



BG

Elektro Textil
Feinmechanik

BGI 8677

Mai 2008

Unterweisen – prüfen



**Elektrische Gefahren
an der Einsatzstelle
Vortrag für Einsatzkräfte**

leere Seite

Einleitung

Die vorliegende BGI 8677 entstand in einem Arbeitskreis der Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, den Sicherheitsfachkräften verschiedener Energieversorgungsunternehmen und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – mit fachlicher Unterstützung verschiedener Feuerwehren.

Die Sicherheitsfachkräfte berichteten von Unfällen und Beinahunfällen 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 BGI aufgearbeitet werden. Dabei soll kein neues Regelwerk entstehen, sondern der Inhalt der unterschiedlichen Fachinformationen für diesen Einsatzfall zusammengeführt werden.

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

Diese BGI 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.

Anfragen, Anregungen und Verbesserungsvorschläge können Sie gern an die folgende Mailadresse senden: „fb-elektrotechnik@bgetf.de“,
Betreff AK Brand EVU BGI 8677.

Medienpaket BGI 8677

Das Medienpaket BGI 8677 besteht aus einer Broschüre und einer CD-ROM. In der Broschüre sind jeweils oben die Seiten der Präsentation und unten der dazugehörige Erklärungstext abgebildet.

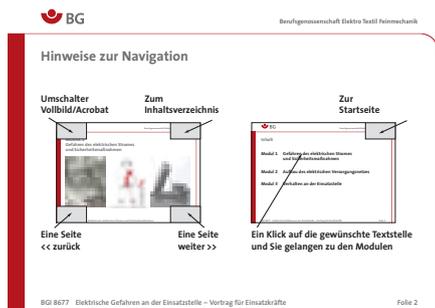
Die Präsentation öffnen Sie bitte an Ihrem Computer mit einem Doppelklick auf die Datei „START.pdf“. Nach Erscheinen des Startbildes können Sie durch einen Klick z.B. die Präsentation, die Filme oder die Broschüre anwählen.

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 dem „Windows Media Player“ betrachten (siehe Ordner „Filme“ auf der CD-ROM).

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



Systemvoraussetzungen:

- CD-ROM-Laufwerk
- Bildschirmauflösung auf 800 x 600 Pixel oder größer eingestellt
- „Adobe Acrobat Reader“ ab Version 7 installiert
- Betrachtungsprogramm für Filme installiert, z.B. QuickTime Player 7.4.5 (Voraussetzung zum Abspielen der Filme innerhalb der Präsentation), Windows Media Player 11
- Aktuelles Betriebssystem

Nutzungsrechte:

Die CD-ROM ist nur für private Vorführungen bestimmt. Vorführungen im Rahmen der betrieblichen Unterweisungsarbeit entsprechen einer „privaten Vorführung“. Diese CD-ROM oder Teile des auf ihr befindlichen Programms dürfen nicht verkauft, vermietet, vervielfältigt oder umgestaltet werden. Eine gewerbliche Nutzung der CD-ROM ist unzulässig.

Haftungsausschluss:

Der Herausgeber haftet nicht für Folgeschäden auf Grund der Benutzung der CD-ROM am Computerarbeitsplatz oder im Netzwerk oder für mittelbare oder unmittelbare Folgeschäden, die auf Grund der Inhalte oder der Nutzung des Programms entstehen; insbesondere nicht für Personen-, Sach- oder Vermögensschäden. Dies gilt nicht bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit. Die Wiedergabe der Texte von Vorschriften, Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien erfolgt nach sorgfältiger Überprüfung. Verbindlich ist der gedruckte Originaltext (amtlicher Text).

Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle

Vortrag für Einsatzkräfte



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**

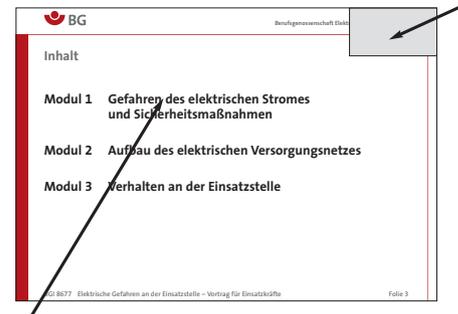
**Zum
Inhaltsverzeichnis**

**Zur
Startseite**



**Eine Seite
<< zurück**

**Eine Seite
weiter >>**



**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 dem „Windows Media Player“ betrachten (siehe Ordner „Filme“ auf der CD-ROM).

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

Inhalt

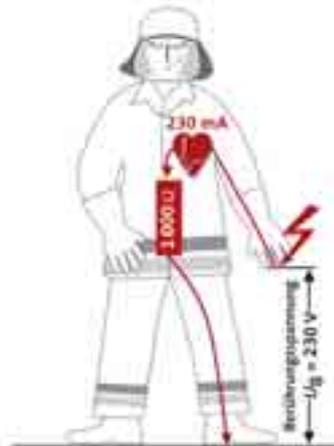
Hinweis:

Als weiteres Modul ist das Thema Hochwasser in Vorbereitung.

Wir werden auf unserer Webseite www.bgetf.de darüber informieren.

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.

