachkräfte* oder *elektrotechnisch unterwiesene Personen*.

*Elektrotechnische Laien* dürfen nur unter Aufsicht von *Elektrofachkräften* oder *elektrotechnisch unterwiesenen Personen* die Anlagen betreten.

Einsatzkräfte, auch wenn sie eine elektrotechnische Ausbildung abgeschlossen haben, dürfen die Anlagen nur nach **Freigabe durch den Beauftragten des Betreibers** betreten.

Die 110 kV-Schaltanlage ist hier wie üblich als Freiluftanlage ausgeführt. Zwei Transformatoren für die Umwandlung der Spannung von 110 kV in 20 kV und das Gebäude für die 20 kV-Innenraum-Schaltanlage sind zu erkennen.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – Freiluftschaltanlage

#### Leitungsfelder in Hochspannungsanlagen



Leistungsschalter in einem 380 kV-Schaltfeld



110 kV-Schaltfeld

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – Freiluftschaltanlage

Schaltanlagen werden unterschieden nach Innenraum- und Freiluftaufstellung, nach der Isolationsart, der Art der Kapselung und der Spannungsebene.

Im Bereich von Umspannanlagen sind die Schaltanlagen mit Trennern, Leistungsschaltern, Wandlern und Schutz- und Steuergeräten bestückt.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – Schaltanlagen (SF<sub>6</sub> – isoliert)

#### Mittelspannung



20 kV-SF<sub>6</sub>-Schaltanlage

#### Hochspannung



110 kV-SF<sub>6</sub>-Schaltanlage



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – Schaltanlagen (SF<sub>6</sub> – isoliert)

Moderne Innenraumschaltanlagen werden als so genannte *SF<sub>6</sub>-Schaltanlagen* ausgeführt. Das Gas SF<sub>6</sub> stellt dabei das Isoliermedium dar und ist in reiner Form ungiftig. Strömt an defekten Anlagen SF<sub>6</sub>-Gas aus, verdrängt dieses schwerere Gas die leichtere Atemluft – was gefährlich werden kann. Weitere Informationen dazu bietet die BG-Information „SF<sub>6</sub>-Anlagen und -Betriebsmittel“ (BGI 753).

Die BGI 753 ist auf der Internetseite der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse als Download verfügbar.

[www.bgetem.de](http://www.bgetem.de)

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – Sekundärtechnik



Netzschutz  
elektromechanische Ausführung



Netzschutz  
moderne digitale Ausführung

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – Sekundärtechnik

Die Schutztechnik hat die Aufgabe, bei einem Kurzschluss oder einer thermischen Überlastung die elektrischen Betriebsmittel und Anlagen sowie auch das Netz vor einem Schaden zu bewahren oder bereits aufgetretene Schäden auf ein Minimum zu begrenzen.

In einigen Fällen besteht die Aufgabe der Schutztechnik auch darin, Menschen und Nutztiere vor Schaden zu bewahren.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – Großtransformatoren

**Maße und Gewichte 40 MVA-Transformator 110/20 kV:**

Ölgewicht:	17 565 kg
Aktivteil (Eisen/Kupfer):	46 555 kg
Kessel (Stahl):	15 200 kg
Ausdehnungsgefäß:	920 kg
Durchführung (Porzellan):	97 kg
Gesamtgewicht:	~ 80 900 kg
L x B x H:	9,50 x 2,95 x 3,89 m



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – Großtransformatoren

Transformatoren haben die Aufgabe, Elektroenergie bei gegebener Spannung und Frequenz auf ein oder mehrere Drehstrom-Systeme gleicher Frequenz höherer oder niedrigerer Spannungen zu übertragen.

Die Hauptbauteile eines Öl-Transformators sind der Kessel, der Kern aus geschichtetem Trafoblech, die Ober- und Unter Spannungswicklungen, die Ölfüllung zur Isolation und Kühlung, Durchführungsisolatoren und ggf. verschiedene Überwachungsgeräte.

Die Transformatoren sind in der Regel mit Ölauffangeinrichtungen ausgerüstet, um Gewässerschäden durch austretendes Öl zu vermeiden.

Ein Transformator kann sich durch einen technischen Defekt (z.B. Kurzschluss) entzünden. Das brennende Transformatorenöl sowie das zur Isolation verwendete ölgetränkte Papier in den Wicklungen lassen sich schwer löschen.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Umspannanlagen – Einsatzbeispiel



Bilder: FF Alfeld (Leine)

Durch Kurzschluss  
ausgelöster Brand  
eines Transformators.  
Wegen der Einhausung  
ist der Transformator  
nicht direkt erkennbar.

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Umspannanlagen – Einsatzbeispiel

Durch Kurzschluss ausgelöster Brand eines Transformators, der wegen der Einhausung nicht erkennbar ist.

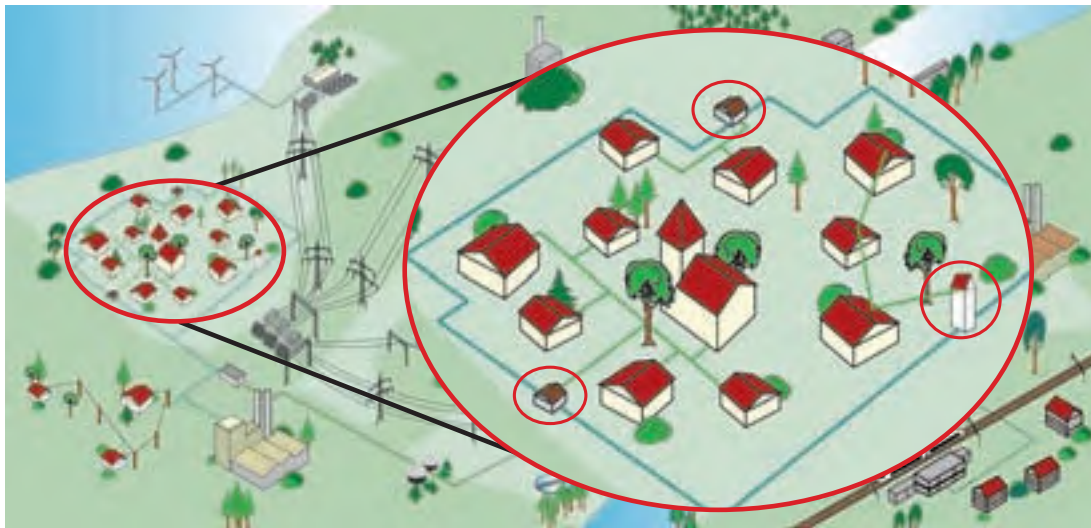
Transformatoren, die in der Nähe von Wohnhäusern aufgestellt sind, werden aus Lärmschutzgründen eingehaust. Der Lärm entsteht sowohl durch den Trafo selbst als auch durch die notwendigen Kühlaggregate.

Hier wird gezeigt, wie ein Brand an einem Transformator in einer Freiluftschaltanlage bekämpft wird. Die Feuerwehr wurde vom Betreiber eingewiesen. Der Einsatzleiter hat dann unter Wahrung der einzuhaltenden Sicherheitsabstände die Fahrzeugaufstellung festgelegt und den Einsatzbefehl zum erfolgreichen Löschangriff gegeben.

Hierzu konnte, nach Freischaltung der Anlage durch den Betreiber, auch Schaum als Löschmittel eingesetzt werden.

Im **Modul 3** wird darauf genauer eingegangen!

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Ortsnetztransformatorenstationen





# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Ortsnetztransformatorenstationen

Schaltanlagen in Ortsnetzstationen sind Nieder- und Mittelspannungsschaltanlagen (0,4 kV, 10 – 30 kV). Die Schaltanlage stellt im Netzaufbau einen Netzknotenpunkt dar und ermöglicht die schnelle Anpassung des Schaltzustandes und die günstige Auslastung der Betriebsmittel.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Ortsnetztransformatorenstationen

Gebäudestation



Gebäudestation



Erdkabelanschluss

Gebäudestation



Maststation



Freileitungsanschluss

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Ortsnetztransformatorenstationen

Das Aussehen einer Ortsnetzstation hängt vom Gebäudetyp ab, in dem sie untergebracht ist. Dies können ein oder mehrere Räume eines größeren Bürokomplexes, ein Turm, ein garagenähnliches Gebäude, eine Kompaktstation oder nur ein Mast sein.

Eine übliche Ortsnetzstation ist als so genannte *abgeschlossene elektrische Betriebsstätte* rundum geschlossen. Die Zugangstüren werden immer verschlossen gehalten.

Solche Stationen findet man auch in großen Gebäuden und Fabriken. Sie befinden sich dort ganz unscheinbar hinter einer Stahltür, die mit einem Warnschild gekennzeichnet ist.

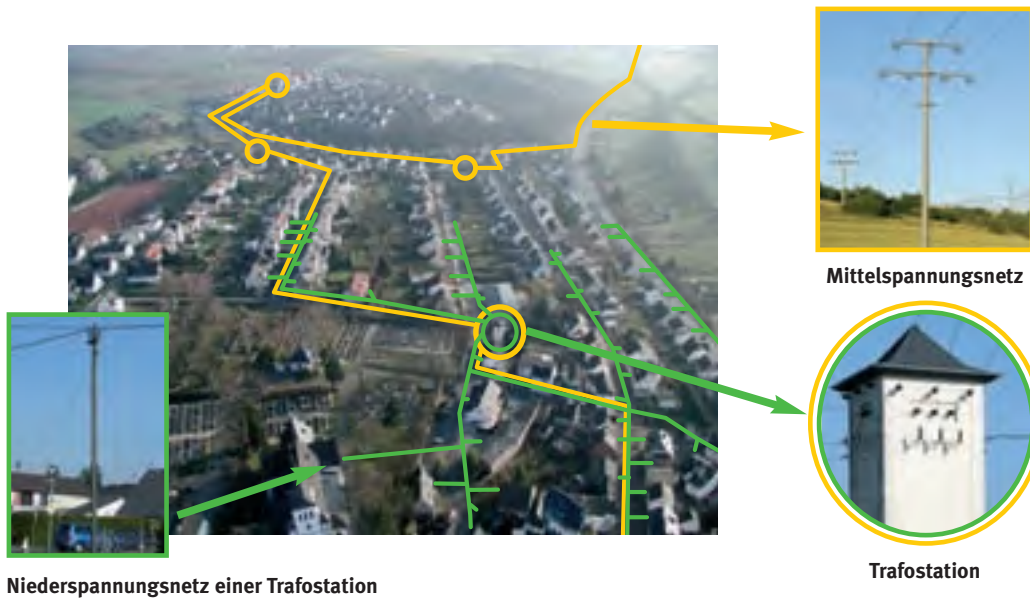


Zutritt haben nur *Elektrofachkräfte* oder *elektrotechnisch unterwiesene Personen*.

*Elektrotechnische Laien* dürfen nur unter Aufsicht von *Elektrofachkräften* oder *elektrotechnisch unterwiesenen Personen* diese Anlagen betreten bzw. öffnen.

Einsatzkräfte, auch wenn sie eine elektrotechnische Ausbildung abgeschlossen haben, dürfen die Anlagen nur nach **Freigabe durch den Beauftragten des Betreibers** betreten.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Ortsnetz



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Ortsnetz

Die Folien 39 bis 42 zeigen aufeinanderfolgend den Aufbau einer Elektroenergieversorgung in einem Ortsnetz.

Die Ortsnetze verfügen über zwei verschiedene Spannungsnetze, das Mittelspannungsnetz und das Niederspannungsnetz. Die Mittelspannung wird dabei in Transformatorenstationen auf die haushaltsübliche Spannung von 230/400 V (Niederspannung) heruntertransformiert.

Sie versorgen im Vergleich zu einer Umspannanlage ein wesentlich kleineres Gebiet.

Der durchschnittliche Leistungsbereich der Transformatoren liegt bei 50 bis 1000 kVA.

In den Stationen befinden sich neben den Schaltanlagen mit Lasttrennschaltern und dem oder den Transformator(en) noch Schmelzsicherungen zum Schutz des Transformators.

Von diesen Transformatorstationen verlaufen Kabel oder Freileitungen entlang der einzelnen Straßenzüge, von denen Abzweige zu den einzelnen Häusern führen.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

### Leitungen – Freileitungen



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Leitungen – Freileitungen

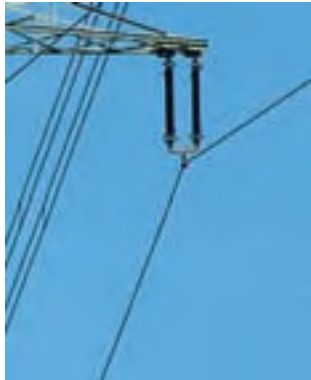
Man kann die Betriebsspannung einer Freileitung durch bloßes Betrachten nicht erkennen. Anhand der Isolatoren ist es jedoch möglich, zu erkennen, wie hoch die maximale Bemessungsspannung sein kann.

Die tatsächliche Betriebsspannung kann niedriger als die Bemessungsspannung sein und „passt“ dann nicht zu der Länge der Isolatoren.

Die tatsächliche Betriebsspannung ist nur dem Netzbetreiber bekannt.

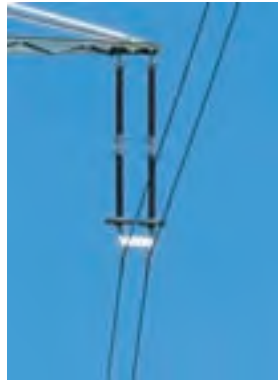
## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Hochspannungsfreileitungen – Isolatoren

110 kV



Länge Isolatoren  
ca. 1,10 m

220 kV



Länge Isolatoren  
ca. 2,30 m

380 kV



Länge Isolatoren  
ca. 3,50 m



# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Hochspannungsfreileitungen – Isolatoren

Das Bild zeigt einen Größenvergleich der Isolationsstrecken und damit der Isolatorenlängen der Spannungsebenen 110 kV bis 380 kV (von links nach rechts).

Länge der Isolatoren (Keramikteil ohne Metall-Armaturen) ca.:

110 kV 1,10 m **eine Kette**  
220 kV 2,30 m **zwei Ketten**  
380 kV 3,50 m **drei Ketten**

Die Isolatoren können als Einfach- oder als Doppelkette ausgeführt sein.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Hochspannungsfreileitungen – Masthöhen

110 kV



Masthöhe ca. 25 – 30 m

220 kV/380 kV



Masthöhe ca. 35 – 75 m  
links 220 kV, rechts 380 kV

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Hochspannungsfreileitungen – Masthöhen

### Durchschnittliche Masthöhen:

110 kV 25 m bis 30 m

220 kV 35 m bis 75 m

380 kV 35 m bis 75 m

Die Leitungen bis 110 kV bestehen in der Regel aus einem Einfachseil. 220 kV- oder 380 kV-Leitungen werden in der Regel als Bündelleiter (Zweier-, Dreier-, Vierer-Bündel) ausgeführt.

Die Höhen einzelner Masten können in Abhängigkeit von der Spannfeldlänge (= Abstand zwischen zwei Masten), der Anzahl der Traversen und dem Gelände (Acker, Hügel, Fluss) stark von diesen Angaben abweichen.

Als Leiterseil kommen Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminium-Stahl-Seile zum Einsatz; Aluminiumseile hauptsächlich im Niederspannungsnetz.

Bei einem Aluminium-Stahl-Seil werden durch den Stahlseil-Anteil die mechanische Zugfestigkeit und über den Aluminium-Anteil die gute elektrische Leitfähigkeit realisiert.

Moderne Freileitungen werden nicht mehr mit Kupferseilen ausgestattet, da Kupfer zu teuer und zu schwer ist.

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Isolatoren

0,4 kV



Länge der Isolatoren ca. 0,10 m

20 kV



Länge der Isolatoren ca. 0,25 m

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Isolatoren

Leitungen und Isolatoren im Nieder- und Mittelspannungsnetz

### Isolatorlänge:

0,4 kV 0,10 m

20 kV 0,25 m

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Masthöhen

0,4 kV



Masthöhe ca. 8 – 12 m  
Niederspannungsfreileitung

20 kV



Masthöhe ca. 10 – 16 m  
20 kV-Doppelleitung

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Masthöhen

### **Masthöhen:**

0,4 kV    8 m bis 12 m

20 kV    10 m bis 16 m

## Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – isoliert



0,4 kV-Freileitung – isoliert

20 kV-Freileitung – isoliert





# **Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes**

## **Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – isoliert**

Wenn in Ortsnetzen isolierte Freileitungen verwendet werden, kann man auf Isolatoren verzichten.

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Leitungen – Erdkabel



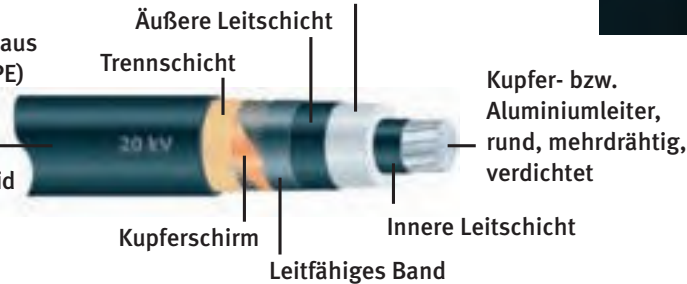
Bild: Nexans

Niederspannungskabel

Mittelspannungskabel



Außenmantel aus Polyethylen (PE) schwarz oder Polyvinylchlorid (PVC) rot



Bilder: Südkabel GmbH, Mannheim

# Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

## Leitungen – Erdkabel

Neben Freileitungen werden auch Kabel zur Übertragung elektrischer Energie eingesetzt. Im Bereich der Mittel- und Niederspannung werden heute fast ausschließlich nur noch Kabelanlagen neu gebaut.

### **Aufbau des Kabels von innen nach außen:**

**Leiter** (Kupfer oder Aluminium meist verseilt)

**Innere Leitschicht** (Leiterglättungsschicht zur Feldsteuerung)

**Isolationsschicht** aus vernetztem Polyethylen (VPE)

**Äußere Leitschicht**

**Leitfähiges Band**

**Kupferschirmdrähte**

**Kupferband**

**Außenmantel**

Kabel sind im Vergleich zu Freileitungen gegenüber Witterungseinflüssen weniger anfällig.

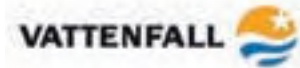
Von freigelegten, schadhafte Kabeln gehen die gleichen Gefahren aus wie von herabgefallenen Freileitungsseilen.

Die Höhe der Betriebsspannung kann man an einem verlegten Kabel durch bloßes Betrachten kaum feststellen.

Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN





**PAUSE**

## MODUL 3

### Verhalten an der Einsatzstelle



# MODUL 3

## Verhalten an der Einsatzstelle

Im Modul 3 wird das sichere Vorgehen an den verschiedensten Einsatzstellen erläutert.

Es werden die zugehörigen Schutzabstände und Hilfsmaßnahmen sowie die Lösch- und Bergemaßnahmen erklärt.