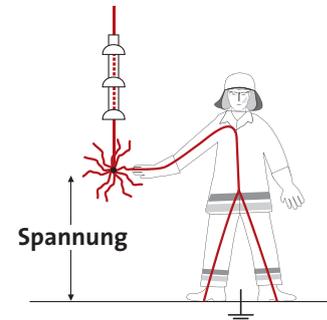
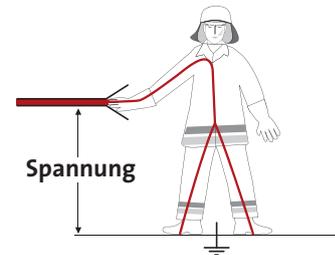
Nachfolgend wird auf die Gefährdungen bei verschiedenen Einsatzbereichen im Niederspannungs- und Hochspannungsbereich eingegangen.

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 1 000 V**) oder
- **Schutzabstände nicht eingehalten** werden (**Spannungen über 1 000 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 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.

Gefahren des elektrischen Stromes Körperwiderstand

Der Widerstand R des menschlichen Körpers beträgt zwischen Hand und Fuß ca. **1 000 Ohm (1 000 Ω)**.

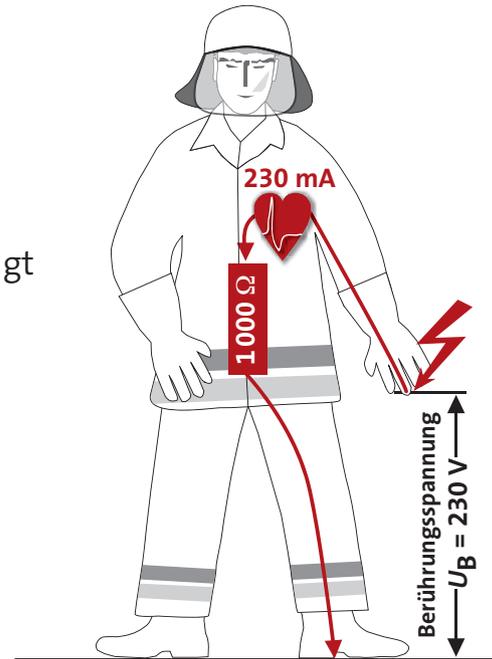
Bei einer Spannung U von **230 Volt** beträgt der Strom I durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

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

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

➔ Lebensgefahr!



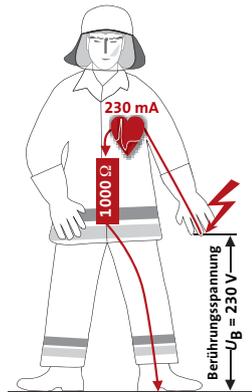
Gefahren des elektrischen Stromes

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	1 000 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

$$I = U/R$$

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

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

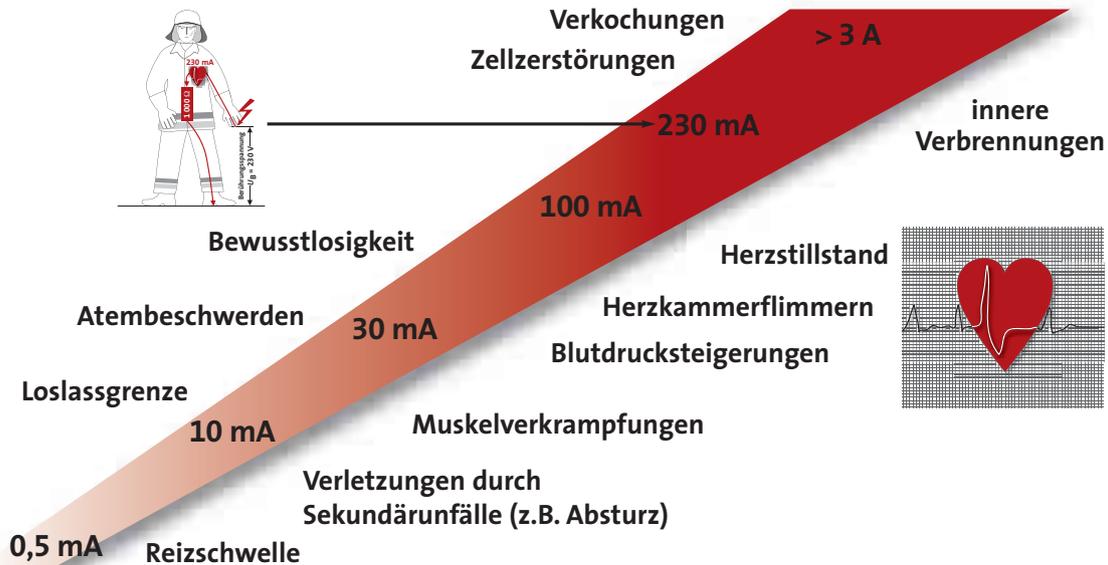
Der Weg des Stromes im menschlichen Körper bestimmt, welche Körperteile oder Organe betroffen sind und ob der Stromfluss auch die Atemmuskulatur oder das Herz betrifft.

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 durcheinandergebracht:

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.

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 μA**
mit der Zunge wahrnehmbar
- **ab 1,0 ... 1,5 mA**
mit dem Finger wahrnehmbar
- **ab 5 ... 10 mA**
Loslassen des Kontakts gerade noch möglich, Krampfgefühl in den Händen, Blutdrucksteigerung
- **ab 10 ... 25 mA**
Loslassen des Kontakts 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 ... 3 000 mA**
Herzkammerflimmern in Abhängigkeit von der Einwirkdauer (unter 0,3 s noch kein Herzkammerflimmern)
- **über 3 A**
Herzstillstand, Lungenblähung

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.

Sicherheitsmaßnahmen Schutzabstände Niederspannung: störungsfreier Betrieb

Niederspannung bis 1000 V – störungsfreier Betrieb

Anlage **mit** Berührungsschutz

➔ kein Schutzabstand



BGI 8677 Modul 1 – Sicherheitsmaßnahmen

Anlage **ohne** Berührungsschutz

➔ Schutzabstand **1 m**
zum Selbstschutz beachten



Folie 10

Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände bei Niederspannung: störungsfreier Betrieb

Störungsfreier Betrieb:

- 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: gestörter Betrieb

Niederspannung bis 1000 V – gestörter Betrieb

Zu gestörten elektrischen
Niederspannungsanlagen

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



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände bei Niederspannung: gestörter Betrieb

Gestörter Betrieb:

- 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 darf ein Schutzabstand von **1 m** nicht unterschritten werden.

Sicherheitsmaßnahmen Schutzabstände Niederspannung: gestörter Betrieb

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
Straßenbeleuchtungs-
mast noch in Funktion



Abgetrenntes Erdkabel
unter Spannung

Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände bei Niederspannung: gestörter Betrieb

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 darf der Schutzabstand von **1 m** nicht unterschritten 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: gestörter Betrieb

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



Beschädigter Kabelverteilerschrank
isolierend abgedeckt

Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Niederspannung: gestörter Betrieb

Maßnahmen durch den Energieversorger/Betreiber:

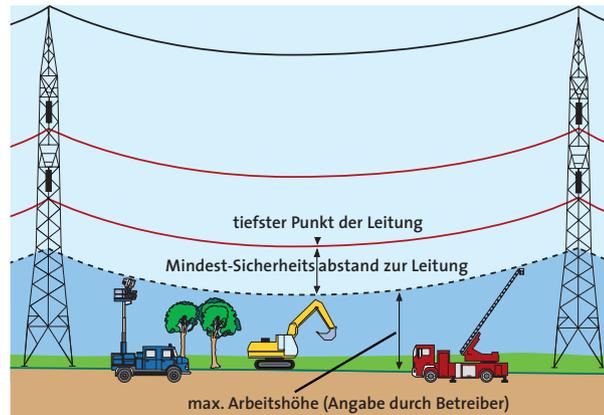
- Eine Instandsetzung ist nicht immer sofort möglich.
In diesen Fällen muss der Anlagenbetreiber den erforderlichen Berührungsschutz (geeignete/isolierende Abdeckung) sicherstellen.
- Abdeckhauben, die über defekte Kabelverteilerschränke gezogen werden, müssen mit geeigneten Mitteln, z.B. einem Vorhängeschloss,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

Sicherheitsmaßnahmen Schutzabstände Hochspannung: störungsfreier Betrieb

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: störungsfreier Betrieb

Störungsfreier Betrieb:

- 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: gestörter Betrieb

Hochspannungsfreileitung

Zu gestörten elektrischen **Hochspannungsfreileitungen** oder Anlagen **unbekannter Spannung** ist unbedingt ein **Schutzabstand von mindestens 20 m** einzuhalten.



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Hochspannung: gestörter Betrieb

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 Näheretreten 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: gestörter Betrieb

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

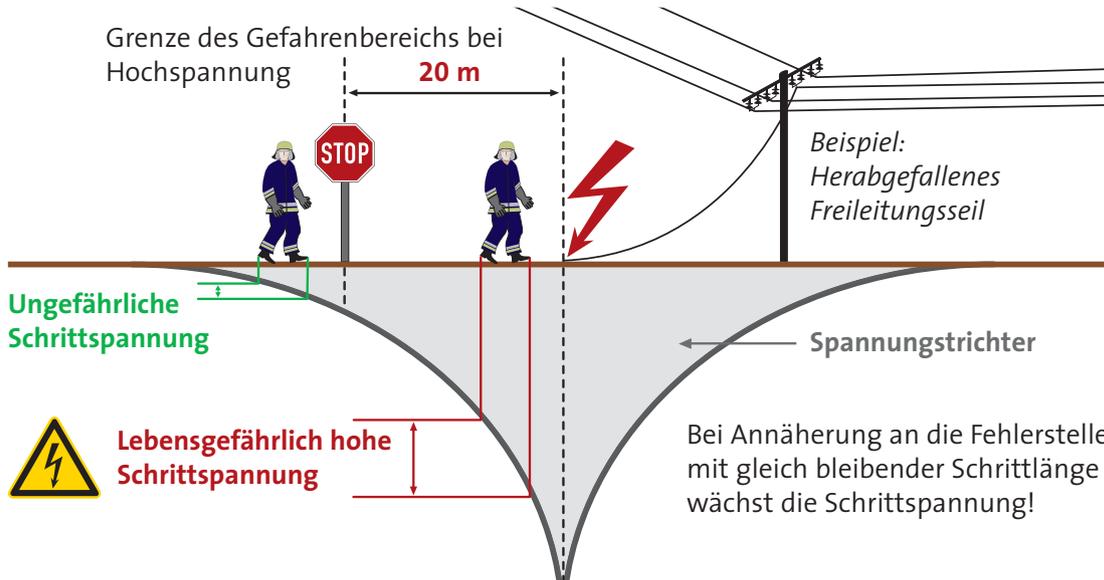
Schutzabstände Hochspannung: gestörter Betrieb

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: gestörter Betrieb

Schrittspannung/Spannungstrichter



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Hochspannung: gestörter Betrieb

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.