- Niederspannungsanlagen
- Hochspannungsanlagen
- Bergen von Personen oder Gegenständen
- Einsatz von Löschmitteln
- Verhalten in besonderen elektrischen Anlagen

## Verhalten an der Einsatzstelle störungsfreie/gestörte Anlagen





## Verhalten an der Einsatzstelle

### Störungsfreie/gestörte Anlagen

„Störungsfreie Anlage“ bezeichnet den Zustand einer Anlage, die bestimmungsgemäß und fehlerfrei arbeitet.

Wenn Anlagen sich auf Grund von Schäden durch Sturm, Hochwasser, einem Verkehrsunfall oder einem Brand in unvorhergesehenem Zustand befinden, ist damit zu rechnen, dass hiervon elektrische Gefährdungen ausgehen.

Diese wird dann als „gestörte Anlage“ bezeichnet.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schutzabstände störungsfreie/gestörte Anlagen



Niederspannung  
ungestört  
**mind. 1 m**



Niederspannung  
gestört  
**mind. 1 m**



Hochspannung  
ungestört  
**mind. 5 m**



Hochspannung  
gestört  
**mind. 20 m**

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Schutzabstände störungsfreie/gestörte Anlagen

Maßgebend für den sicheren Einsatz ist das Einhalten der Schutzabstände.

Zu Niederspannungsanlagen beträgt der Schutzabstand sowohl im ungestörten (Bild: Dachständereinspeisung) als auch im gestörten Zustand (Bild: beschädigter Kabelverteilerschrank) **1 m**.

Zu ungestörten Hochspannungsanlagen ist bei unbekannter Spannungshöhe ein Schutzabstand von **5 m** erforderlich.

Bei gestörter Hochspannungsanlage gilt auf Grund des sich ergebenden Spannungstrichters ein Schutzabstand von **20 m** ab der Störungsstelle.

## Verhalten an der Einsatzstelle Niederspannung



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Niederspannung

Mit Niederspannungsanlagen werden Einsatzkräfte bei fast jedem Einsatz konfrontiert.

Obwohl solche Anlagen zum Teil auch von elektrotechnischen Laien bedient werden dürfen, bergen diese insbesondere an Brandeinsatzstellen besondere Gefahren, wenn sie nicht mehr in ordnungsgemäßem Zustand sind.

Neben der Gefahr der Körperdurchströmung besteht die Gefahr von Verbrennungen durch Störlichtbögen.

Dies gilt besonders für Anlagen der Stromversorgung, im Industriebereich und auch bei der Niederspannungs-Hausinstallation.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Bedienen von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

#### Bedienen durch elektrotechnische Laien

Nur störungsfreie Schalteinrichtungen (augenscheinlich intakt), die ohne Werkzeuge zugänglich und zu betätigen sind, dürfen von elektrotechnischen Laien bedient werden.

#### Beispiele:



Verteilung mit  
Leitungsschutz-  
schaltern und  
Schraubsicherungen



Hauptschalter  
einer Anlage mit  
Not-Aus-Funktion



Not-Aus-Taster  
z.B. in Industrieanlagen



Feuerwehrhauptschalter zum  
Freischalten einer komplexen  
Anlage in Verbindung mit einer  
BMA mit Feuerwehrschlüssel

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Bedienen von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

Nur ungestörte Schalteinrichtungen (augenscheinlich intakt), die ohne Werkzeuge zugänglich und zu betätigen sind, dürfen von elektrotechnischen Laien bedient werden.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schalten von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

#### Schalten durch Elektrofachkräfte

Alle anderen Schalteinrichtungen dürfen nur von Elektrofachkräften bedient werden.

Der auf Einsatzfahrzeugen mitgeführte Elektrowerkzeugkasten ist **nur für Elektrofachkräfte** vorgesehen!

#### Beispiele:



Hausanschlusskasten mit Niederspannungs-Hochleistungssicherungen (NH-Sicherungen)



Lasttrennschalter mit NH-Sicherungen



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Schalten von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

Schalteinrichtungen, bei denen aktive Teile berührt werden können und bei denen die Gefahr eines Störlichtbogens besteht, dürfen nur von Elektrofachkräften und besonders unterwiesenen Personen (VDE 0105-100) geschaltet werden.

Hier werden hohe Leistungen mit erheblichem Gefahrenpotenzial geschaltet.

### **Achtung!**

**Der auf Einsatzfahrzeugen mitgeführte Elektrowerkzeugkasten (DIN 14 885 „Feuerwehr-Elektrowerkzeugkasten“ mit bis 1000 V isolierten Werkzeugen) ist nur für Elektrofachkräfte vorgesehen.**

**Er darf von Einsatzkräften ohne elektrotechnische Ausbildung nicht verwendet werden!**

Bei Arbeiten an und beim Schalten von elektrischen Niederspannungsanlagen ist eine zusätzliche Schutzausrüstung (**isolierender** Schutzhelm mit Visier sowie spezielle Handschuhe mit entsprechender Kennzeichnung) und eine besondere Qualifikation erforderlich.

**Die „Ausbildung“ als Elektrofachkraft ist nicht immer ausreichend.**

Es muss zur Ausbildung auch eine ausreichende Berufspraxis im entsprechenden Tätigkeitsbereich vorliegen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Hilfsmaßnahmen im Bereich gestörter elektrischer Anlagen

#### Niederspannung

- Eigenschutz hat immer Vorrang!
- **1 m Schutzabstand einhalten**
- Zuständigen Betreiber verständigen
- Auf den Beauftragten des Betreibers warten, der die erforderlichen Maßnahmen einleitet (Freischaltung)
- Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten
- Verunfallten durch Rettungsdienst zur medizinischen Untersuchung/Behandlung ins Krankenhaus bringen lassen



Umgefahrener Kabelverteiler

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hilfsmaßnahmen im Bereich gestörter elektrischer Anlagen

### Niederspannung

Ob eine Gefahr durch den elektrischen Strom besteht, kann auf Anhieb nicht erkannt werden.

Es muss immer davon ausgegangen werden, dass über den beschädigten Kabelverteiler auch das Unfallfahrzeug unter Spannung steht.

Die Reifen stellen bei Niederspannung eine Isolationsstrecke dar.

Durch Bewegung des Unfallfahrzeuges kann es zu einem Störlichtbogen kommen.

Bei Berührung des Kabelverteilerschranks oder des Unfallfahrzeuges durch Personen kann es zu einer gefährlichen Körperdurchströmung kommen.

Deshalb hat der Eigenschutz Vorrang, es muss ein Schutzabstand von **1 m** um alle leitfähigen Teile (Kabelverteiler; Unfallfahrzeug) eingehalten werden.

Sind Personen in dem Fahrzeug, sprechen Sie diese an. Halten Sie dabei den Schutzabstand ein. Das Fahrzeug darf nicht verlassen werden, solange nicht freigeschaltet ist.

**Sollte es bei einer Person zu einer Körperdurchströmung gekommen sein, ist diese durch den Rettungsdienst zu einer medizinischen Untersuchung ins Krankenhaus zu bringen.**

**Nach jedem Stromunfall ist ein EKG erforderlich.**

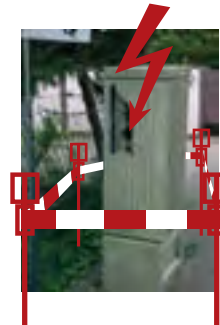
**Lassen Sie den Verunfallten niemals durch eigenes Personal zum Krankenhaus bringen. Auf dem Weg dorthin könnte es zu medizinischen Komplikationen kommen.**

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Hilfsmaßnahmen im Bereich gestörter elektrischer Anlagen

#### Niederspannung – Berührungsschutz

- **Mindestens 1 m Schutzabstand**
- **Gefahrenbereich absperren**
- Betreiber informieren
- Betreiber stellt den Berührungsschutz durch geeignete isolierende Abdeckungen her.



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Hilfsmaßnahmen im Bereich gestörter elektrischer Anlagen

Sperren Sie den Gefahrenbereich nach Möglichkeit ab oder treffen Sie sonstige Maßnahmen, die eine Gefährdung Dritter verhindern.

Benachrichtigen Sie den zuständigen Betreiber.

Warten Sie auf den Beauftragten des Betreibers, der dann die erforderlichen Maßnahmen ergreifen wird.

Lassen Sie sich die Freisaltung bestätigen.  
Erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Betreibers dürfen Sie mit dem Einsatz beginnen.

Befinden sich nicht ansprechbare Personen im Fahrzeug, darf mit Erste-Hilfe-Maßnahmen erst begonnen werden, wenn sichergestellt ist, dass durch Umsetzen der 5 Sicherheitsregeln durch den Betreiber der spannungsfreie Zustand hergestellt ist (Anlage ist freigeschaltet, Freisaltung).

Auch wenn die Fahrzeuginsassen das Fahrzeug verlassen haben, muss man davon ausgehen, dass eine elektrische Gefährdung besteht.

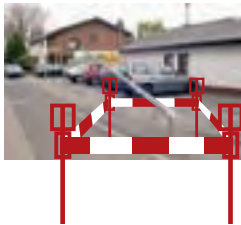
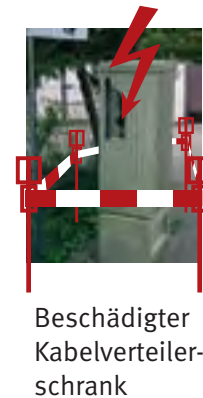
Hier treffen die vorgenannten Verhaltensweisen ebenfalls zu.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen



**Schutzabstand 1 m  
um alle leitfähigen Teile  
→ absperren!**



Umgefahrene  
Straßenbeleuchtungs-  
masten noch in Funktion

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen

Beschädigte elektrische Anlagen, z.B. Straßenbeleuchtung oder Ampeln, müssen abgesperrt werden, damit unter Spannung stehende Anlagenteile für Passanten nicht zugänglich sind.

Die gleiche Gefährdung geht auch von Fahrzeugen aus, die mit unter Spannung stehenden Anlagenteilen in Berührung stehen (siehe Folie 59 „Bus auf Laternenmast“).

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen



Dachständer kann  
unter Spannung stehen!





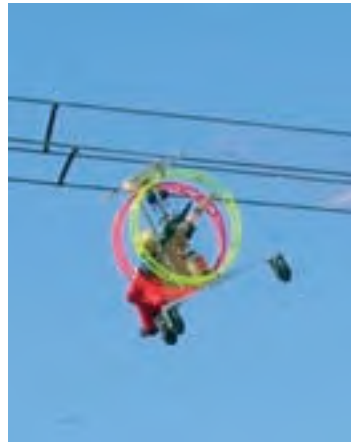
## Verhalten an der Einsatzstelle

### Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen

Bei Dachstuhlbränden ist besondere Aufmerksamkeit geboten, weil vorhandene Dachständer weiterhin unter Spannung stehen können.

Daher ist bis zur Freigabe durch den Betreiber ein Schutzabstand von mindestens **1 m** einzuhalten.

## Verhalten an der Einsatzstelle Hochspannung



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hochspannung

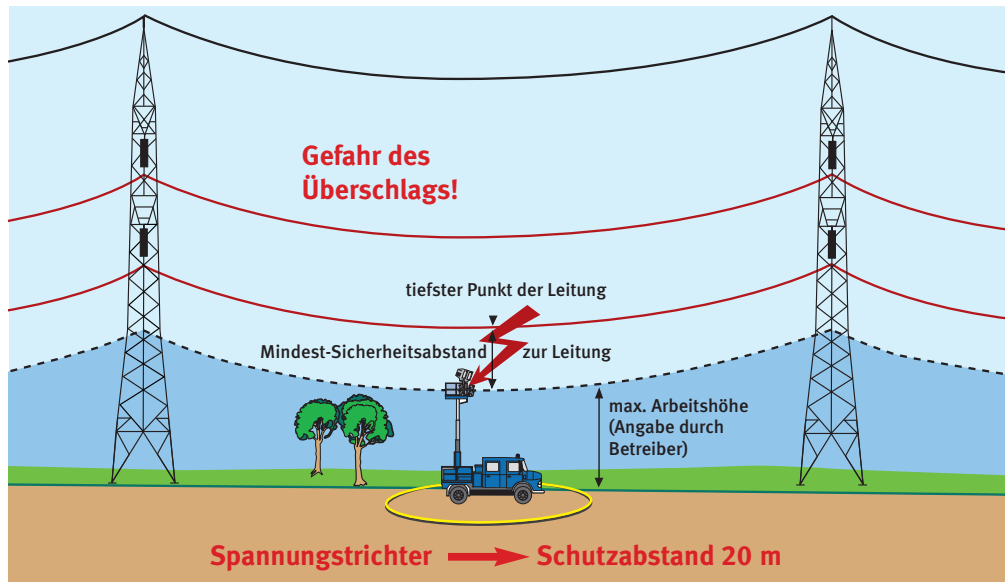
Bei Hochspannungsanlagen muss mit besonderer Vorsicht vorgegangen werden.

Hier reicht schon die Annäherung an eine Hochspannungsleitung aus, um einen Überschlag auszulösen.

Dieser kann unter Umständen einer Berührung gleichgesetzt werden.

Der Schutz vor Durchströmung wird in diesem Fall durch das Isolationsmedium Luft, d.h. Abstand, erreicht.

## Verhalten an der Einsatzstelle Hochspannung – Schutzabstand



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hochspannung – Schutzabstand

Von ungeschützten (blanken) elektrischen Anlagen geht bei Annäherung eine große Gefahr aus. Durch das Einhalten von Schutzabständen kann dieser Gefahr begegnet werden.

Bei der Annäherung an ungeschützte, unter Spannung stehende Anlagen sind Schutzabstände einzuhalten

### Beispiele für Annäherungen an Freileitungen:

- Entnahme von Material vom Fahrzeugdach
- in Stellung bringen von Leitern/Drehleitern
- Ausfahren von Licht- und Hubmasten

Nach der Vorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV/GUV-V A3) und dem elektrotechnischen Regelwerk (VDE 0105-100) sind für **nicht elektrotechnische Arbeiten** in der Nähe unter Spannung stehender Betriebsmittel folgende Schutzabstände festgelegt:

über	1 kV	bis	110 kV	3 m
über	110 kV	bis	220 kV	4 m
über	220 kV			5 m

Zu den nicht elektrotechnischen Arbeiten gehören auch **Einsätze von Hilfs- und Rettungskräften.**

Damit diese Schutzabstände angewandt werden dürfen, muss die Betriebsspannung der elektrischen Anlage eindeutig bekannt sein.

Die Höhe der Spannung ist ausschließlich dem Beauftragten des Betreibers bekannt.

Bei Verwendung von Großgeräten wie z.B. Baggern, Kränen, Hubarbeitsbühnen, Kipper-Lastwagen, Betonpumpen-Fahrzeugen, Leitern, Bauaufzügen und Baugerüsten sind die Schutzabstände zu Spannung führenden Leitungen zu beachten und einzuhalten.

Ohne Angabe der Spannungshöhe darf ein Schutzabstand von **5 m** nicht unterschritten werden.

### Achtung!

**Bei der Unterschreitung des Schutzabstandes besteht akute Lebensgefahr!**

- **Abhängig von Temperatur und Belastung ändert sich der Durchhang der Leiterseile.**
- **Bei Wind ist zu berücksichtigen, dass die Seile seitlich ausschlagen.**

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Hilfsmaßnahmen im Bereich elektrischer Anlagen

#### Hochspannung

- Eigenschutz hat immer Vorrang!
- **20 m Schutzabstand einhalten**
- Zuständigen Betreiber verständigen
- Auf den Beauftragten des Betreibers warten, der die erforderlichen Maßnahmen einleitet (Freischaltung)
- Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten
- Verunfallten durch Rettungsdienst zur medizinischen Untersuchung/Behandlung ins Krankenhaus bringen lassen



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hilfsmaßnahmen im Bereich elektrischer Anlagen

Das Fahrzeug hat mit aufgestellter Kippmulde beim Abladen die Freileitung berührt, es bildet sich um das Fahrzeug ein Spannungstrichter.

Innerhalb dieses Spannungstrichters besteht die Gefahr einer Schrittspannung, die mit den Füßen (Beinen) oder über Hand/Fuß überbrückt wird und zu einer gefährlichen Körperdurchströmung führen kann.

➔ **Eigenschutz hat immer Vorrang!**  
**Aus diesem Grund ist ein Abstand von mindestens 20 m um das Fahrzeug einzuhalten.**

Sind Personen im Unfallfahrzeug, sprechen Sie diese an. Halten Sie dabei den Schutzabstand ein.

**Das Unfallfahrzeug darf nicht verlassen werden, solange nicht freigeschaltet ist.**

Sperren Sie den Gefahrenbereich (Schutzabstand mindestens **20 m**) nach Möglichkeit ab oder treffen Sie sonstige Maßnahmen, die eine Gefährdung Dritter verhindern.

Benachrichtigen Sie den zuständigen Betreiber.

Warten Sie auf den Beauftragten des Betreibers, der dann die erforderlichen Maßnahmen ergreifen wird.

Lassen Sie sich die Freischaltung bestätigen. Erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Betreibers dürfen Sie mit dem Einsatz beginnen.

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Verhalten an der Einsatzstelle Fahrzeug in Freileitungen (gestörte Hochspannungsanlage)

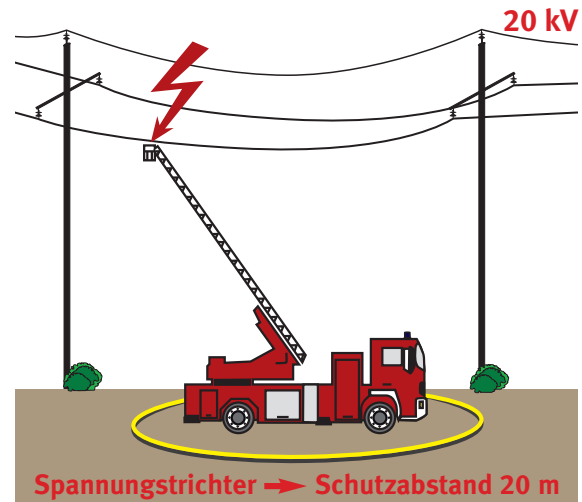
### Ruhe bewahren!

Wenn möglich, Gefahrenbereich verlassen

- Einziehen, Senken,
- Herausschwenken oder
- Herausfahren des Arbeitsgerätes

Wenn dies nicht möglich:

- Außenstehende Personen auffordern, Abstand zu halten
- Freischaltung veranlassen!
- Führerstand nicht verlassen



Fahrzeug oder Arbeitsmaschine berührt Hochspannungsfreileitung



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Fahrzeug in Freileitungen (gestörte Hochspannungsanlage)

Erste-Hilfe-Maßnahmen dürfen nicht innerhalb des Spannungstrichters (Schutzabstand mindestens **20 m**) erfolgen.

Mit Erste-Hilfe-Maßnahmen darf erst dann begonnen werden, wenn sichergestellt ist, dass freigeschaltet wurde. Dies gilt auch wenn sich nicht ansprechbare Personen im Fahrzeug befinden.

Auch wenn die Fahrzeuginsassen das Fahrzeug schon verlassen haben, muss weiterhin davon ausgegangen werden, dass eine elektrische Gefährdung besteht.

Hier treffen die vorgenannten Verhaltensweisen ebenfalls zu.