Sicherheitsmaßnahmen Hochspannung: gestörter Betrieb – Erdkabel

Schrittspannung!



Sicherheitsmaßnahmen

Hochspannung: gestörter Betrieb – 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 1 000 V)** **mind. 1 m**
- **Hochspannung (über 1 000 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 Absperrmaterial die erforderlichen Schutzabstände her- und sicherstellen.

Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN

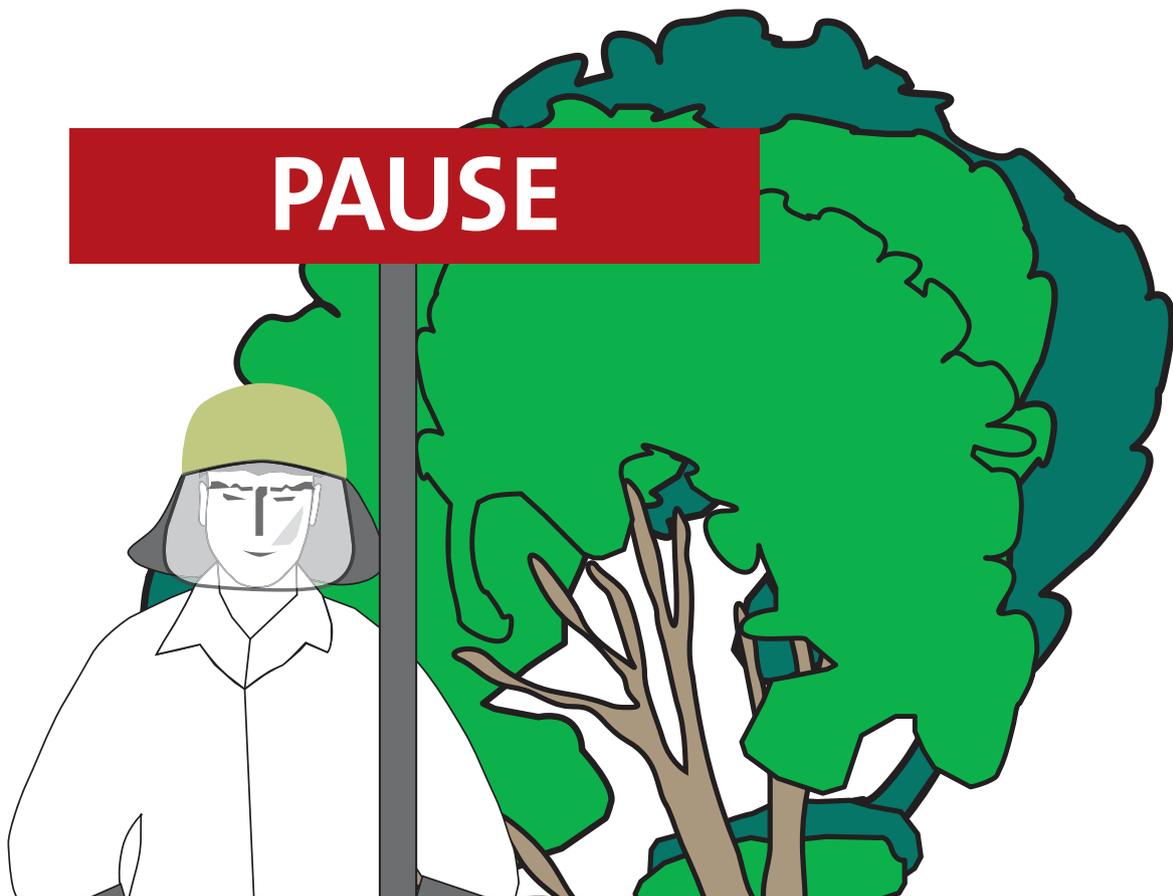


Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



Alle Bilder und Grafiken sind von den Beteiligten für die Verwendung in dieser BGI-begleitenden Präsentation freigegeben worden.

PAUSE



MODUL 2

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes



MODUL 2

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Im nachfolgenden 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**.

Die Hochspannung wird meist nochmals von den Fachleuten in **Mittel-, Hoch-** und **Höchstspannung** unterteilt.

Niederspannung
bis 1 000 V

Hochspannung (1 kV [Kilovolt] = 1 000 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 bezeichnet man als **Hochspannung**.

In der Fachwelt der Elektrotechnik wird der Begriff der 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 Verbrauchsgerät 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 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 Mill. 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: Masten, 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**.