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Verhalten an der Einsatzstelle Fahrzeug in Freileitungen (gestörte Hochspannungsanlage)

- Nur bei unmittelbarer Gefahr (z.B. Brand) den Führerstand verlassen

### Schrittspannung!

- Beim Aussteigen Fahrzeug und Boden nicht gleichzeitig berühren
- Stolpern, stürzen unbedingt vermeiden
- Mit kleinen Schritten oder mit **geschlossenen Beinen hüpfend** aus dem Gefahrenbereich bewegen
- Außenstehende Personen **Schutzabstand von mind. 20 m**



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Fahrzeug in Freileitungen (gestörte Hochspannungsanlage)

Sollte es die Situation erfordern, dass das Führerhaus auf Grund eines Brandes verlassen werden muss, geben Sie entsprechende Verhaltensanweisungen:

- Beim Verlassen keinen Kontakt zwischen Führerhaus und Boden herstellen: Springen, ohne hinzufallen.
- Befindet sich eine Person innerhalb des Spannungstrichters, sollte sie mit dicht geschlossenen Beinen stehen bleiben und nichts (Gegenstände, Personen) berühren.
- Im Notfall kann dieser Bereich nur unter besonderer Vorsicht mit geschlossenen Füßen hüpfend (ähnlich Sackhüpfen) oder mit möglichst kleinen Schritten (Fuß vor Fuß setzen) verlassen werden.

Sollte es bei einer Person zu einer Körperdurchströmung gekommen sein, ist diese durch den Rettungsdienst zu einer medizinischen Untersuchung ins Krankenhaus zu bringen.

Nach jedem Stromunfall ist ein EKG erforderlich.

**Lassen Sie niemals den Verunfallten durch eigenes Personal (Feuerwehrkräfte) zum Krankenhaus bringen. Auf dem Weg dorthin könnte es zu medizinischen Komplikationen kommen.**

## Verhalten an der Einsatzstelle Personenrettung vom Mast

- Eigenschutz hat immer Vorrang!
- Zuständigen Betreiber verständigen
- Auf den Betreiber warten, der die erforderlichen Maßnahmen einleitet

**Nie ohne den Betreiber  
Rettungsversuche im Bereich  
von Masten durchführen!**



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Personenrettung vom Mast

Personen, die unbefugt einen Mast besteigen (z.B. Mutprobe, Selbstmord), sind oft nicht mehr in der Lage, aus eigener Kraft den Mast hinabzusteigen.

**Bei der Rettung von Personen vom Mast durch Einsatzkräfte sind folgende Abläufe einzuhalten:**

- Keine Rettungsversuche vor Freigabe durch den Betreiber unternehmen, denn schon bei Annäherung (siehe auch Folie 14, Modul 1) an Spannung führende Leitungen besteht Lebensgefahr!
- Den zuständigen Betreiber verständigen
- Auf den Beauftragten des Betreibers warten, der die erforderlichen Maßnahmen einleitet (z.B. Freischaltung, Festlegung des Gefahrenbereiches)
- Das Freischalten elektrischer Hochspannungsleitungen kann betriebsbedingt nicht immer unmittelbar erfolgen.

➔ **Eigenschutz hat immer Vorrang!**

## Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen

Vom Boden aus zugängliche Gegenstände, z.B. Äste, in der Freileitung können unter Spannung stehen.

- **Schutzabstand mind. 20 m**
- Freileitung ist weiterhin unter Spannung.
- Gefahrenbereich absperren, Unbefugte fernhalten



Äste in  
110 kV-Freileitung



„Spargelfolie“ in  
110 kV-Freileitung

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Gegenstände in Freileitungen

Herabgefallene Äste und Bäume oder z.B. Spargelabdeckfolie, die mit der Freileitung in Verbindung stehen, dürfen nicht berührt werden.

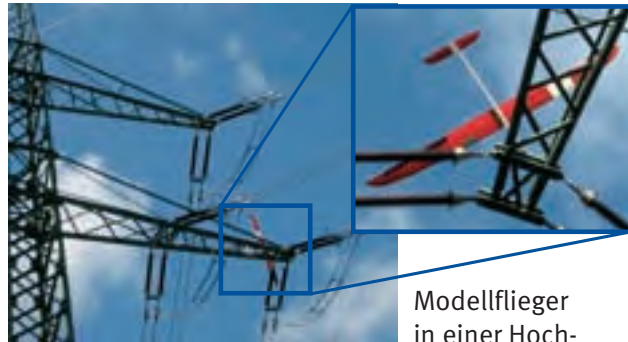
Es ist davon auszugehen, dass sich ein Spannungstrichter ausbildet.

➔ **Vorsicht Schrittspannung!**  
**Mindestens 20 m Schutzabstand!**

Der Gefahrenbereich ist abzusperren und der Betreiber zu benachrichtigen.

## Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen

- Den zuständigen Betreiber informieren
- Auf den Beauftragten des Betreibers warten und weitere Maßnahmen abstimmen
- Freischaltung der Freileitung ausschließlich durch den Beauftragten des Betreibers



Modellflieger  
in einer Hoch-  
spannungsfrei-  
leitung



Fluggerät in einer  
Hochspannungs-  
freileitung



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Gegenstände in Freileitungen

Gegenstände in Freileitung dürfen nicht vor der Freigabe durch den Betreiber entfernt werden!

Benachrichtigen Sie den zuständigen Betreiber.

Warten Sie auf den Beauftragten des Betreibers, der dann die erforderlichen Maßnahmen ergreifen wird.

Lassen Sie sich die Freisaltung bestätigen.  
Erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Betreibers dürfen Sie mit dem Einsatz beginnen.

## Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen



**Auf den Beauftragten des Betreibers warten und weitere Maßnahmen abstimmen.**

## **Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen**

Auch in diesem Fall ist die Absprache mit dem Betreiber unbedingt erforderlich!

Eigenmächtig durchgeführte Maßnahmen können Lebensgefahr bedeuten!

## Verhalten an der Einsatzstelle Freileitungsseil am Boden

- Freileitungsseile in der Nähe von Brandstellen können beschädigt werden und auf den Boden fallen.
- Auch wenn Freileitungsseile auf dem Boden liegen, können diese weiterhin unter Spannung stehen.
- Brand von Gegenständen, Ästen, Vegetation möglich
- Zu am Boden liegenden Freileitungsseilen muss ein **Schutzabstand von mind. 20 m** unbedingt eingehalten werden (lebensgefährliche Schrittspannung).



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Freileitungsseil am Boden

Das Betreten der Umgebung im Bereich herabgefallener, unter Spannung stehender Freileitungsseile ist lebensgefährlich.

Dies gilt auch für Metallteile in diesen Bereichen; sie können unter Spannung stehen.

Es bildet sich ein Spannungstrichter aus (Schrittspannung).

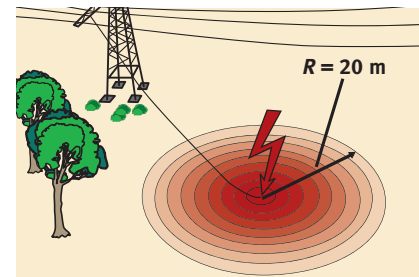
### Maßnahmen:

- Unfall- oder Schadensstelle im Umkreis von mindestens **20 m** absichern
- Energieversorgungsunternehmen informieren
- Die Freileitung ist erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Betreibers als spannungsfrei zu betrachten.

**Bei Unterschreitung des Schutzabstandes von mindestens 20 m besteht akute Lebensgefahr!**

## Verhalten an der Einsatzstelle Freileitungsseil am Boden

- **Schutzabstand mind. 20 m**
- Freileitung ist weiterhin unter Spannung.
- Gefahrenbereich absperren, Unbefugte fernhalten
- Zuständigen Betreiber verständigen
- Wenn heruntergefallene Leiterseile Metallteile (Zäune, Geländer, Gebäudeteile etc.) berühren, kommt es zu Spannungsverschleppungen!
- Zu diesen Metallteilen ist auch beim Einsatz von Löschmitteln der **Schutzabstand** einzuhalten.
- Erst nach Freigabe durch den Betreiber darf der Bereich betreten werden.



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Freileitungsseil am Boden

Ein Spannungstrichter ist der Bereich des Erdbodens der in der Nähe einer Stromeintrittsstelle auftritt.

In unmittelbarer Nähe der Stromeintrittsstelle befindet sich die größte Stromdichte.

Hier ist auch die größte Schrittspannung zu erwarten.

Mit dem Annähern an die Schadenstelle (Stromeintrittsstelle) nimmt die Höhe der Schrittspannung zu.

Aus diesem Grund ist von derartigen Gefahrenstellen ein Schutzabstand von mindestens **20 m** einzuhalten.

Berührt die betreffende Leitung Metallteile (z.B. Zaun, Geländer), muss von diesen Teilen ebenfalls der gleiche Schutzabstand eingehalten werden.

## Verhalten an der Einsatzstelle Kabelbeschädigung durch Baggerschaufel

### Ruhe bewahren!

Wenn möglich, Gefahrenbereich verlassen

- Einziehen, Heben, Senken,
- Herausschwenken oder
- Herausfahren des Arbeitsgerätes

Ist dies nicht möglich:

- Außenstehende Personen auffordern, Abstand zu halten, Bereich absperren
- Freischaltung veranlassen!
- Führerstand nicht verlassen





# Verhalten an der Einsatzstelle

## Kabelbeschädigung durch Baggerschaufel

Befindet sich eine Person im Führerhaus, sprechen Sie diese an.

Das Fahrzeug darf nicht verlassen und nicht von außen berührt werden, solange nicht freigeschaltet ist.

Sperren Sie den Gefahrenbereich nach Möglichkeit ab oder treffen Sie sonstige Maßnahmen, die eine Gefährdung Dritter verhindern.

Benachrichtigen Sie den zuständigen Betreiber.

Warten Sie auf den Beauftragten des Betreibers, der dann die erforderlichen Maßnahmen ergreifen wird.

Lassen Sie sich die Freischaltung bestätigen.  
Erst nach Freigabe und Einweisung durch den Beauftragten des Betreibers dürfen Sie mit dem Einsatz beginnen.

Sollte es die Situation erfordern, dass das Führerhaus auf Grund eines Brandes verlassen werden muss, geben Sie entsprechende Verhaltensanweisungen:

- Beim Verlassen keinen Kontakt zwischen Führerhaus und Boden herstellen. Springen, ohne hinzufallen
- Befindet sich eine Person innerhalb des Spannungstrichters, sollte sie mit dicht geschlossenen Beinen stehen bleiben und nichts berühren.
- Im Notfall kann dieser Bereich nur unter besonderer Vorsicht mit geschlossenen Füßen hüpfend (ähnlich Sackhüpfen) oder mit möglichst kleinen Schritten (Fuß vor Fuß setzen) verlassen werden.

**Schutzabstand 20 m**

## Verhalten an der Einsatzstelle Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Unter einer abgeschlossenen Betriebsstätte wird ein Raum oder Ort verstanden, der ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen dient und unter Verschluss gehalten wird, da von den dort vorhandenen, nicht isolierten elektrischen Komponenten Gefährdungen ausgehen können.

#### Hierzu gehören:

- Schalt- und Verteilungsanlagen
- Umspannanlagen
- Trafostationen, Maststationen

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte



**Störungsfrei**

kein Schutzabstand  
erforderlich



**Gestört**

Umhüllung  
nicht beschädigt

kein Schutzabstand  
erforderlich



**Gestört**

Umhüllung  
beschädigt

Schutzabstand von **5 m**  
erforderlich

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

„Störungsfreie Anlage“ bezeichnet den Zustand einer Anlage, die bestimmungsgemäß und fehlerfrei arbeitet.

Wenn Anlagen sich auf Grund von Schäden in unvorhergesehenem Zustand befinden, ist damit zu rechnen, dass hiervon elektrische Gefährdungen ausgehen.

Diese wird dann als „gestörte Anlage“ bezeichnet.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brand, Verqualmung in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

- Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten nicht gewaltsam öffnen
- **Anweisungen des Betreibers** unbedingt abwarten
- Freischaltung der Betriebsmittel/Anlage ausschließlich durch den Betreiber
- Wenn notwendig, Betriebsmittel/Anlage im Einvernehmen mit dem Betreiber kontrolliert abbrennen lassen  
Brandwache durch Feuerwehr
- Auf Umweltschäden durch austretende Betriebsstoffe (z.B. Öl) achten



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Brand, Verqualmung in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

Werden Einsätze in/an abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten erforderlich, dürfen diese durch die Einsatzkräfte nicht selbstständig geöffnet oder betreten werden. In diesen Fällen muss immer der Betreiber dieser Anlage verständigt werden.

Das Eintreffen des Beauftragten des Betreibers muss abgewartet werden.

Bis dahin beschränkt sich die Tätigkeit darauf, zu verhindern, dass der Brand sich auf Objekte außerhalb der abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte ausbreitet.

Der Betreiber trifft die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen und gibt Anweisungen zum Verhalten in der Anlage.

Einsatzleiter und Beauftragter des Betreibers stimmen die Vorgehensweise ab.

Ein Einsatz ist erst nach Einweisung und Erlaubnis an den Einsatzleiter durch den Beauftragten des Betreibers zulässig.

Nicht vom Brand betroffene elektrische Einrichtungen sollten nach Möglichkeit vor Löschmitteln und Brandeinwirkungen geschützt werden.

Weitere Beispiele für Einsatzorte im Bereich elektrischer Anlagen sind auf den folgenden Folien zu sehen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brand, Verqualmung in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

Bei der Brandbekämpfung kann es zu Gefahren kommen durch:

- unter Spannung stehende Anlagenteile,
- umherfliegende Teile, z.B. Bersten von Isolatoren/Spaltungswandlern,
- giftige Zersetzungsprodukte von Gießharz, SF<sub>6</sub>, PVC-Kabelmänteln.



Bild: FF Alfeld (Leine)



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Brand, Verqualmung in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

In Anlagen, die durch Brand oder Lichtbogeneinwirkung beschädigt wurden, sollte zusätzlich zur elektrischen Gefährdung mit berstenden Anlagenteilen (z.B. Isolatoren) und/oder Gefahrstoffen gerechnet werden.

Giftige Zersetzungsprodukte entstehen vor allem durch Gießharz, SF<sub>6</sub> und PVC-Kabelmäntel.

Seit dem Jahr 2000 ist der Betrieb von Anlagen mit mehr als einem Liter PCB-haltigem Isolieröl verboten!

PCB-haltige Anlagen müssen gekennzeichnet sein.

**PCB**

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

- Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten nicht gewaltsam öffnen (**Türen, Zäune, Absperrungen etc.**)
- Betriebsstätte nicht betreten  
Brandausbreitung auf Objekte außerhalb der abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten verhindern
- Eintreffen des Betreibers abwarten

**Das weitere Vorgehen unbedingt mit dem Betreiber absprechen!**



## **Verhalten an der Einsatzstelle**

# **Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte**

Beispiele für Einsatzorte mit den eben beschriebenen Gefährdungen und den anzuwendenden Maßnahmen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte



- Einweisung und Freigabe durch den Betreiber, sonst **Lebensgefahr!**
- **Schutzabstände** zu elektrischen **Freileitungen** und **Anlagen** einhalten (auch mit Leitern, technischem Gerät und Löschmitteln)

## **Verhalten an der Einsatzstelle**

# **Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte**

Beispiele für Einsatzorte mit den eben beschriebenen  
Gefährdungen und den anzuwendenden Maßnahmen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

#### Beispiel: Trafostation

Anlage nicht gewaltsam öffnen

Bei unbeschädigter Umhüllung

→ kein Schutzabstand erforderlich

Eintreffen des Betreibers abwarten  
und **dessen Anweisungen einhalten**



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

### Verhalten am Einsatzort am Beispiel einer Trafostation:

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten dürfen nicht durch die Einsatzkräfte selbstständig geöffnet werden.

Es muss immer der Betreiber der Anlage verständigt werden.

Das Eintreffen des Beauftragten des Betreibers muss unbedingt abgewartet werden.

Bis dahin beschränkt sich die Tätigkeit auf die Verhinderung der Brandausbreitung auf Objekte in der Nähe der Trafostation.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

Beispiel: Trafostation

Bei beschädigter Umhüllung  
der Anlage:

➔ Schutzabstand  
von 5 m einhalten

Bis zum Eintreffen des Betreibers  
Anlage absperren





## Verhalten an der Einsatzstelle

# Maßnahmen gegen Gefährdung durch elektrischen Strom in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte

Ist die Umhüllung einer Trafostation beschädigt, muss ein Schutzabstand von **5 m** zu allen Anlagenteilen eingehalten werden.

(Vorsicht gefährliche Spannung)

Anders als bei einer herabhängenden Freileitung verhindert hier die vorhandene Erdungsanlage eine gefährliche Schrittspannung. Der Schutzabstand von **20 m** kann in diesem Fall auf einen Abstand von **5 m** vermindert werden.

Die Einsatzkräfte können durch den Einsatz von Wachposten oder mithilfe von Absperrmaterial die erforderlichen Schutzabstände her- und sicherstellen.

### **Weitergehende Maßnahmen:**

Nach dieser Erstmaßnahme muss umgehend der jeweils zuständige Netzbetreiber informiert werden. Dieser wird weitergehende, auf den jeweiligen Sachverhalt abgestimmte Maßnahmen veranlassen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Beispiele Einsatzorte



Brandschaden an einem Gerät in einer 110 kV-Freiluftanlage, Isolieröl mit Ölbindemittel gebunden



Lichtbogenschaden in einer 20 kV-Innenraumschaltanlage

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Beispiele Einsatzorte

In Anlagen, die durch Brand oder Lichtbogeneinwirkung beschädigt wurden, ist zusätzlich zur elektrischen Gefährdung mit berstenden Anlagenteilen (z.B. Isolatoren) und/oder Gefahrstoffen zu rechnen.

Hier ist auf die Möglichkeit, dass giftige Zersetzungsprodukte durch Gießharz, SF<sub>6</sub> und PVC-Kabelmäntel entstanden sein können, zu achten.

### **Einsatzbeispiele:**

#### **Linkes Bild:**

Brand an einem Transformator, ausgelöst durch einen Marder. Die Löscharbeiten dauerten zwei Tage auf Grund des ölgetränkten Papiers zwischen den Transformatorwicklungen.

#### **Rechtes Bild:**

Brand wurde durch einen Lichtbogen beim Schaltvorgang ausgelöst. Der Trennvorgang/die Schaltung war vermutlich zu langsam durchgeführt worden.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

### Ablaufschema



**Schutzabstände einhalten! Bereich sichern und Unbefugte fernhalten**

**Energieversorger bzw. Betreiber benachrichtigen und Beauftragten anfordern**

**Meldungsinhalt: Ortsname, Straße, ggf. Hausnummer**

**Brand bzw. Verqualmung nur  
im Bereich elektrischer Anlagen**

- **Ankunft des Beauftragten abwarten**
- **Maßnahmen mit Beauftragten absprechen**
- **Freischaltungen**
- **Einweisung in die Anlage**
- **Auswahl der Löschmittel**

**Brandausbreitung auf  
Objekte, Gebäude außerhalb**

- **Sicherung durch Wassereinsatz**
- **Nach Ankunft des Beauftragten weitere Maßnahmen absprechen**
- **Freischaltungen**
- **Einweisung in die Anlage**
- **Auswahl der Löschmittel**

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte – Ablaufschema

Im gezeigten Ablaufschema werden zwei verschiedene Einsatzszenarien bei Bränden in elektrischen Anlagen dargestellt.

Dabei wird zwischen dem Brand **innerhalb** einer elektrischen Anlage und der Brandausbreitung auf Objekte **außerhalb** der elektrischen Anlage unterschieden.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Mit Windenergieanlagen (WEA) und Photovoltaikanlagen (PV) wird elektrische Energie gewonnen und ins öffentliche oder private Stromversorgungsnetz eingespeist.

Die Besonderheit dieser Anlagen besteht darin, dass die Stromerzeugung nicht ohne Weiteres abgeschaltet werden kann.

Auch nach dem Abtrennen der Anlagen vom Netz der Energieversorger erzeugen diese Anlagen weiterhin elektrische Energie.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

#### Photovoltaikanlagen (PV)

- Auch nach Freischaltung vom Energieversorgungsnetz ist eine lebensgefährliche Gleichspannung vorhanden (es ist nicht immer möglich die Gleichspannung auszuschalten).
- **1 m** Abstand zu den Bauteilen der elektrischen Anlagen einhalten
- Es ist mit umherfliegenden Teilen der PV zu rechnen. ➔ absperren





# Verhalten an der Einsatzstelle

## Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Solarmodule sind oft auf Dächern von Gebäuden montiert.

Eine PV ist fast immer an das Niederspannungsnetz angeschlossen.

Bei einem Brand sind diese Anlagen mit Unterstützung von anlagekundigem Fachpersonal zu erkunden.

Es ist zu beachten, dass auch nach Trennung der PV vom Niederspannungsnetz eine lebensgefährliche Gleichspannung vorhanden sein kann.

Diese Gleichspannung kann nicht abgeschaltet werden, weil die „Quelle“, z.B. das Tageslicht, nicht ausgeschaltet werden kann.

**Durch Einschäumen der PV-Module kann die Gleichspannungserzeugung nicht sicher reduziert werden.**

Bei der Verwendung von Löschmitteln ist der Abstand zu unter Spannung stehenden Teilen zu beachten (Schutzabstände wie bei Niederspannung 1 m).

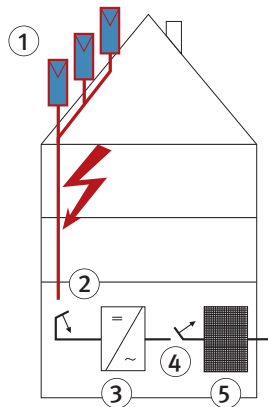
Beim Brand einer PV ist mit umherfliegenden Teilen zu rechnen (PV-Module; Gewicht 12 – 16 kg und mehr).

Die Einsatzstelle ist daher entsprechend abzusichern.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

#### Photovoltaikanlagen (PV)

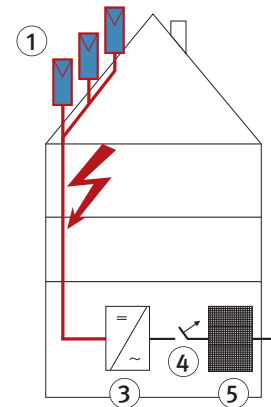


Rote Leitung vor der DC-Freischaltstelle ist nicht spannungsfrei zu schalten (bei Lichteinfall immer unter Spannung).

#### Prinzipialschaltbilder

Die Gleichspannung (rote Leitung) kann nicht freigeschaltet werden.

- ① Solarmodul
- ② DC-Freischaltstelle (allpolig)
- ③ Wechselrichter
- ④ AC-Sicherung
- ⑤ Versorgungsnetz



Rote Leitung vor dem Wechselrichter ist nicht spannungsfrei zu schalten, da die DC-Freischaltstelle nicht vorhanden bzw. nicht zugänglich ist (bei Lichteinfall immer unter Spannung).

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Photovoltaikanlagen (PV) wandeln mittels Solarmodulen Sonnenenergie in elektrische Energie um.

Eine PV besteht aus mehreren Komponenten:

- Module
- Gleichstromverbindungsleitung
- Wechselrichter (= Anschluss an das Wechselspannungsnetz)

Ein Solargenerator besteht aus mehreren Modulen.

Der Solargenerator empfängt und wandelt die Lichtenergie der Sonne in elektrische Energie in Form von Gleichstrom um.

Dadurch können gefährlich hohe Spannungen auftreten (bis zu 1000 Volt DC).

Die elektrische Energie wird über Kabel dem restlichen System zugeführt.

Sie kann dort entweder gespeichert (Inselanlage) oder aber in das elektrische Energieversorgungsnetz eingespeist werden.

Bei Schäden an DC-Leitungen besteht die Gefahr, dass ein Lichtbogen entsteht. Dieser kann, je nach Lage, nicht gelöscht werden.

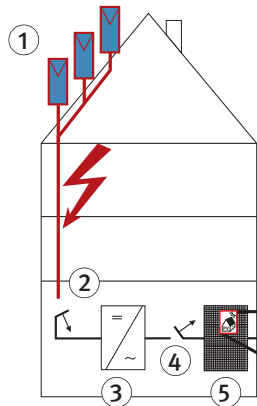
Maßnahmen hierbei können sein:

- Einsatzstelle absichern (Brandausbreitung verhindern)
- Fachkräfte für PV hinzuziehen

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

#### Photovoltaikanlagen (PV) – Anbringen des Hinweisschildes

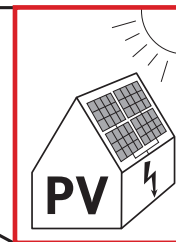


#### Prinzipialschaltbilder

Die Gleichspannung (rote Leitung) kann nicht freigeschaltet werden.

- ① Solarmodul
- ② DC-Freischaltstelle (allpolig)
- ③ Wechselrichter
- ④ AC-Sicherung
- ⑤ Versorgungsnetz

Rote Leitung vor der DC-Freischaltstelle ist nicht spannungsfrei zu schalten (bei Lichteinfall immer unter Spannung).



Hinweisschild beachten!

Kennzeichnung von PV-Anlagen

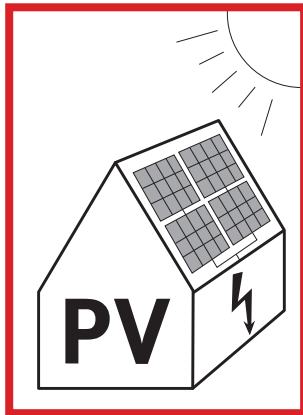


## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Dieses Hinweisschild wurde vom Arbeitskreis 221.1.4 der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, der sich mit der Thematik Photovoltaikanlagen befasst, zur Kennzeichnung von PV-Anlagen beschlossen und gilt für neu errichtete Anlagen.

Aber: Altanlagen müssen nicht nachgerüstet werden!



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

#### Windenergieanlagen (WEA)

- Sicherung der Einsatzstelle, dabei Bauhöhe, Windrichtung und Windstärke berücksichtigen  
Gefahr der Brandausbreitung
- Betreiber informieren
- Warten, bis der Betreiber eintrifft
- Freischaltung der WEA ausschließlich durch Fachpersonal des Betreibers
- Windenergieanlagen ggf. kontrolliert abbrennen lassen



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Bei einem Brand an einer Windenergieanlage (WEA) ist der Betreiber zu informieren.

Warten Sie, bis der Beauftragte des Betreibers eintrifft. Freischaltungen erfolgen ausschließlich durch das Fachpersonal des Betreibers.

Die Sicherung der Einsatzstelle hat absoluten Vorrang. Unter Berücksichtigung der Bauhöhe, Windrichtung und Windstärke ist großräumig abzusperren.

Brände in WEA entstehen hauptsächlich durch Funkenflug auf Grund mangelhaft hergestellter elektrischer Verbindungen oder weil hydraulische Leitungen gebrochen waren und sich das Hydrauliköl anschließend selbst entzündete. Da die Brandstelle auf Grund der Höhe nicht erreicht werden kann, beschränkt sich die Brandbekämpfung in der Regel auf den unteren Turmbereich.

WEA kontrolliert abbrennen lassen!

Zunehmend wird bei Neuanlagen eine ortsfeste Löschanlage eingebaut.

Windenergieanlagen stehen üblicherweise abseits der öffentlichen Verkehrswege. Zufahrtswege sollten daher bekannt sein.

### Auszug aus BGI 657, 8.1.7

*WEA müssen eindeutig identifizierbar sein. Hierfür sind z.B. folgende Hilfsmittel einsetzbar: Hinweisschilder, Anlagenkennzeichnung.*

*Um die WEA schnell und eindeutig auffinden zu können, sind die Anfahrtswege zu Windenergieanlagen festzulegen und den örtlich zuständigen Rettungseinsatzkräften bekannt zu machen.*

*Unter bestimmten Voraussetzungen, z.B. rückgebaute Anfahrtswege, verschlossene Schranken, andere Besonderheiten, empfiehlt es sich, die Anfahrtswege mit den Rettungseinsatzkräften abzustimmen.*

*Um die Auffindbarkeit zu gewährleisten, können z.B. folgende Hilfsmittel eingesetzt werden:*

- *Windenergieanlagen – Notfallinformationssystem (WEA-NIS),*
- *GEO-Informationssysteme,*
- *Lagepläne*

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

#### Batterieanlagen

bis zu **220 V** Gleichspannung



- Abschalten der Batterieanlagen ist im Regelfall nicht möglich.
- Spannung bleibt in der gesamten elektrischen Anlage bestehen!





## Verhalten an der Einsatzstelle

### Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Batterieanlagen dienen zur Spannungsversorgung bei Ausfall der elektrischen Energieversorgung. Batterieanlagen setzen sich aus parallel und in Reihe geschalteten Einzelbatterien zusammen.

Batterieanlagen sind in offener oder geschlossener Bauweise installiert und in separaten Räumen oder Schränken untergebracht. In der Regel sind die Standorte den Feuerwehreinsatzplänen zu entnehmen.

Gefahren ergeben sich aus der Tatsache, dass die Batterieanlagen nicht freigeschaltet werden können und bei Kurzschlüssen hohe Ströme und daraus Lichtbogen mit großen Energien entstehen.

Die üblichen Spannungsebenen sind 60 V, 110 V und 220 V.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Restgefährdung bei Bränden in besonderen elektrischen Anlagen

Brennstoffzellen	Spannung kann nach Schließen der Brennstoffzufuhr noch bis zu 1 Minute anstehen.
Windenergieanlagen	Anlage zwischen Generator und Hauptschalter bleibt weiter unter Spannung.
Stromerzeugungsaggregate	Nach Stillstand des Generators keine elektrische Restgefährdung
Batterieanlagen	Spannung bleibt in der gesamten elektrischen Anlage bestehen.
Unterbrechungsfreie Stromversorgungs-Anlage (USV-Anlage)	Spannung im DC-Bereich bleibt bestehen; siehe Batterieanlagen.
Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage)	DC-Spannung im Gleichstromkabel/-leitung bis zum DC-Trennschalter oder bis zum Wechselrichter bleibt bestehen.

Quelle: DIN VDE 0132:2008-08

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Restgefährdung bei Bränden in besonderen elektrischen Anlagen

Diese Tabelle zeigt einen Auszug aus der  
DIN VDE 0132:2008-08.

An diesen Anlagen besteht die Gefahr, dass nach dem  
Abtrennen vom öffentlichen Versorgungsnetz Teile der  
Anlagen weiterhin unter Spannung stehen!

## Verhalten an der Einsatzstelle Verwendung von Löschmitteln



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Verwendung von Löschmitteln

Bei der Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen soll der Brand möglichst schnell und sicher gelöscht werden.

Die Wahl des Löschmittels richtet sich nach dessen Eignung in elektrischen Anlagen.

Nicht alle Löschmittel sind für die Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen geeignet.

Neben der elektrischen Leitfähigkeit spielen auch noch weitere Eigenschaften der Löschmittel eine Rolle.

In Abhängigkeit von der Spannungshöhe können verschiedene Löschmittel nicht verwendet werden.


Beim Einsatz sämtlicher Löschmittel müssen Schutzabstände eingehalten werden.


Die Schutzabstände sollen dafür sorgen, dass kein Strom über den Löschmittelstrahl und den Feuerwehrangehörigen fließt.


Die Betreiber der elektrischen Anlagen haben ein starkes Interesse daran, den Brandschaden möglichst gering zu halten und Folgeschäden an den elektrischen Anlagen durch ungeeignete Löschmittel zu vermeiden.

## Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen

Die Art des Löschmittels ist vor Einsatz mit dem Beauftragten des Betreibers abzustimmen.

- **Schaum** → **nicht geeignet** 

Gefährdung der Einsatzkräfte durch leitende Verbindung  
Sekundärschäden in elektrischen Anlagen
  - **Wasser** → **bedingt geeignet** 

In abgeschlossenen elektrischen Innenraumanlagen **nicht** geeignet.  
Bei Einhaltung der notwendigen Abstände in Freiluftanlagen geeignet
  - **Pulver** → **bedingt geeignet** 

Pulver kann leitfähige Beläge bilden und Sekundärschäden verursachen.  
Verwendung wenn möglich vermeiden.
- **Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)** → **geeignet**

Anwendung für elektrische Anlagen unbedenklich. In engen Räumen können gefährlich hohe Konzentrationen entstehen (Erstickungsgefahr).

## Verhalten an der Einsatzstelle

# Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen

Innerhalb elektrischer Anlagen ist der Einsatz des Löschmittels mit dem Beauftragten des Betreibers abzustimmen.

- **Löschmittel Schaum**

Schaum ist für den Einsatz in Spannung führenden elektrischer Anlagen nicht geeignet.

Schaum, Wasser mit beigemischtem Netzmittel und Druckluftschaum CAFS dürfen grundsätzlich nur in spannungsfreien Anlagen eingesetzt werden.

Gegebenenfalls sind auch benachbarte Anlagen spannungsfrei zu schalten.

- **Löschmittel Wasser**

Wasser ist für den Einsatz in abgeschlossenen elektrischen Innenraumanlagen nicht geeignet. Nur bei Einhaltung der notwendigen Abstände und geeigneter Strahlrohre in Freiluftanlagen geeignet

- **Löschmittel Pulver**

ABC-Pulver darf nur entsprechend der Verwendungshinweise auf den Löscheräten eingesetzt werden.

Im Niederspannungsbereich unter Einhaltung von Schutzabständen ist ABC-Pulver zulässig.

Pulver kann unter Einfluss von Wärme, Nässe und Luftfeuchte leitfähige Beläge bilden. Insbesondere bei höherer

Spannung können dadurch kurzschlussartige Ströme entstehen. Der Einsatz von Pulver führt zu erheblichen Folgeschäden in elektrischen Anlagen.

- **Löschmittel Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)**

Kohlendioxid ist elektrisch **nicht leitend** und kann im Bereich von Spannung führenden Anlagen daher unbedenklich eingesetzt werden!

Das Löschmittel sollte **bevorzugt eingesetzt** werden.

Allerdings können in engen, schlecht belüfteten Räumen gefährlich hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen entstehen (Erstickungsgefahr).

Siehe auch DIN VDE 0132:2008-08, Tabellen 5/6/7/8 (diese Tabellen finden Sie auf der DVD)



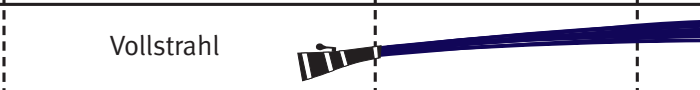
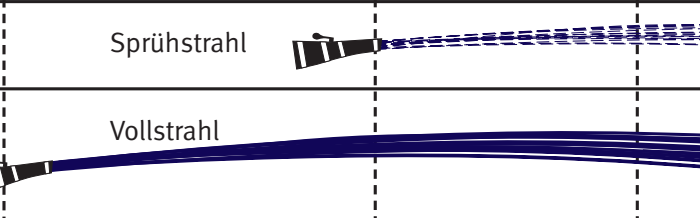

Die Tabellen sind nur für die private/persönliche Nutzung vorgesehen.

Auszüge aus DIN VDE 0132 (Ausgabe 2008) sind wiedergegeben mit Genehmigung Nr. 362.008 des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de) und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen

#### Abstände beim Einsatz von Wasser als Löschmittel

10 m	5 m	1 m	Abstand in Meter	Spannung
			1	Niederspannung bis 1000 V
			5	<b>N</b>
			5	Hochspannung über 1000 V
			10	<b>H</b> 



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen

Die Schutzabstände zu elektrischen Anlagen richten sich nach der Art der verwendeten Strahlrohre, der geförderten Wassermenge und dem Wasserdruck am Strahlrohr.

Der Schutzabstand soll dafür sorgen, dass keine elektrische Spannung überbrückt wird. Je größer der Abstand vom brennenden Objekt, desto weniger ist der Löschmittelstrahl ein durchgehender Strahl, sondern ein Bündel fliegender Tropfen. Die Luft zwischen den Löschmitteltröpfchen bildet die notwendige Isolation und verhindert den Stromfluss in Richtung Einsatzkraft.

Bei Wasser mit Bestandteilen, welche die Leitfähigkeit erhöhen, wie Seewasser und dergleichen, ergeben sich keine Veränderungen der Mindestabstände. Durch die Wasserbestandteile können sich leitfähige Beläge auf Isolatoren oder in anderen Bereichen bilden.

Auf dieser Folie sind Abstände aus der DIN VDE 0132 Tabelle 5 angegeben, die sich auf genormte C-Mehrzweckstrahlrohre mit aufgesetztem Mundstück bei einem Förderdruck von 5 bar beziehen. Für höhere Drücke oder höhere Fördermengen,

insbesondere beim Einsatz von B-Strahlrohren oder Wasserwerfern, sind andere Abstände zu ermitteln, die in der Regel höher sind.

Für Hohlstrahlrohre gelten diese Werte nicht. Die Schutzabstände für den Einsatz von Hohlstrahlrohren im Bereich elektrischer Anlagen sind beim Hersteller/Lieferanten der Strahlrohre zu erfragen.

Das Strahlrohr muss die Zulassung für die Verwendung in elektrischen Anlagen haben.

Die Einsatzkräfte müssen bei der Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen neben den richtigen Mindestabständen auch auf den Weg des zurückfließenden Löschmittels achten, um dort keine neuen Gefährdungen aufkommen zu lassen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Zusammenfassung Module 1 bis 3



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Zusammenfassung Module 1 bis 3

Auf den folgenden Seiten sind die wichtigsten Informationen zusammengefasst.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Zusammenfassung Module 1 bis 3

Bei Einsätzen in der Nähe elektrischer Anlagen sind Maßnahmen zu treffen, die verhindern, dass Rettungskräfte (Feuerwehr, Rettungsdienste) durch elektrischen Strom gefährdet werden.