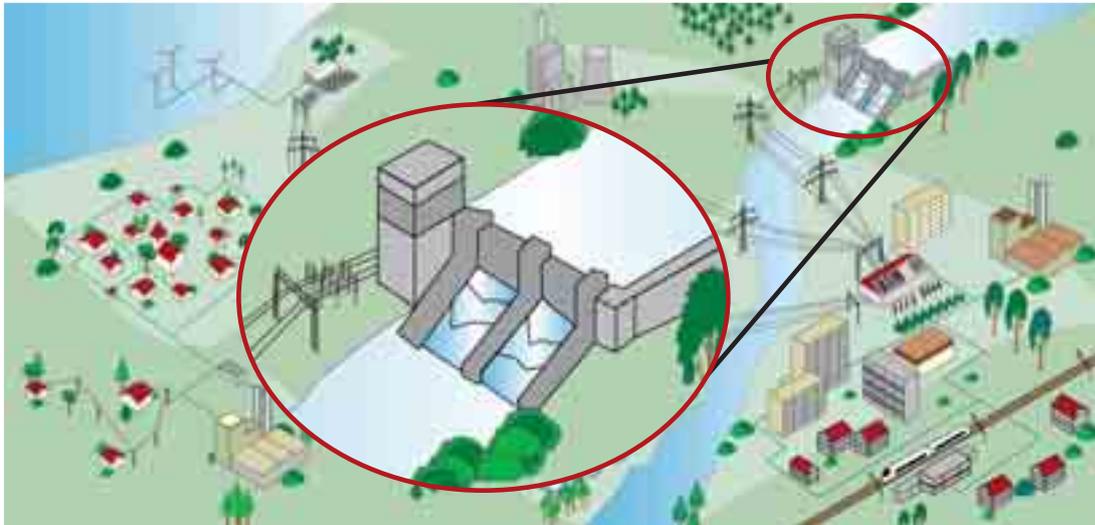
Aus den Umspannanlagen, die in ein 110 kV-Netz eingebunden sind, wird in die unterlagerten Mittelspannungsnetze auf 10 kV, 20 kV oder 30 kV heruntertransformiert. Aus einer Anlage werden zwischen 10 und 16 Mittelspannungsleitungen gespeist, in die jeweils wiederum bis zu 30 einzelne **Transformatorstationen** 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 – Wasserkraftwerk



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Erzeugung – Kraftwerke – Wasserkraftwerk

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

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

Bei den größeren Kraftwerken, 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

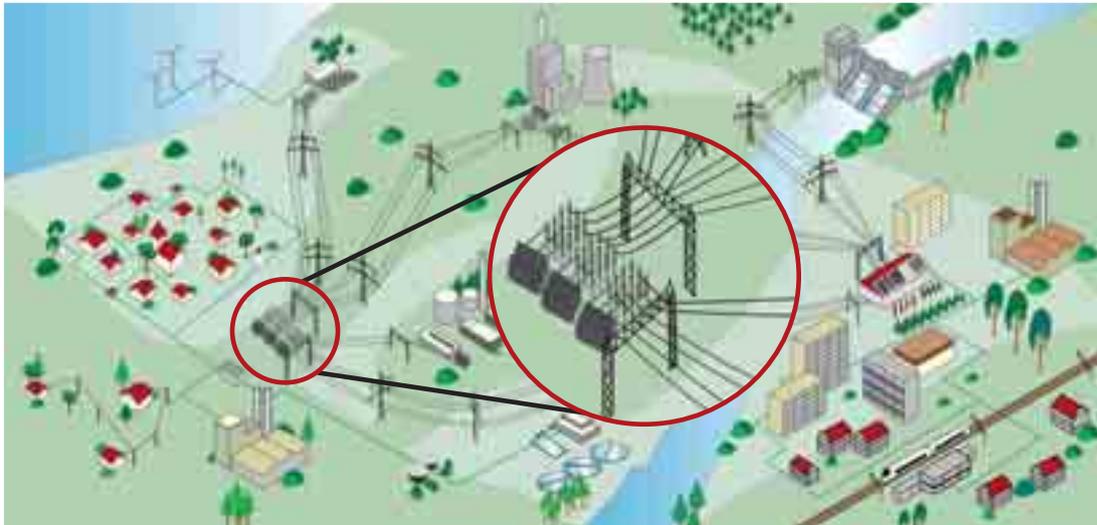
Erzeugung – Kraftwerke – Wasserkraftwerk

Folie 29 zeigt die Innenansicht eines Wasserkraftwerks.

Bei den hellgrünen Anlagenteilen 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 eine Vielzahl technischer Einrichtungen, die zum reibungslosen Betrieb der Anlage notwendig sind, wie

- 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 (siehe Folie 31).

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.

Dazu zählen auch die Einsatzkräfte der Rettungsdienste wie Feuerwehr, Deutsches Rotes Kreuz, Technisches Hilfswerk.

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

Leistungsfelder in Hochspannungsanlagen



Leistungsschalter in einem 380 kV-Schaltfeld



Komplettes 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 (SF₆ – isoliert)

Mittelspannung



20 kV-SF₆-Schaltanlage

Hochspannung



110 kV-SF₆-Schaltanlage

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – Schaltanlagen (SF₆ – isoliert)

Moderne Innenraumschaltanlagen werden als so genannte *SF₆-Schaltanlagen* ausgeführt. Das Gas SF₆ stellt dabei das Isoliermedium dar und ist in reiner Form ungiftig. Strömt an defekten Anlagen SF₆-Gas aus, verdrängt dieses die Atemluft – was gefährlich werden kann. Weitere Informationen dazu bietet die BG-Information „SF₆-Anlagen und -Betriebsmittel“ (BGI 753).

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

www.bgetf.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.