- Einhaltung der Schutzabstände zu elektrischen Anlagen (beim Einsatz von Löschmitteln und bei Bewegungen z.B. mit Leitern, technischem Gerät)
- Bei Hochspannung reicht bereits eine Annäherung an die Spannung führenden Teile, um einen Überschlag auszulösen und sich dadurch in Lebensgefahr zu bringen.
- Anweisungen des Beauftragten des Betreibers einhalten
- Erst wenn die Anlage vom Betreiber freigeschaltet wurde und dies vor Ort sichergestellt wird, können Dritte die Anlage unter Aufsicht eines Beauftragten des Betreibers betreten.

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Zusammenfassung Module 1 bis 3

(siehe Folie)

Bei Einsätzen in der Nähe elektrischer Anlagen sind Maßnahmen zu treffen, die verhindern, dass Rettungskräfte (Feuerwehr, Rettungsdienste) durch elektrischen Strom gefährdet werden.

- Einhaltung der Schutzabstände zu elektrischen Anlagen (beim Einsatz von Löschmitteln und bei Bewegungen z.B. mit Leitern, technischem Gerät)
- Bei Hochspannung reicht bereits eine Annäherung an die Spannung führenden Teile, um einen Überschlag auszulösen und sich dadurch in Lebensgefahr zu bringen.
- Anweisungen des Beauftragten des Betreibers einhalten
- Erst wenn die Anlage vom Betreiber freigeschaltet wurde und dies vor Ort sichergestellt wird, können Dritte die Anlage unter Aufsicht eines Beauftragten des Betreibers betreten.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Zusammenfassung Module 1 bis 3

- Besondere Gefahren ergeben sich auch durch herabgefallene Leitungen (auch außerhalb elektrischer Anlagen), insbesondere die Gefahr durch Spannung, Schrittspannung und Spannungsverschleppung.
- Nach einem Brand sind unter Spannung stehende elektrische Anlagenteile gegen Berührung bzw. Annäherung zu sichern.
- Die Freigabe oder Wiedereinbetriebnahme einer elektrischen Anlage darf nur durch den Beauftragten des Betreibers erfolgen.
- Bei einem Elektrounfall den Verunglückten von der Spannung trennen (freischalten lassen) und Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen. Verunfallte nach Elektrounfall immer zur medizinischen Behandlung ins Krankenhaus bringen lassen.

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Zusammenfassung Module 1 bis 3

(siehe Folie)

- Besondere Gefahren ergeben sich auch durch herabgefallene Leitungen (auch außerhalb elektrischer Anlagen), insbesondere die Gefahr durch Spannung, Schrittspannung und Spannungsverschleppung.
- Nach einem Brand sind unter Spannung stehende elektrische Anlagenteile gegen Berührung bzw. Annäherung zu sichern.
- Die Freigabe oder Wiederinbetriebnahme einer elektrischen Anlage darf nur durch den Beauftragten des Betreibers erfolgen.
- Bei einem Elektrounfall den Verunglückten von der Spannung trennen (Freischalten lassen) und Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen.  
Verunfallte nach Elektrounfall immer zur medizinischen Behandlung ins Krankenhaus bringen lassen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Zusammenfassung Module 1 bis 3

**Solche Warnhinweise dürfen keinesfalls auf die leichte Schulter genommen werden.**

**Wer Sicherheitsbarrieren überwindet, spielt mit seinem Leben!**





# Verhalten an der Einsatzstelle

## Zusammenfassung Module 1 bis 3

Wir hoffen, Ihnen nun alle notwendigen Informationen über die Gefahren des elektrischen Stromes an der Einsatzstelle in einer verständlichen Form vermittelt zu haben, um einen informativen und interessanten Unterrichtsabend gestalten zu können.

Das Ziel soll sein, dass sich möglichst wenige Unfälle bei den oftmals sehr komplexen Einsätzen ereignen und alle Einsatzkräfte gesund vom Einsatz zurückkommen.

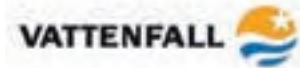
Viel Erfolg!

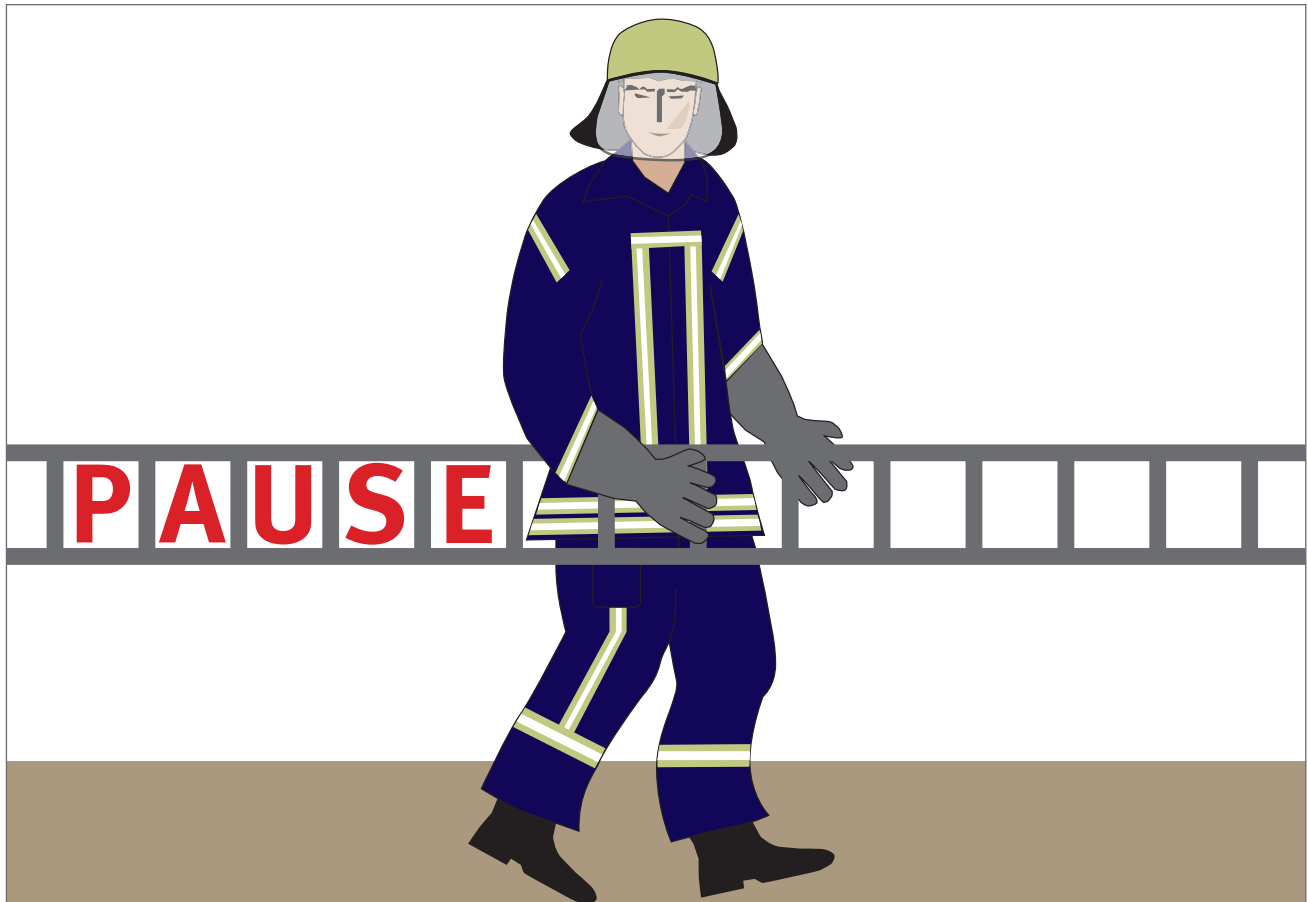
Das nachfolgende Modul 4 behandelt die Gefahren an der Einsatzstelle, die durch überflutete elektrische Anlagen bestehen.

Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN





## MODUL 4

### Überflutete elektrische Anlagen



# Modul 4

## Überflutete elektrische Anlagen

Immer wieder treten Überschwemmungen in z.T. sehr großem Umfang auf, z.B.

- Hochwasser
- Sturmflut
- Rohrbruch
- Unwetter

Dabei werden auch elektrische Anlagen überflutet wie z.B.

- Trafostationen
- Kabelverteilerschränke
- Hausinstallationen

Dieses Modul soll das sichere Verhalten der Einsatzkräfte bei überfluteten elektrischen Anlagen vermitteln.

Bereits im Vorfeld müssen Abstimmungen zwischen Einsatzkräften und Betreibern (z.B. Energieversorger, Gewerbebetrieb) erfolgen, insbesondere in hochwassergefährdeten Gebieten.

**Die Gefahren durch den elektrischen Strom werden einleitend aus Modul 1 wiederholt und speziell für überflutete elektrische Anlagen ergänzt. Die Informationen zum Aufbau des elektrischen Versorgungsnetzes (Modul 2) werden vorausgesetzt.**

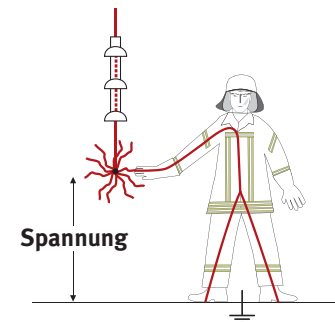
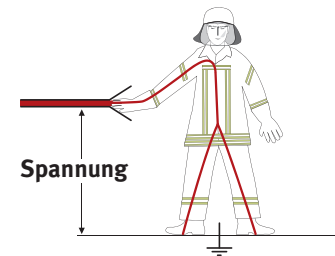
## Gefahren des elektrischen Stromes

### Körperstrom

Ein elektrischer Strom kann durch den menschlichen Körper **fließen**, wenn mit Körperteilen, Geräten, Werkzeugen oder Hilfsmitteln

- **Teile** einer nicht isolierten, unter Spannung stehenden elektrischen Anlage **berührt** werden (**Spannungen bis 1000 V**) oder
- **Schutzabstände nicht eingehalten** werden (**Spannungen über 1000 V**).

Vom elektrischen Strom geht eine „schwer erkennbare Gefahr“ aus, weil er **nicht zu hören**, zu **riechen** oder zu **sehen** ist!



# Gefahren des elektrischen Stromes

## Körperstrom

Werden spannungsführende elektrische Anlagen/-teile direkt berührt oder der erforderliche Schutzabstand unterschritten, kann es zu einem gefährlichen Stromfluss durch den menschlichen Körper kommen.

Bereits eine Annäherung kann ausreichen, sodass es zu einem Überschlag kommt und Strom durch den menschlichen Körper fließt.

Der elektrische Strom hat verschiedene Wirkungen auf den Menschen:

- **Körperdurchströmung**  
Durch einen elektrischen Stromfluss im menschlichen Körper können die körpereigenen Muskelsteuerungen und die Tätigkeit des Herzens außer Kraft gesetzt werden.
- **Lichtbogenwirkung**  
Lichtbögen entstehen z.B. bei Kurzschlüssen. Dabei können Temperaturen von mehreren 1000 °C auftreten. Verbrennungen und Zellzerstörungen können die Folge sein.

- **Sekundäreinwirkung**  
Unkontrollierte Bewegungen – beispielsweise wenn sich jemand erschreckt – können selbst bei einem leichten Stromschlag zu schweren Folgeunfällen (z.B. Sturzunfällen) führen.

Vom elektrischen Strom geht eine „schwer erkennbare Gefahr“ aus, weil er nicht zu hören, zu riechen oder zu sehen ist. Der menschliche Körper reagiert sehr empfindlich auf Körperdurchströmungen. Das macht den elektrischen Strom besonders gefährlich.

Deswegen müssen Personen vor den Gefahren geschützt werden, die entstehen können beim:

- Berühren ungeschützter aktiver Teile (z.B. herabhängende Freileitungsseile, unverschlossene elektrische Anlagen),
- Unterschreiten der Schutzabstände z.B. durch Körperteile oder Gegenstände.

**Die isolierende Wirkung der Luft wird durch die Leitfähigkeit des Wassers nahezu aufgehoben!**



## Gefahren des elektrischen Stromes Körperwiderstand

Der Widerstand  $R$  des menschlichen Körpers beträgt zwischen Hand und Fuß ca. **1000 Ohm (1000  $\Omega$ )**.

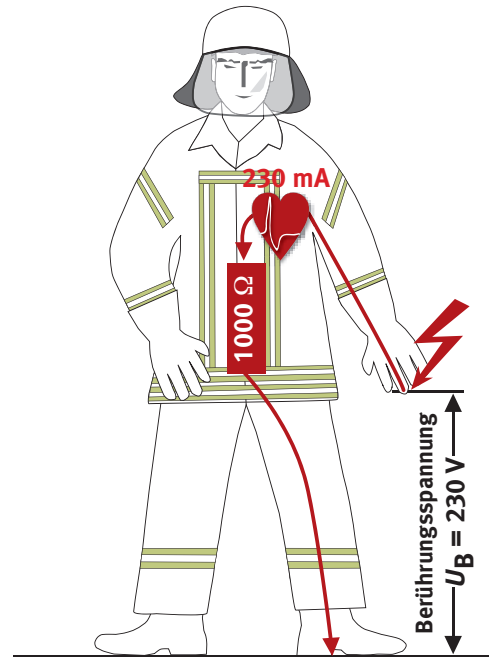
Bei einer Spannung  $U$  von **230 Volt** beträgt der Strom  $I$  durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

$$I = 230 \text{ V}/1000 \text{ Ohm}$$

$$I = 230 \text{ mA}$$

**➔ Lebensgefahr!**





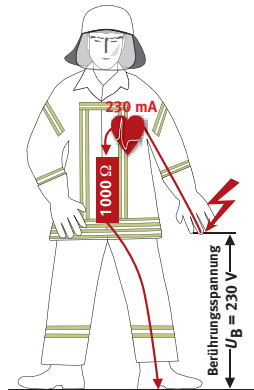
# Gefahren des elektrischen Stromes

## Körperwiderstand

Die Stromstärke durch den menschlichen Körper ist abhängig vom Körperwiderstand. Der Körperwiderstand ergibt sich aus dem Stromweg im menschlichen Körper.

Folgende Körperwiderstände werden angenommen:

Stromweg	Körperwiderstand
Hand – Hand	1000 Ohm
Hand – Fuß	
Hand – Füße	750 Ohm
Hände – Füße	500 Ohm
Hand – Rumpf	500 Ohm
Hände – Rumpf	250 Ohm



Mit diesen Werten und der jeweils vorhandenen Berührungsspannung kann die Stromstärke errechnet werden.

Bei einer Spannung  $U$  von **230 Volt** beträgt der Strom  $I$  durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

$$I = 230 \text{ V} / 1000 \text{ Ohm}$$

$$I = 230 \text{ mA.}$$

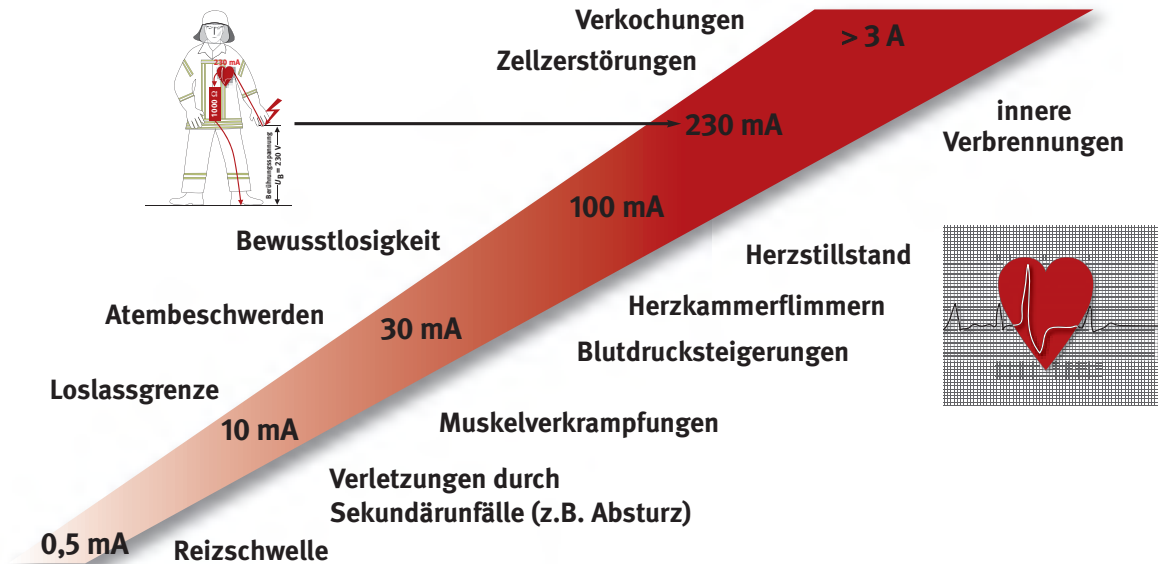
Der Weg des Stromes im menschlichen Körper bestimmt, welche Körperteile oder Organe betroffen sind und ob der Stromfluss auch die Atemmuskulatur oder das Herz betrifft.

Die Auswirkungen auf den Körper hängen von der Stromstärke (Höhe des Stromes) und der Einwirkdauer ab.

Neben den hier genannten Werten, die den Körperwiderstand darstellen, wirken Schuhe, Kleidung usw. als weitere Widerstände. Diese zusätzlichen Widerstände können bewirken, dass nicht jede Körperdurchströmung zwangsläufig zu den aufgezeigten Folgen führen muss.

**Bei überfluteten Räumen besteht eine großflächigere Verbindung zum Erdpotential, z.B. Beine stehen im Wasser. Dadurch sinkt der Übergangswiderstand und es ist mit wesentlich höheren, gefährlicheren Körperströmen zu rechnen! Es besteht Lebensgefahr!**

# Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper



# Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper

Jede Bewegung unseres Körpers wird durch das Dehnen oder Zusammenziehen einzelner Muskeln hervorgerufen. Dadurch werden Gelenke bewegt. Diese Muskelaktivitäten steuern ganz geringe, im Körper selbst erzeugte Ströme. Ob unsere Hand einen Gegenstand umschließt oder loslässt, ist also die Folge von kleinen, gezielt gesteuerten Strömen.

Fließt Strom von außen durch den menschlichen Körper (z.B. weil spannungsführende elektrische Anlagen/-teile berührt werden) werden körpereigene Ströme von wesentlich größeren Strömen überlagert. Das führt dazu, dass gezielte und gewollte Bewegungen nicht mehr möglich sind und Muskeln verkrampfen.

Fließt der Strom dabei durch die Muskeln einer Hand, kann man einen erfassten Gegenstand nicht mehr loslassen. Ist der Brustkorb betroffen, können Atembeschwerden bis hin zum Atemstillstand eintreten.

Auch die Tätigkeit unseres Herzens wird durch elektrische Ströme gesteuert und kann durch eine Körperdurchströmung nachhaltig beeinträchtigt werden. Der geregelte Ablauf der einzelnen Herzmuskelbewegungen, die die Pumpwirkung des Herzens bewirken, wird durcheinandergbracht:

Eine ungeordnete Bewegung ohne Pumpwirkung entsteht – das Herzkammerflimmern. Es kann aber auch ein Herzstillstand ausgelöst werden.

Ströme größer 1 A können zu inneren Verbrennungen, Verkohungen und damit zu schweren Zellzerstörungen führen.

Lichtbögen, als Folge von Kurzschlüssen, führen zu Verbrennungen der Haut sowie zu Verblitzungen der Augen durch die starke UV-Strahlung.

## Sekundärwirkungen des elektrischen Stromes

Eine elektrische Durchströmung kann einem Menschen auch indirekt schaden, wenn er beispielsweise durch einen elektrischen Schlag unkontrollierte Bewegungen ausführt oder sein Gleichgewicht verliert und stürzt. Sturzunfälle können schwerwiegende Folgen haben.

### Wichtig:

**Verunfallte müssen nach einem Elektrounfall immer zur medizinischen Behandlung ins Krankenhaus gebracht werden. Folgeschäden können noch nach mehreren Stunden eintreten.**

Fortsetzung siehe folgende Seiten

## Film „Gefahren des elektrischen Stromes“



# Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper

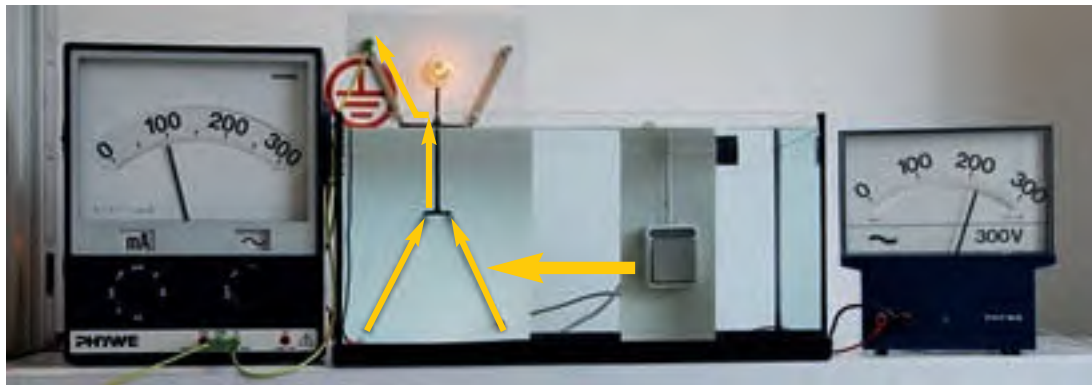
## Wirkungen von 50-Hz-Wechselstrom auf den Menschen

- **ab 4,0 ... 5,0  $\mu\text{A}$  (1000  $\mu\text{A}$  = 1 mA)**  
mit der Zunge wahrnehmbar
- **ab 1,0 ... 1,5 mA**  
mit dem Finger wahrnehmbar
- **ab 5 ... 10 mA**  
Loslassen des Kontaktes gerade noch möglich, Krampfgefühl in den Händen, Blutdrucksteigerung
- **ab 10 ... 25 mA**  
Loslassen des Kontaktes nicht mehr selbstständig möglich, keine Auswirkung auf die Herzschlagfolge
- **ab 25 ... 30 mA**  
noch ertragbare Stromstärke, Herzunregelmäßigkeiten ohne Bewusstlosigkeit
- **über 50 mA**  
zusätzlich Bewusstlosigkeit
- **ab 80 ... 3000 mA (1000 mA = 1 A)**  
Herzkammerflimmern in Abhängigkeit von der Einwirkdauer (unter 0,3 s noch kein Herzkammerflimmern)
- **über 3 A**  
Herzstillstand, Lungenblähung

Den Film starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“. Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

## Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

### Laborversuch überflutete Schalter



Einsatzkraft im überfluteten Raum – mit Lichtschalter

Lebensgefährlicher Körperstrom 100 mA    Hausinstallation Spannung 230 V

**Gefahr von Herzkammerflimmern, Herzstillstand**

# Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

## Laborversuch überflutete Schalter

### Beispiel: überfluteter Schalter

Wasser ist durch die in ihm gelösten Mineralien elektrisch leitend.

Der Strom fließt von der Phase („Hinleiter“) durch das Wasser zu Teilen mit Erdpotential (z.B. Treppengeländer, Rohrleitungen), weil in der Regel im Lichtschalter kein Neutralleiter („Rückleiter“) vorhanden ist.

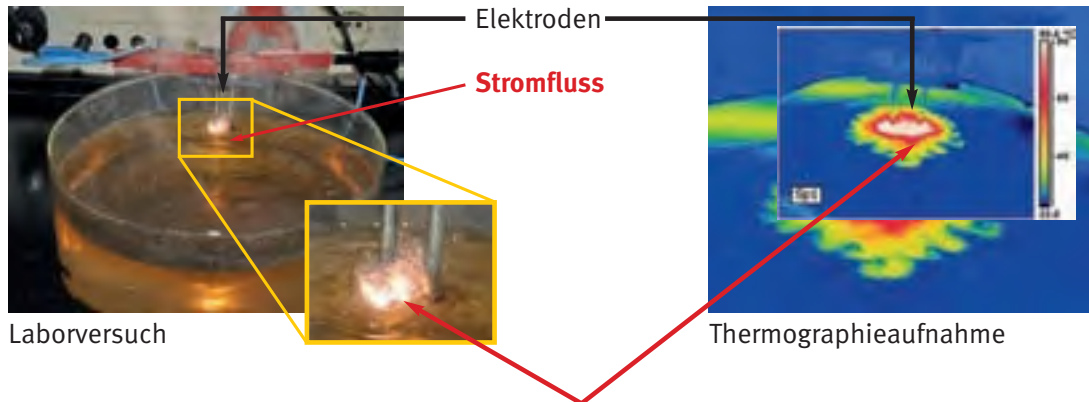
Im Wasser bildet sich eine Art „Spannungstrichter“ aus.

- Der Umfang der elektrischen Gefährdung ist durch die Einsatzkräfte vor Ort nicht zu ermitteln.
- Zu viele unbekannt Parameter die die Gefährdung beeinflussen spielen dabei eine Rolle:
  - Verschmutzungsgrad des Wassers (→ Leitfähigkeit)
  - Aufbau und Zustand der elektrischen Anlage
  - Vorhandene Spannungshöhe
  - Einsatzkleidung

→ **Wie hier im Versuch dargestellt, können unter ungünstigen Voraussetzungen gefährliche Körperströme fließen.**

## Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

### Nachbildung einer überfluteten Steckdose



**Bereich der höchsten Stromdichte und damit der größten Wärmeentwicklung.**

Versuchsaufbau: Spannung an den Elektroden 230 V, Strom etwa 5,5 A

➔ entspricht ca. 1,5 kW Leistung



# Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

## Nachbildung einer überfluteten Steckdose

Im Gegensatz zum Lichtschalter ist in der Steckdose nicht nur die Phase/Außenleiter („Hinleiter“) sondern auch ein Neutralleiter („Rückleiter“) vorhanden. Das Wasser überbrückt auf kürzestem Wege die beiden Steckdosenkontakte. Es kommt **innerhalb** der überfluteten **Steckdose** zum Stromfluss wodurch sich das Wasser aufheizt (Blasenbildung/Dampfentwicklung).

**Hinweis: Das System des geschlossenen Stromkreises ist im Film „Gefahren des elektrischen Stromes“ dargestellt.**

Thermographieaufnahme:

Der helle Bereich zwischen den Elektroden lässt den Bereich der größten Wärmeentwicklung erkennen (bedingt durch einen hohen Stromfluss).

Die Farben verdeutlichen die Wärmeströmung im Wasser.

Elektrischer Versuchsaufbau:

Spannung an den Elektroden 230 V, Strom etwa 5,5 A

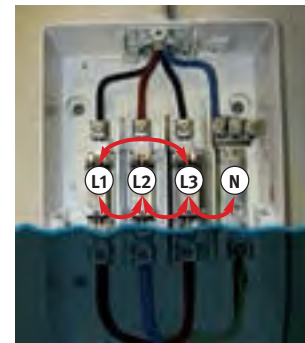
➡ entspricht ca. 1,5 kW Leistung

## Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

### Dreipoliger Anschlusskasten



Dampfender Kabelverteilerschrank  
im Wasser



Anschlusskasten:  
Dreipoliger Aufbau mit  
Neutralleiter

- Kurzschlussströme fließen **innerhalb** des Gehäuses der elektrischen Anlage.
- Eindringenes Wasser erhitzt sich → Dampfbildung

# Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

## Dreipoliger Anschlusskasten

### Überflutete Anlagen der öffentlichen Energieversorgung

Durch den dreipoligen Aufbau und die Betriebsweise der Anlagen des öffentlichen Versorgungsnetzes besteht **außerhalb der unbeschädigten geschlossenen Umhüllung** keine elektrische Gefährdung.

Es gehört zu den Obliegenheiten des Betreibers eventuell auftretende Gefährdungen rechtzeitig zu erkennen und die notwendigen Maßnahmen einzuleiten.

Bedingt durch die Leitfähigkeit des Wassers kommt es zwischen den Leitern zum elektrischen Stromfluss, der eine Erwärmung des Wassers bewirkt, ähnlich einem Wassererhitzer.

**Sekundärgefährdungen:** Dampfaustritt

## Verhalten an der Einsatzstelle



Bild: FF Oberaudorf



## Verhalten an der Einsatzstelle

Überflutete elektrische Anlagen werden nicht automatisch durch die vorgeschalteten Sicherungen ausgeschaltet und bleiben weiter unter Spannung.

## Verhalten an der Einsatzstelle Gefahrenstellen



Überflutete Freiluftschaltanlage



Überflutete Bahnanlage



Überfluteter Hauswirtschaftsraum



Überflutete Mittelspannungsschaltanlage

# Verhalten an der Einsatzstelle

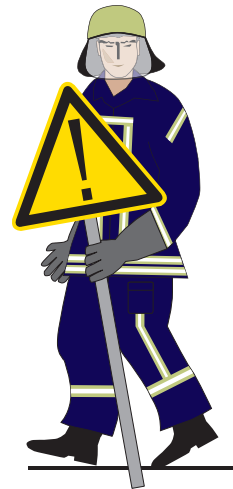
## Gefahrenstellen

Leitungsschutzschalter (Sicherungsautomat) und Schmelzsicherungen oder andere Überstromschutzorgane lösen oft erst nach Stunden der Überflutung oder gar nicht aus, weil kein genügend großer Strom durch das Wasser fließt.

### Achtung!

Auch wenn alle Fehlerstromschutzschalter durch angeschlossene überflutete Geräte **ausgelöst haben**, können einzelne Stromkreise noch **spannungsführend** sein (z.B. für Heizungsanlagen und Tiefkühlschränke).

Bevor überflutete Räume betreten werden ist die Spannungsfreiheit des Raumes festzustellen bzw. sicherzustellen.



## Verhalten an der Einsatzstelle

### Aufrechterhaltung der Energieversorgung



Bild: James Steidl/fotolia.com

Die Energieversorgung bleibt zur Aufrechterhaltung der Infrastruktur so lange wie möglich in Betrieb.



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Aufrechterhaltung der Energieversorgung

Immer wieder treten Überflutungen auf.  
Dabei können auch Anlagen des elektrischen Energieversorgungsnetzes überflutet werden.

Das können unter anderem sein:

- Trafostationen,
- Kabelverteilerschränke,
- Hausanschlusskästen.

Ziel der Betreiber des Energieversorgungsnetzes ist es, auch bei Überflutungen die Stromversorgung so lange wie möglich aufrecht zu erhalten.

Besonderes Augenmerk richtet sich auf die Versorgung von Krankenhäusern, medizinischen Einrichtungen, Alten- und Pflegeheimen.

Weiterhin kann es erforderlich sein, Anlagen der kritischen Infrastruktur (Klärwerke, Pumpen, Straßenbeleuchtung, Kommunikationseinrichtungen) mit elektrischer Energie zu versorgen.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

#### Beispiel: Freiluftschaltanlage



Bei Überflutungen können Zäune oder Absperungen nicht mehr sichtbar sein. Das Eindringen in die Anlage ist verboten.

**Lebensgefahr!**



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

### Beispiel: Freiluftschaltanlage

Bei steigendem Wasserspiegel verändern sich die konstruktionsbedingten Schutzabstände!

#### **Achtung!**

- Beim Einsatz von Booten und Aufbau von Stegen!
- Zäune sind möglicherweise nicht mehr sichtbar!



Der Zutritt ist für Unbefugte verboten!  
Dies gilt für **alle** Einsatzkräfte!

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

#### Beispiel: Transformatorstation

Transformatorstationen werden aus Versorgungsgründen so lange wie möglich betrieben.

Dabei ist nicht auszuschließen, dass auch die in der Station vorhandenen elektrischen Anlagen überflutet werden.

Eine elektrische Gefährdung ist bei einer verschlossenen Anlage nicht zu erwarten.



## **Verhalten an der Einsatzstelle**

### **Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte**

#### **Beispiel: Transformatorstation**

Bei Überflutungen muss die Energieversorgung für Rettungsmaßnahmen und zur Erhaltung der kritischen Infrastruktur (Klärwerke, Pumpen, Straßenbeleuchtung, Kommunikationseinrichtungen) so lange wie möglich aufrechterhalten werden.

Eine elektrische Gefährdung ist bei einer verschlossenen Anlage nicht zu erwarten, wenn sie nicht betreten wird.

## Verhalten an der Einsatzstelle Öffentlicher Verkehrsraum Beispiel: Kabelverteilerschrank

Kabelverteilerschrank nicht berühren!

**Schutzabstand mindestens 1 m**

Sekundäreffekt:  
mögliche Dampfentwicklung



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Öffentlicher Verkehrsraum

### Beispiel: Kabelverteilerschrank

Versuche haben gezeigt, dass von Kabelverteilerschränken der öffentlichen Versorgung keine Gefahr ausgeht. Es gehört zu den Obliegenheiten des Betreibers eventuell auftretende Gefährdungen rechtzeitig zu erkennen und die notwendigen Maßnahmen einzuleiten.

**Es wird empfohlen, ein Schutzabstand von mindestens 1 m einzuhalten.**

**Sekundäreffekt:** mögliche Dampfentwicklung

## Verhalten an der Einsatzstelle Öffentlicher Verkehrsraum Beispiel: Straßenbeleuchtungsanlage

Wenn die Straßenbeleuchtung nicht leuchtet, bedeutet das nicht, dass sie freigeschaltet ist.

Straßenbeleuchtungsmast nicht berühren!

**Schutzabstand mindestens 1 m**





# Verhalten an der Einsatzstelle

## Öffentlicher Verkehrsraum

### Beispiel: Straßenbeleuchtungsanlage

Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht kann es notwendig sein, dass auch überflutete Straßenbeleuchtungen bewusst in Betrieb gehalten werden.

Wenn die Straßenbeleuchtung nicht leuchtet, bedeutet das nicht, dass sie freigeschaltet/spannungsfrei ist.

Steuerungseinrichtungen wie zum Beispiel

- Zeitschalter,
- Dämmerungsschalter

können die Straßenbeleuchtung jederzeit einschalten.

Aus diesem Grund soll der Mast nicht berührt werden.

Die Einhaltung dieses Verbotes gilt für alle Einsatzkräfte!

Es gehört zu den Obliegenheiten des Betreibers eventuell auftretende Gefährdungen rechtzeitig zu erkennen und die notwendigen Maßnahmen (z.B. Abschaltung) einzuleiten.

## Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation

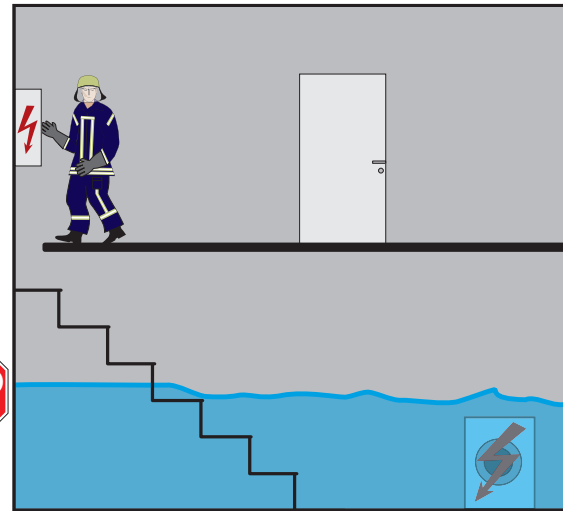
Zählerschrank/Hausverteilung im Erdgeschoss

Erdgeschoss nicht überflutet:

- ➔ Keine Gefahr
- ➔ Schalter, Sicherungen können betätigt, Stecker gezogen werden.

Keller überflutet:

- ➔ Erst nach Freischaltung betreten.



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation

Das Erdgeschoß ist nicht überflutet.

- ➔ Gefahrlos können Sicherungen betätigt, Schalter geschaltet und Stecker gezogen werden.

Der Keller ist überflutet.

- ➔ Solange die Hausinstallation im Keller noch unter Spannung steht, darf dieser nicht betreten werden.
- ➔ Nur wenn die Hausinstallation des Kellergeschosses von einem nicht überfluteten Bereich spannungsfrei geschaltet werden kann, darf dieses betreten werden.

In unserem Beispiel befindet sich der Sicherungskasten im nicht überfluteten Erdgeschoß. Dort kann die Kellerinstallation gefahrlos freigeschaltet werden.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Hausinstallation

### Freischalten

Bedienen durch elektrotechnische Laien

**Schaltelemente in überfluteten Bereichen dürfen nicht bedient werden!**

Beispiele:



Verteilung mit  
Leitungsschutzschaltern  
und Schraubsicherungen



Hauptschalter  
einer Anlage mit  
Not-Aus-Funktion

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation

### Freischalten

Nur störungsfreie Schalteinrichtungen (augenscheinlich intakt), die ohne Werkzeuge zugänglich und zu betätigen sind, dürfen von elektrotechnischen Laien bedient werden, soweit sie nicht im überfluteten Bereich sind.

Befinden sich die Schalteinrichtungen in einem bereits überfluteten Bereich/Raum, dürfen diese nicht betätigt werden.

Weitere Schalthandlungen dürfen nur durch Elektrofachkräfte gegebenenfalls unter Hinzuziehung des Netzbetreibers durchgeführt werden.

## Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation

Zählerschrank/Hausverteilung im Keller

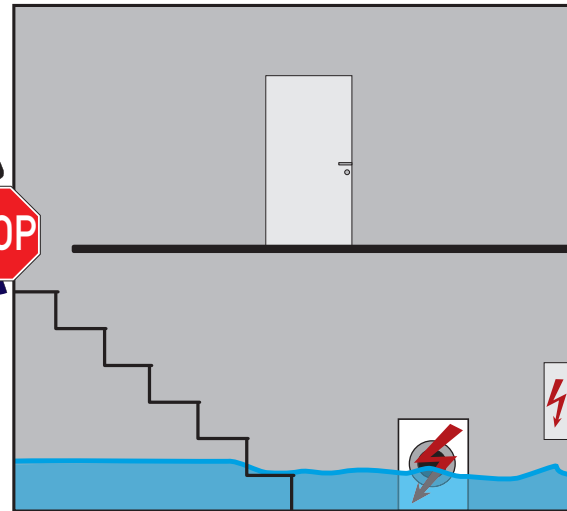
Kellergeschoss ist überflutet:

➔ Schalter, Sicherungen dürfen nicht betätigt, Stecker nicht gezogen werden.