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Umspannanlagen – Einsatzbeispiel



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

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – Einsatzbeispiel

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

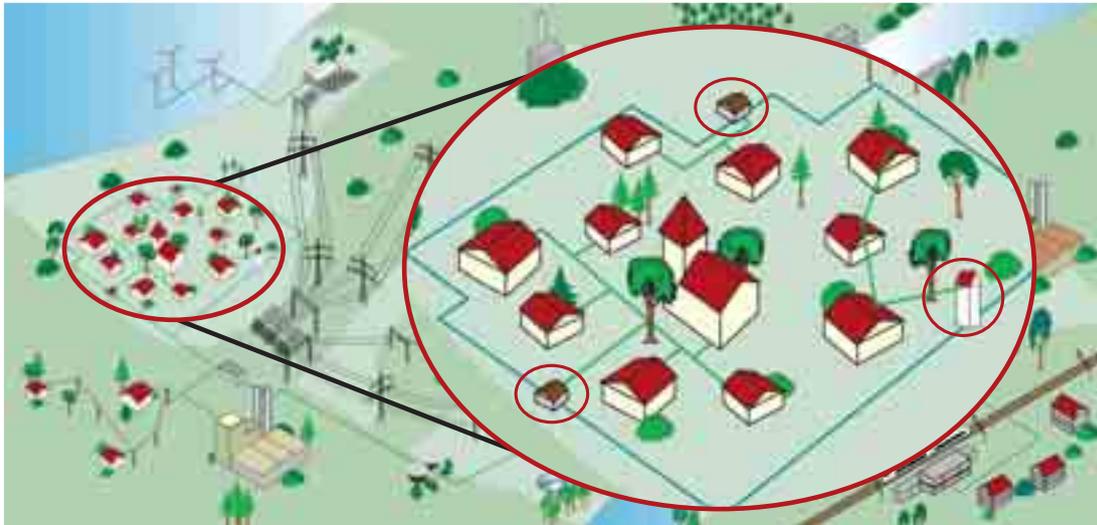
Transformatoren, die in der Nähe von Wohnhäusern aufgestellt sind, werden aus Lärmschutzgründen eingehaust. Der Lärm entsteht sowohl durch den Trafo selbst als auch durch die notwendigen Kühlaggregate.

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

Ortsnetztransformatorstationen

Schaltanlagen in Ortsnetzstationen sind Mittelspannungsschaltanlagen (10 kV bis 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. Dazu zählen auch die Rettungskräfte, auch wenn sie eine Ausbildung als Elektrofachkraft absolviert haben.

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetz



Mittelspannungsnetz



Trafostation

Niederspannungsnetz einer Trafostation

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetz

Die Folien 40 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 Transformatorstationen 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.

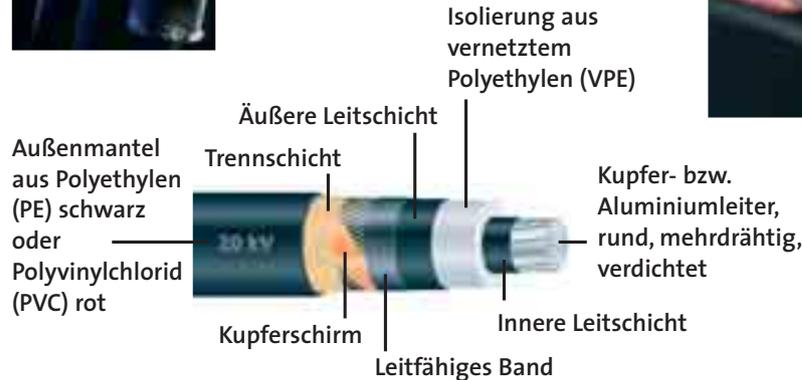
Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Leitungen – Erdkabel



Hoch- und Höchstspannungskabel

Mittelspannungskabel



Quelle: StüdKabel 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, schadhaften 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