➔ Erst nach Freischaltung betreten.

➔ **Keine Freischaltung durch die Einsatzkräfte!**

➔ Freischaltung nur durch den Netzbetreiber!



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation

Der Zählerschrank/Hausverteilung befindet sich im Keller.  
Der Keller ist überflutet.

➡ Solange die Hausinstallation im Keller unter Spannung steht, darf der Keller nicht betreten werden.

➡ **Keine Freischaltung durch die Einsatzkräfte!**

In diesem Fall ist eine gefahrlose Freischaltung des Gebäudes nur von außen am Kabelverteilerschrank möglich. Über die dazu notwendige Zugangsberechtigung und die Netzkenntnisse verfügt ausschließlich der Beauftragte des Netzbetreibers.

## Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation



Überfluteter Hauswirtschaftsraum



Welche elektrischen Gefahren vermuten Sie bei der Erkundung einer solchen Einsatzstelle (z.B. Hauswirtschaftsraum)?



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation

**Diese Folie soll mit den Einsatzkräften diskutiert werden, eine Lösungsfolie folgt.**

Gefahren gehen aus von :

- Waschmaschine
- Wäschetrockner
- Kühlschrank/Gefrierschrank
- Steckdose
- Steckdosenleiste auf dem Boden
- Lichtschalter
- Leuchten
- Metallene Teile (Wasserrohre, Geländer)

Ein gefahrloses Betreten überfluteter Räumlichkeiten ist nur möglich, wenn:

- Alle Stromkreise der betroffenen Räume durch Ausschalten der Sicherungsautomaten/Entfernen der Sicherungen freigeschaltet sind,  
oder
- die Spannungsfreiheit des Wassers mit einem speziell für diese Anwendung geeigneten Prüfgerät durch eine unterwiesene Einsatzkraft festgestellt wurde (insbesondere für Räume oder Bereiche, die nicht zweifelsfrei spannungsfrei geschaltet werden können).

**Auf keinen Fall dürfen überflutete elektrische Einrichtungen oder metallische bauliche Einrichtungen berührt werden!**

## Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation



Gefahren gehen aus von:

- ✓ Waschmaschine
- ✓ Wäschetrockner
- ✓ Kühlschrank/Gefrierschrank
- ✓ Steckdose
- ✓ Steckdosenleiste auf dem Boden
- ✓ Lichtschalter
- ✓ Leuchten
- ✓ Metallene Teile (Wasserrohre, Geländer)



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation

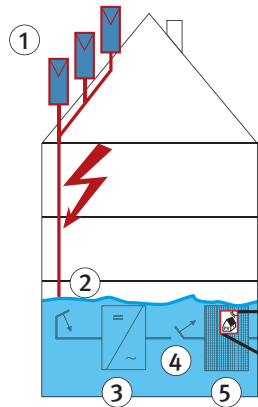
Gefahren gehen aus von :

- Waschmaschine
- Wäschetrockner
- Kühlschrank/Gefrierschrank
- Steckdose
- Steckdosenleiste auf dem Boden
- Lichtschalter
- Leuchten
- Metallene Teile (Wasserrohre, Geländer)



## Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation Photovoltaik

### Überflutung besonderer elektrischer Anlagen – Photovoltaikanlagen (PV)



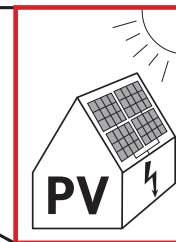
#### Prinzipialschaltbilder

- ① Solarmodul
- ② DC-Freischaltstelle (allpolig)
- ③ Wechselrichter
- ④ AC-Sicherung
- ⑤ Versorgungsnetz

#### Achtung!

Bei Tageslicht bleibt die elektrische Gefährdung auch dann bestehen, wenn das Gebäude vom Versorgungsnetz getrennt wurde!

Rote Leitung vor der DC-Freischaltstelle ist nicht spannungsfrei zu schalten (bei Lichteinfall immer unter Spannung).



Hinweisschild beachten!

Kennzeichnung von PV-Anlagen



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Hausinstallation Photovoltaik

Die Photovoltaikanlage liefert eine Gleichspannung, die im Wechselrichter in eine Wechselfpannung umgeformt wird. Diese wird in das öffentliche Netz eingespeist. Kommt es im öffentlichen Netz zu einer Abschaltung oder Störung, so schaltet die Freischaltstelle im Wechselrichter die Einspeisung von den Solarmodulen ab.

**Von den Leitungsenden und dem Wechselrichter geht wegen der noch anstehenden Gleichspannung weiterhin eine Gefahr aus.**

Bei der Überflutung von Gleichspannungsanlagen kann durch Elektrolyse Knallgas entstehen. In schlecht belüfteten Kellerräumen kann Explosionsgefahr bestehen, wenn zum Beispiel nach einem Starkregen mit Überflutung die Sonne wieder scheint und die Gleichspannungsanlage noch überflutet und dadurch kurzgeschlossen ist.

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Unfallbeispiel

#### Tödlicher Unfall durch Stromschlag

Ein 33-jähriger Feuerwehrmann starb bei dem Versuch, mit einer privaten elektrischen Pumpe Wasser aus einem überfluteten Keller abzupumpen. Der Familienvater erlitt einen tödlichen Stromstoß, als er die Pumpe in Betrieb nahm. „Er ist noch im Rettungswagen gestorben“, berichtete der Kreisbrandmeister über den unfassbaren Tod des sehr engagierten Kameraden. Auslöser des tödlichen Stromschlags war offenbar ein fehlerhaft verlegtes Kabel.

Die Staatsanwaltschaft ermittelte nach dem Unglück wegen fahrlässiger Tötung. „Wir vermuten, dass der Stromschlag durch ein unsachgemäß verlegtes Kabel in dem Haus ausgelöst worden ist“, erklärte der Sprecher der Staatsanwaltschaft.

Die Feuerwehr stand nach dem Unglück unter Schock. Aus ganz Deutschland trafen Kondolenzschreiben ein, in Feuerwehr-Foren im Internet wurde die Betroffenheit der Kameraden spürbar.

Um die finanzielle Absicherung der Hinterbliebenen kümmert sich in diesem Fall die Unfallkasse. Die gewerblichen Berufsgenossenschaften und die Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand haben den gesetzlichen Auftrag, Arbeits- und Schulunfälle sowie Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten und nach Eintritt eines Versicherungsfalles den Verletzten, seine Angehörigen oder Hinterbliebenen zu entschädigen.



Bild: Maria.P./fotolia.com

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Unfallbeispiel

### 1. Unfallbeispiel:

#### Tödlicher Unfall durch Stromschlag

Ein 33-jähriger Feuerwehrmann starb bei dem Versuch, mit einer privaten elektrischen Pumpe Wasser aus einem überfluteten Keller abzupumpen. Der Familienvater erlitt einen tödlichen Stromstoß, als er die Pumpe in Betrieb nahm. „Er ist noch im Rettungswagen gestorben“, berichtete der Kreisbrandmeister über den unfassbaren Tod des sehr engagierten Kameraden. Auslöser des tödlichen Stromschlags war offenbar ein fehlerhaft verlegtes Kabel.

Die Staatsanwaltschaft ermittelte nach dem Unglück wegen fahrlässiger Tötung. „Wir vermuten, dass der Stromschlag durch ein unsachgemäß verlegtes Kabel in dem Haus ausgelöst worden ist“, erklärte der Sprecher der Staatsanwaltschaft.

Die Feuerwehr stand nach dem Unglück unter Schock. Aus ganz Deutschland trafen Kondolenzschreiben ein, in Feuerwehr-Foren im Internet wurde die Betroffenheit der Kameraden spürbar.

Um die finanzielle Absicherung der Hinterbliebenen kümmert sich in diesem Fall die Unfallkasse.

Die gewerblichen Berufsgenossenschaften und die Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand haben den gesetzlichen Auftrag, Arbeits- und Schulunfälle sowie Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten und nach Eintritt eines Versicherungsfalles den Verletzten, seine Angehörigen oder Hinterbliebenen zu entschädigen.

### 2. Unfallbeispiel:

Ein Feuerwehrmann geht während eines Einsatzes in einen überfluteten Keller um zu schauen, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Dabei stolpert er, fällt hin und greift instinktiv an ein abgehängtes metallenes Heizungsrohr. Es kommt zu einer tödlichen Körperdurchströmung.

#### Unfallursachenbeschreibung:

Teile der Gebäudeinstallation waren überflutet, wodurch das Wasser unter Spannung stand. Durch die Potentialüberbrückung von spannungsführendem Wasser zu metallendem Rohr kam es zu einem tödlichen Körperstrom.

## Verhalten an der Einsatzstelle Energieversorgung



Nur die auf den Einsatzfahrzeugen zur Verfügung gestellte Ausrüstung benutzen.



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Energieversorgung

Die elektrischen Betriebsmittel sind entsprechend der Feuerwehrdienstvorschrift 1 „Grundtätigkeiten“ (oder vergleichbare Vorschriften der anderen Hilfsorganisationen) zu verwenden.

- Dazu zählen geprüfte Stromerzeuger, Pumpen, Beleuchtung, Leitungen, Verteiler sowie Personenschutzschalter der genormten Fahrzeugbeladung.
- Vorrangig sind für die Stromversorgung die Stromerzeuger der Hilfsorganisationen z.B. Feuerwehr und des THW einzusetzen.
- Sollte in **Ausnahmefällen** auf Grund der Einsatzsituation ein anderer Speisepunkt erforderlich sein, darf der Anschluss nur über einen Personenschutzschalter (Differenzstromschutzeinrichtung mit Fehlerstrom-, Schutzleiterbruch-, Schutzleiterspannungs- und Fremdspannungsüberwachung) z.B. PRCD-S erfolgen.

Quelle: Unfallverhütungsvorschrift „Feuerwehr“ (GUV-V C53)

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in überfluteten Räumen Energieversorgung: Stromerzeuger

Generell müssen überflutete Räume beim Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln als Bereiche erhöhter elektrischer Gefährdung eingestuft werden. Deshalb ist beim Einsatz von tragbaren Stromerzeugern nach DIN 14 685 folgendes zu beachten:

Ohne Isolationsüberwachung:

➔ Nur **ein** Verbraucher im Bereich der erhöhten elektrischen Gefährdung

oder

mit Isolationsüberwachung:

➔ **keine** Einschränkung bei der Anzahl der angeschlossenen Verbraucher



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in überfluteten Räumen

### Energieversorgung: Stromerzeuger

Stromerzeuger können mit oder ohne Isolationsüberwachung ausgerüstet sein.

Dies gilt sowohl für tragbare Stromerzeuger nach DIN 14 685 als auch für im Einsatzfahrzeug festinstallierte Stromerzeuger nach DIN 14 687.

Daher ist zu überprüfen welche Stromerzeuger vorhanden sind um festzulegen, ob mehrere Verbraucher oder nur ein Verbraucher angeschlossen werden darf.

Folgendes ist zu prüfen und festzulegen:

1. Es muss ermittelt werden, ob der tragbare Stromerzeuger der DIN 14 685 (siehe Typschild oder Bedienungsanleitung) entspricht.  
Nur solche Stromerzeuger dürfen verwendet werden.
2. Es muss ermittelt werden (z.B. Bedienungsanleitung) ob der Stromerzeuger mit oder ohne Isolationsüberwachung ausgerüstet ist.
3. Entsprechend der vorhandenen Stromerzeuger ist die Verwendung im Einsatz festzulegen.

Weitergehende Informationen siehe:

- Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau und Montagestellen (BGI 867),
- Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung (BGI 594).

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Energieversorgung: Hausinstallation

Werden im Ausnahmefall elektrische Verbraucher an die Hausinstallation angeschlossen, muss ein Personenschutzschalter (PRCD-S) zwischen der Steckdose und dem Verbraucher geschaltet sein.

Wenn sich der Personenschutzschalter (PRCD-S) nicht einschalten lässt, liegt ein Fehler in der elektrischen Hausinstallation vor

➔ **Von dieser Steckdose geht eine elektrische Gefährdung aus!**

➔ Andere Steckdose wählen.



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Energieversorgung: Hausinstallation

### Auszug aus der GUV-V C53 §29

*Vorrangig sind für die Stromversorgung die Stromerzeuger der Feuerwehr einzusetzen.*

*Sollte in Ausnahmefällen auf Grund der Einsatzsituation ein anderer Speisepunkt erforderlich sein, darf der Anschluss nur über einen Personenschutzschalter (Differenzstromschutz-einrichtung mit Fehlerstrom-, Schutzleiterbruch-, Schutzleiter-spannungs- und Fremdspannungsüberwachung) erfolgen.*

*Soweit eine Differenzstromschutzeinrichtung als Schutz gegen gefährliche Körperströme eingesetzt wird, ist diese möglichst nahe an der Stromentnahmestelle zu installieren.*

Ein Personenschutzschalter mit den hier beschriebenen Funktionen wird in der Fachwelt „PRCD-S“ genannt.

Der auch bei den Hilfsorganisationen vorhandene „PRCD-K“ kann die hier geforderten Funktionen nicht erfüllen.

Der PRCD-S prüft die Schutzleiterfunktion der Steckdose und schützt die Einsatzkraft vor einer elektrischen Durchströmung. Weitere Informationen finden Sie bei den Begriffsbestimmungen!

➔ **Wenn sich der PRCD-S nicht einschalten lässt, geht von der Steckdose eine Gefährdung aus.**

➔ **Andere Steckdose wählen!**

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Energieversorgung: Hausinstallation



**Der Einsatz.**

**>> Unfall**  
Feuerwehrmann bewusstlos

Eine Einsatzkraft wollte einen circa 15 cm unter Wasser stehenden Keller auspumpen. Sie brachte eine privat zur Verfügung gestellte Pumpe in Stellung und übergab den Stecker an eine Person. Diese steckte den Stecker in eine Steckdose im Haus. Die Person hörte einen Schrei, zog den Stecker heraus und sah die Einsatzkraft bewusstlos am Boden liegen. Die Reanimationsversuche blieben erfolglos.

weiter auf Seite 8

Unfallbeispiel

Eine Einsatzkraft wollte einen circa 15 cm unter Wasser stehenden Keller auspumpen. Sie brachte eine privat zur Verfügung gestellte Pumpe in Stellung und übergab den Stecker an eine Person. Diese steckte den Stecker in eine Steckdose im Haus.

Die Person hörte einen Schrei, zog den Stecker heraus und sah die Einsatzkraft bewusstlos am Boden liegen. Die Reanimationsversuche blieben erfolglos.

- ➔ Wie hätte der Unfall vermieden werden können?
- ➔ Wie hätten Sie sich verhalten?

# Verhalten an der Einsatzstelle

## Energieversorgung: Hausinstallation

Mit dieser Folie soll das vermittelte Wissen angewandt werden.  
Eine weitere Folie mit den hier aufgezeigten Antworten folgt.

- ✓ Spannungsfreiheit im überfluteten Bereich herstellen
- ✓ Nur zugelassenes Einsatzmaterial verwenden
- ✓ Vorrangig sind für die Stromversorgung die Stromerzeuger der Hilfsorganisation einzusetzen.
- ✓ Wird in Ausnahmefällen eine Steckdose der Hausinstallation genutzt, muss ein Personenschutzschalter PRCD-S verwendet werden.  
Quelle: Unfallverhütungsvorschrift Feuerwehr (GUV-V C53 § 29)
- ✓ Ausschließlich geprüfetes Einsatzmaterial verwenden
- ✓ Das verwendete Material auf augenscheinliche Mängel hin vor der Verwendung prüfen.  
(Nach dem Einsatz ist vor dem Einsatz!)

### Unfallbeispiel:

Ein Feuerwehrmann geht während eines Einsatzes in einen überfluteten Keller um zu schauen, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Dabei stolpert er, fällt hin und greift instinktiv an ein abgehängtes metallenes Heizungsrohr. Es kommt zu einer tödlichen Körperdurchströmung.

### Unfallursachenbeschreibung:

Teile der Gebäudeinstallation waren überflutet, wodurch das Wasser unter Spannung stand. Durch die Potentialüberbrückung von spannungsführendem Wasser zu metallenen Rohr kam es zu einem tödlichen Körperstrom.

Weitere Folie siehe folgende Seiten

## Verhalten an der Einsatzstelle

### Energieversorgung: Hausinstallation

- ✓ Spannungsfreiheit im überfluteten Bereich herstellen
- ✓ Nur zugelassenes Einsatzmaterial verwenden
- ✓ Vorrangig die Stromerzeuger der Hilfsorganisation einsetzen
- ✓ Wird in Ausnahmefällen eine Steckdose der Hausinstallation genutzt, muss ein Personenschutzschalter PRCD-S verwendet werden.
- ✓ Ausschließlich geprüftes Einsatzmaterial verwenden
- ✓ Material auf augenscheinliche Mängel vor der Verwendung prüfen (Nach dem Einsatz ist vor dem Einsatz!)







## Film „Wasserspiele?“



# Verhalten an der Einsatzstelle

## Film „Wasserspiele?“

### **Benutzung eigener Stromquellen**

Wenn immer möglich: Eigene Stromversorgung (Stromerzeuger) benutzen, denn ein Stromschlag kann tödlich sein!  
Hausinstallationen können fehlerhaft sein. Wenn ein Anschluss an ein fremdes Stromnetz erforderlich wird, schützt ein in die Zuleitung zum Gerät eingebauter Personenschutzstecker durch schnelles Abschalten. Diese Schutzeinrichtungen reagieren nicht nur bei Fehlern im Gerät, sondern auch bei Fehlern im Netz.

### **Gefahr durch unter Wasser stehende Elektroanschlüsse/ Elektrogeräte**

Wasser leitet den elektrischen Strom. Lebensgefahr besteht daher, wenn Steckdosen oder Elektrogeräte beispielsweise in einem überfluteten Keller unter Wasser stehen. Sofern es noch nicht zu einem Kurzschluss gekommen ist, steht das gesamte Wasser unter Spannung. Daher ist bereits das Hineingreifen in das Wasser gefährlich.

Den Film starten Sie mit einem Klick auf das „Standbild“. Bitte haben Sie dann etwas Geduld, bis der Film startet.

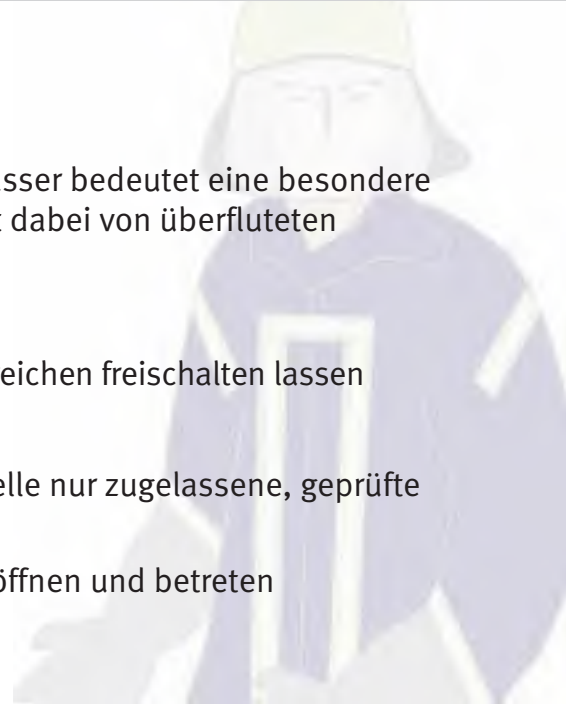
## Verhalten an der Einsatzstelle

### Zusammenfassung Modul 4

Das Zusammentreffen von Strom und Wasser bedeutet eine besondere Gefährdung. Die größte Gefährdung geht dabei von überfluteten Hausinstallationen aus.

Deshalb:

- Elektrische Anlagen in überfluteten Bereichen freischalten lassen
- Nur freigeschaltete Bereiche betreten
- Zur Stromversorgung an der Einsatzstelle nur zugelassene, geprüfte Geräte verwenden
- Anlagen der Energieversorgung nicht öffnen und betreten
- Anweisungen des Betreibers befolgen
- Schutzabstände einhalten

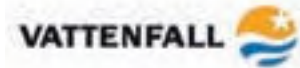


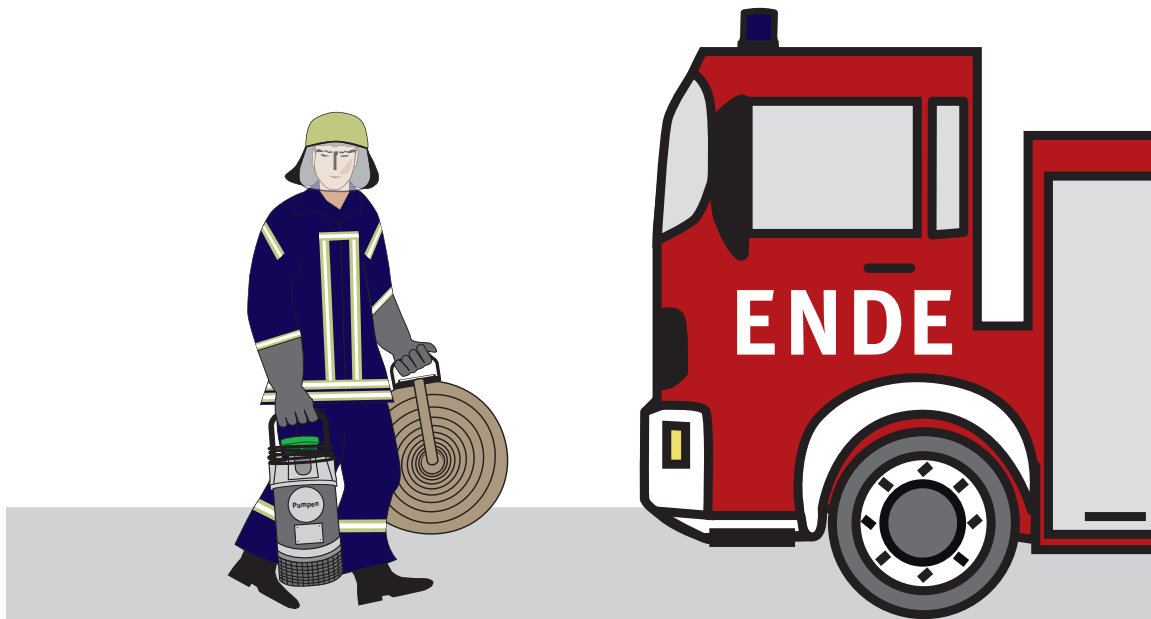


Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN





**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Mittelstraße 51

10117 Berlin

Tel.: 030 288763800

Fax: 030 288763808

E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)

Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)



# Anhang 1

## Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
<b>Abschrankung</b>	Vorrichtung (z.B. Leiste, Seil, Kette), mit der der Zutritt zu unter Spannung stehenden Teilen verhindert wird. Teil der 5 Sicherheitsregeln
<b>AC</b>	→ Wechselstrom
<b>Al</b>	chemisches Zeichen für Aluminium
<b>Ampere [A]</b>	Bezeichnung [Einheit] für die elektrische Stromstärke; Formelzeichen <i>I</i>
<b>Annäherung</b>	Unterschreitung des Schutzabstandes zu unter Spannung stehenden Teilen; nach Spannungshöhe unterschiedlich. Die Abstände können der DIN VDE 0105-100 oder der BGV/GUV-V A3 entnommen werden.
<b>Anlagen, verschlossen</b>	Elektrische Anlagen, die nur mit Schlüssel oder Werkzeug geöffnet werden können, da sich im Inneren berührbare, unter Spannung stehende Teile befinden. Der Berührungsschutz wird durch die Umhüllung der Anlage/durch ein Gehäuse gewährleistet.
<b>Anlagen, unverschlossen</b>	Elektrische Anlagen mit berührbaren, unter Spannung stehenden Teilen, deren Verschluss unwirksam ist, z.B. durch Störung, Verkehrsunfall
<b>Anlagenverantwortlicher</b>	Person, die unmittelbar während der Durchführung von Arbeiten, die Verantwortung für Betrieb, Zustand und Verwendung einer elektrischen Anlage hat. Wird vom Betreiber der Anlage benannt
<b>Arbeiten im freigeschalteten Zustand</b>	Elektrotechnische Arbeiten, bei denen die Anlage während der Arbeiten freigeschaltet (= spannungsfrei) ist und die 5 Sicherheitsregeln vom Mitarbeiter durchgeführt wurden

Begriffe	Erklärungen
<b>Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen</b>	Arbeiten, bei denen die Gefahr besteht, dass mit Werkzeugen und Geräten der Schutzabstand zu unter Spannung stehenden Teilen unterschritten wird
<b>Arbeiten unter Spannung</b>	Arbeiten, die ohne Abschaltung mit besonderer Ausrüstung, Schulung und Auftrag an unter Spannung stehenden Teilen durchgeführt werden. Die Vorgaben dafür sind in der BGV/GUV-V A3 bzw. in VDE 0105-100 geregelt.
<b>Betreiber</b>	Personen/Firmen, welche die Verfügungsgewalt über die Betriebsmittel haben, z.B. Eigentümer, Pächter usw.
<b>Betrieb, störungsfrei</b>	Anlage befindet sich in vorgesehenem Zustand und funktioniert wie vorgesehen
<b>Betrieb, gestört</b>	Wenn Anlagen sich auf Grund von Schäden durch Sturm, Hochwasser, einem Verkehrsunfall oder einem Brand in unvorhergesehenem Zustand befinden, ist damit zu rechnen, dass hiervon elektrische Gefährdungen ausgehen. Diese wird dann als „gestörte Anlage“ bezeichnet.
<b>Betriebsanweisung</b>	Schriftliche Anweisung für Mitarbeiter zum Umgang mit Betriebsmitteln; ist vom Unternehmer dem Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen
<b>Betriebsmittel</b>	Anlagen und Geräte zum Betrieb mit elektrischer Energie
<b>Betriebsspannung</b>	Elektrische Spannung, mit der eine elektrische Anlage betrieben wird und für die sie ausgelegt ist
<b>Betriebsstätten</b>	→ siehe Anlagen
<b>Cu</b>	chemisches Zeichen für Kupfer
<b>DC</b>	→ Gleichstrom

Begriffe	Erklärungen
<b>Elektrische Arbeit</b>	Leistung in einer bestimmten Zeiteinheit, Maßeinheit Kilowattstunden [kWh]; Berechnungsgrundlage für Energielieferung
<b>Elektrische Gefahren</b>	Gefahren, die auf Mensch und Tier einwirken, z.B. Körperdurchströmung, Wärmewirkung, Strahlung, magnetische Wirkung
<b>Elektrische Leistung</b>	Produkt aus Strom und Spannung, Maßeinheit Watt [W] bzw. Kilowatt [kW]
<b>Elektrofachkraft</b>	Person, die auf Grund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Tätigkeit elektrische Gefährdungen erkennen und beheben kann. Die Qualifizierung erfolgt immer für bestimmte Arbeitsbereiche der Elektrotechnik. Nur wer die jeweiligen Anlagenkenntnisse hat, kann die Gefährdungen beurteilen und auf das richtige Verhalten hinweisen.
<b>Elektrotechnisch unterwiesene Person</b>	Person, die unterwiesen wurde, bestimmte elektrotechnische Arbeiten auszuführen
<b>Elektrotechnischer Laie</b>	Person ohne besondere elektrotechnische Kenntnisse und ohne elektrotechnische Unterweisung („Jedermann“)
<b>Elektrotechnische Arbeiten</b>	Arbeiten in und an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, die auch unmittelbar unter Spannung stehende Teile betreffen
<b>Nicht elektrotechnische Arbeiten</b>	Alle Arbeiten, deren Zweck nicht elektrotechnischer Natur sind, z.B. Löscharbeiten, Rettung von Personen
<b>Energieversorger</b>	Stromversorger, Gasversorger, Wasserversorger
<b>Freigabe</b>	Die Erlaubnis, Arbeiten an elektrischen Anlagen durchzuführen

Begriffe	Erklärungen
<b>Freileitung</b>	Elektrische Leitung, welche auf Masten in einem durch die Betriebsspannung bestimmten Abstand über den Boden geführt wird; üblicherweise mit unisolierten Leitungen
<b>Freischalten</b>	Die Spannungsfreiheit von elektrischen Anlagen nach den 5 Sicherheitsregeln herstellen
<b>Frequenz</b>	Anzahl der Schwingungen pro Sekunde; Maßeinheit Hertz [Hz]
<b>Gleichstrom (DC)</b>	Stromfluss, der nicht seine Richtung ändert. Im Gegensatz zu Wechselstrom, der im Takt der Frequenz seine Stärke und Richtung ändert
<b>Hochspannung</b>	Spannung über 1 kV (= 1000 V)
<b>Isolierung</b>	Beschichtung oder Ummantelung eines elektrischen Leiters, die nicht in der Lage ist, elektrischen Strom zu leiten. Wichtigster Schutz vor der Berührung unter Spannung stehender Teile. Als Isolierung dient auch Luft (= Abstand) oder das Gas SF <sub>6</sub> .
<b>Kabel</b>	Isolierte Leitungen, die auch in der Erde verlegt werden dürfen, ein- oder mehradrig
<b>Kabelverteilerschrank (KVS)</b>	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, in der ankommende Energiekabel in mehrere Stromkreise, z.B. in Straßenzüge, aufgeteilt werden. Im Straßenbild häufig zu sehen
<b>Körperdurchströmung</b>	Strom, der durch den menschlichen Körper fließt. Lebensgefahr!
<b>Körperschluss</b>	Im Störfall/Fehlerfall elektrisch leitfähige Verbindung zwischen unter Spannung stehenden Teilen und dem berührbaren Gehäuse von Geräten und Anlagen

Begriffe	Erklärungen
<b>Kurzschluss</b>	Unbeabsichtigte leitende Verbindung von Leitungen und Anlagenteilen mit unterschiedlichem Potenzial. Es kommt zu sehr hohen Strömen, welche Anlagen zerstören können. Die Gefahr besteht durch Lichtbogenbildung und Wärmewirkung sowie umherspritzendes Leitungsmaterial, z.B. Kupfer.
<b>Lichtbogen</b>	Stromdurchtritt durch Luft mit hoher Energie, hoher Temperatur (ca. 8 000 °C), starker Licht- und UV-Strahlung. Schwerste Verletzungen und schwere Zerstörungen!
<b>Niederspannung</b>	Spannungen bis 1000 V
<b>Netzbetreiber</b>	Betreiber, welcher die unmittelbare Verfügungsgewalt in Bezug auf Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb eines Energieverteilungsnetzes hat
<b>Ohm [Ω]</b>	Einheit für den elektrischen Widerstand; Formelzeichen <b>R</b>
<b>Ohmsches Gesetz</b>	Beschreibung des Zusammenwirkens von Spannung, Strom und Widerstand im elektrischen Stromkreis; $[I = U/R]$
<b>Ortsnetzstation</b>	→ Station
<b>Photovoltaikanlagen</b>	Anlagen, mit denen aus Sonnenlicht direkt elektrische Energie gewonnen wird
<b>Regelwerke</b>	Vorschriften-, Normen-, Verordnungssammlungen
<b>Schrittspannung</b>	Spannung, die von einem Menschen mit den Beinen an einer Fehlerstelle (Spannungstrichter) bei einem Schritt in diesem Bereich abgegriffen werden kann
<b>Schutzabstand</b>	Abstand zu unter Spannung stehenden Teilen, bei dem es zu keiner Gefährdung kommt

Begriffe	Erklärungen
<b>Sekundärwirkung</b>	Wirkung, bei der durch eine eigentlich ungefährliche Körperdurchströmung eine Schreckreaktion ausgelöst wird, z.B. Sturz von einer Leiter
<b>Solarzellen</b>	Bauteile, mit denen Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umgewandelt werden kann → Photovoltaik
<b>Spannung</b>	Ist der elektrische Potenzialunterschied zwischen den beiden Polen einer Spannungsquelle. Maßeinheit Volt [V], Formelzeichen <b>U</b> Die Spannung kann mit dem Druck in einer Wasserleitung verglichen werden. → Niederspannung (bis 1000 V) → Hochspannung (größer 1 kV = 1000 V)
<b>Spannungstrichter</b>	Trichterförmiger Spannungsverlauf von der Betriebsspannung zum Erdpotenzial an Fehlerstellen, bei denen ein Leiter Erdberührung hat
<b>Station; Trafostation</b>	Gebäude, Anlage, von der aus dem Hochspannungsnetz elektrische Energie umgespannt und in das Niederspannungsnetz eingespeist wird
<b>Störlichtbogen</b>	Lichtbogen, der auf Grund einer Störung, z.B. Kurzschluss, entsteht → Lichtbogen
<b>Strom</b>	Ist die Anzahl der Elektronen, die durch einen Leiter fließen. Maßeinheit Ampere [A], Formelzeichen <b>I</b> , Vergleichbar mit der Durchflussmenge in einer Wasserleitung
<b>Trafostation</b>	→ Station
<b>Transformator</b>	Dient der Umwandlung der elektrischen Spannung von einer Spannungsebene in eine andere; umgangssprachlich Trafo genannt
<b>Volt [V]</b>	→ Spannung, Formelzeichen <b>U</b>

Begriffe	Erklärungen
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik e.V., Herausgeber der VDE-Bestimmungen Durch den Zusatz DIN ist erkennbar, dass eine VDE-Bestimmung eine deutsche Norm ist.
<b>Watt [W], Kilowatt [kW]</b>	→ elektrische Leistung
<b>WEA</b>	Windenergieanlage
<b>Wechselstrom (AC)</b>	Strom, der im Takt der Frequenz seine Richtung und Stärke ändert. Bei dreiphasigem Netz auch Drehstrom genannt

# Anhang 2

## Vorschriften, Regeln, Informationen, Normen und weiterführende Literatur

BGV/GUV-VA1	Grundsätze der Prävention
BGV/GUV-VA3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
GUV-V C53	Feuerwehren
BGI 594	Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung
BGI 753	SF <sub>6</sub> -Anlagen
BGI 766	Instandsetzungsarbeiten an elektrischen Anlagen auf Brandstellen
BGI 867	Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen
GUV-I 8558	Sicherer Feuerwehrdienst
GUV-I 8651	Sicherheit im Feuerwehrdienst (mit CD)
DIN VDE 0100-717: 2005-06	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-717: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Elektrische Anlagen auf Fahrzeugen oder in transportablen Baueinheiten
DIN VDE 0105-100: 2009-10	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
DIN VDE 0132: 2008-08	Brandbekämpfung und Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen



---

Feuerwehr-Handbuch der Organisation, Technik und Ausbildung, Autor: Jens Rönfeldt  
Kohlhammer Verlag, ISBN 3-17-015466-4

---

Die Gefahren an der Einsatzstelle, Autor: Karl-Heinz Knorr  
Kohlhammer Verlag, ISBN 3-17-016658-1

---

Elektrizität, Autor: Michael Melioumis  
Kohlhammer Verlag, ISBN 3-17-015169-X

---

Fachkunde Elektrotechnik, Autoren: Lehrer an beruflichen Schulen und Ingenieure  
Verlag Europa Lehrmittel, Europa-Nr.: 30138, ISBN 3-8085-3157-6

---

Merkheft für Baufachleute, Herausgeber Verband der Elektrizitätswirtschaft VDEW e.V.  
VWEW Energieverlag GmbH, ISBN 3-8022-0669-X

---

Filme und Broschüren der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse und der Feuerwehrunfallkassen

---

Info-Blätter der FUK  
[www.fuk.de/downloads/info-blaetter/einsatz](http://www.fuk.de/downloads/info-blaetter/einsatz)

---

# Tabellen

Die nachfolgenden Tabellen liegen als PDF-Datei im Ordner „Tabellen“ zur Ansicht auf der DVD vor.

DIN VDE 0132:2008-08, Tabellen 5/6/7/8

Die Tabellen sind nur für die private/persönliche Nutzung vorgesehen.

Auszüge aus DIN VDE 0132 (Ausgabe 2008) sind wiedergegeben mit Genehmigung Nr. 362.008 des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de) und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

# Autoren

Mario Glaser,  
SÜWAG Netzservice GmbH, Karlstein

Hans-Joachim Harckenthal,  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Dresden

Dr. Gerhard Imgrund,  
Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Frankfurt a. M.

Helmut John,  
EnBW Systeme Infrastruktur Support GmbH, Karlsruhe

Jürgen Kalweit,  
Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord, Kiel

Reiner Leis,  
EnBW Regional AG, Stuttgart

Arnd Lenarz,  
RWE Power AG, Koblenz

Uwe Maagh,  
RWE Rhein-Ruhr AG, Brühl

Erwin Maierhörmann,  
Lechwerke AG, Augsburg

Volker Müller,  
Oberhessische Versorgungsbetriebe AG, Friedberg

Peter Oriwol,  
Pfalzwerke AG, Mutterstadt

Wolfgang Pechoc,  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

Jürgen Schmidt,  
ESWE Versorgungs AG; Wiesbaden

Thomas Schüttler,  
SÜWAG Energie AG, Frankfurt a. M.

Hans Schwendinger,  
Siemens AG, Nürnberg

Dieter Seibel,  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

Hans-Peter Steimel,  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

Thorsten Tavernier,  
THW, Bonn

Stefan Volkmer,  
Vattenfall Europe Wärme AG, Berlin

Thomas Volkmer,  
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Nürnberg

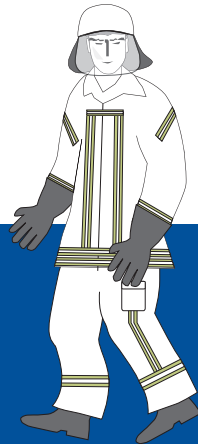
Herbert Wimmer,  
E.ON Bayern AG, Regensburg

**leere Seite**



**DGUV**

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung  
Spitzenverband



**Elektrische Gefahren  
an der Einsatzstelle**

Vortrag für Einsatzkräfte  
Juli 2011

Beilage 1-18677

Herausgeber:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Mittelstraße 51

10117 Berlin

E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)

Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)