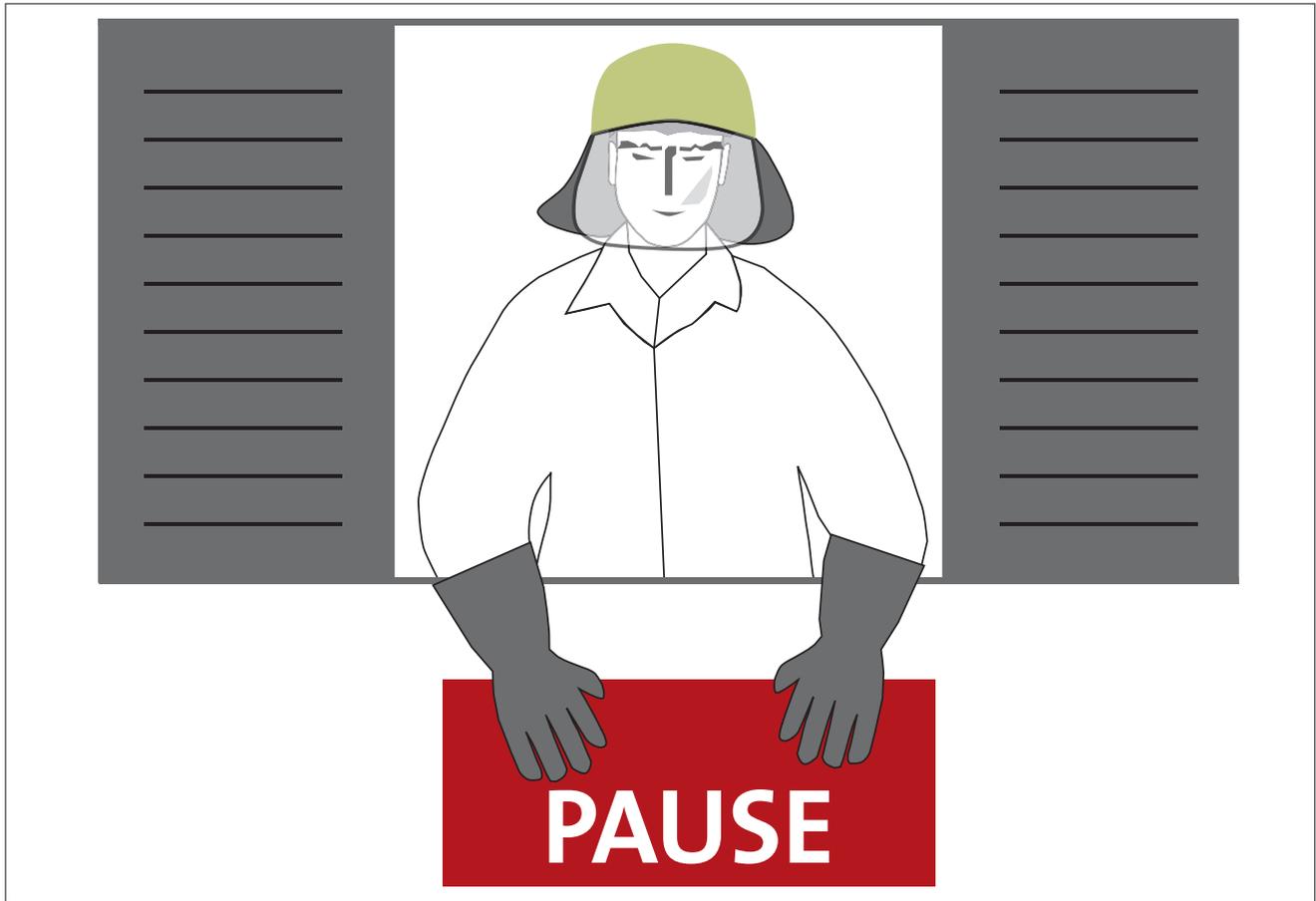
VORWEG GEHEN



Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



Alle Bilder und Grafiken sind von den Beteiligten für die Verwendung in dieser BGI-begleitenden Präsentation freigegeben worden.



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 wird man 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 1 000 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 1 000 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 1 000 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 1 000 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 1 000 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.

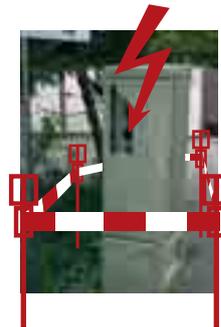
Nach jedem Stromunfall ist ein EKG erforderlich.

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

Sperrten 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.

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, Freischaltung).

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

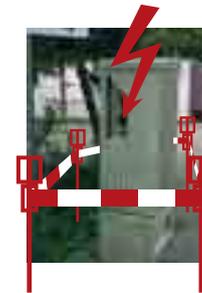
Hier treffen die vorgenannten Verhaltensweisen ebenfalls zu.

Verhalten an der Einsatzstelle Schutzabstände: gestörter Betrieb – Niederspannungsanlagen

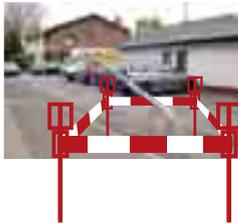


Abgetrenntes
Erdkabel unter
Spannung

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



Beschädigter
Kabelverteiler-
schrank



Umgefahrene
Straßenbeleuchtungs-
masten noch in Funktion

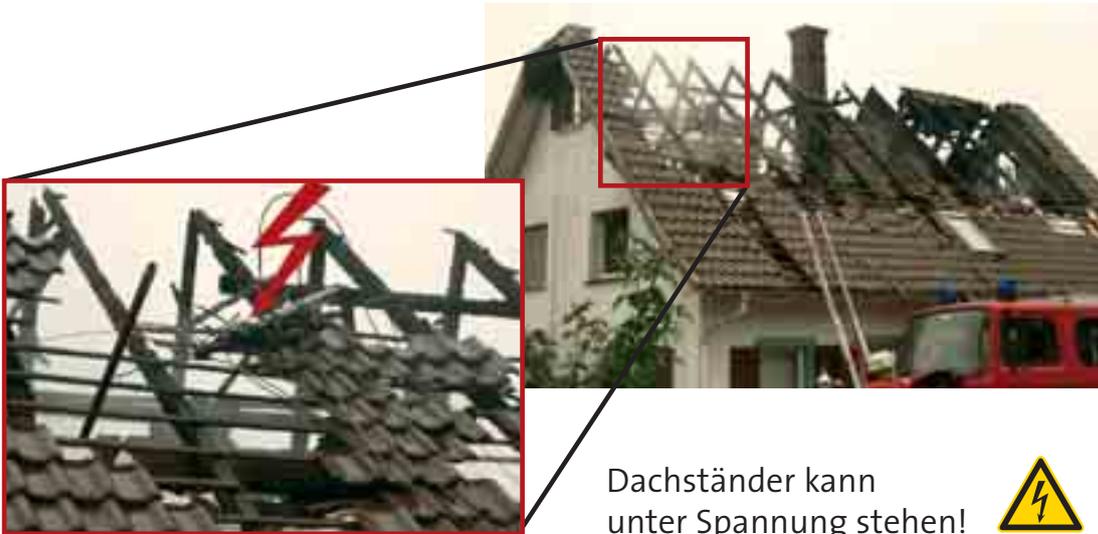
Verhalten an der Einsatzstelle

Schutzabstände: gestörter Betrieb – 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: gestörter Betrieb – Niederspannungsanlagen



Dachständer kann
unter Spannung stehen!



Verhalten an der Einsatzstelle

Schutzabstände: gestörter Betrieb – 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

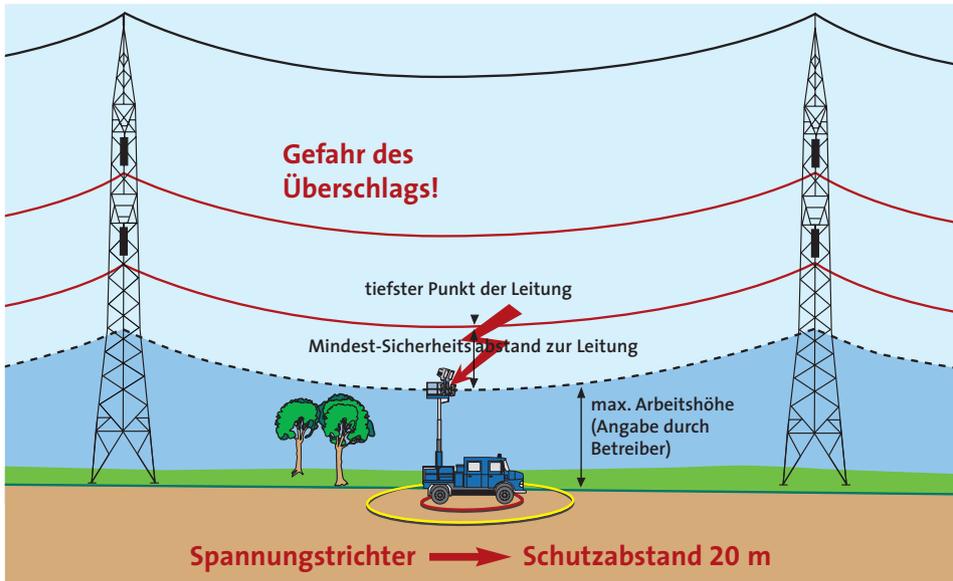
Bei Hochspannungsanlagen muss mit besonderer Vorsicht vorgegangen werden.

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
- Ausfahren von Lichtmasten

Nach berufsgenossenschaftlicher Vorschrift (BGV A 3) und elektrotechnischem 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)

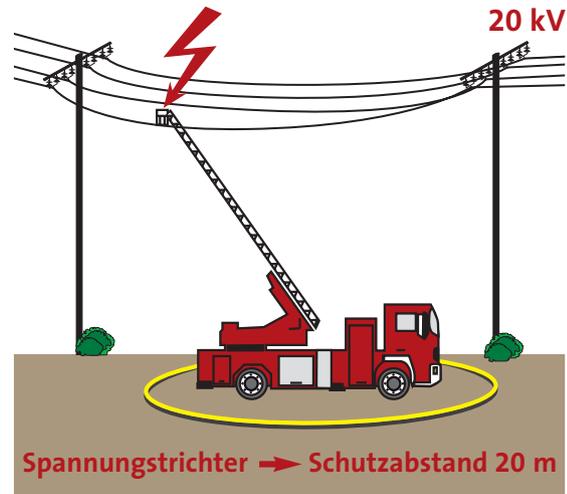
Ruhe bewahren!

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.

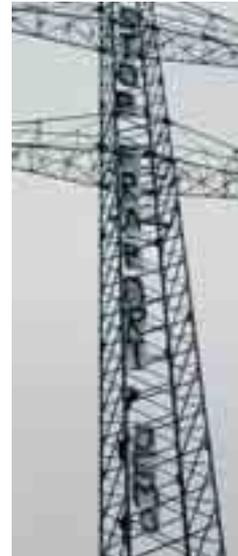
Nach jedem Stromunfall ist ein EKG erforderlich.

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 Hochspannungs-
freileitung



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 Freischaltung 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).

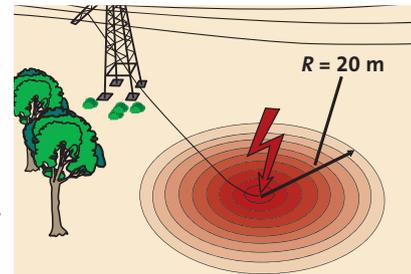
Maßnahmen:

- 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
- 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.

Sperrten 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/Spnungswandlern,
- giftige Zersetzungsprodukte von Gießharz, SF₆, PVC-Kabelmänteln.



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, SF₆ 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 um die 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, SF₆ und PVC-Kabelmäntel entstanden sein können, zu achten.

Einsatzbeispiele:

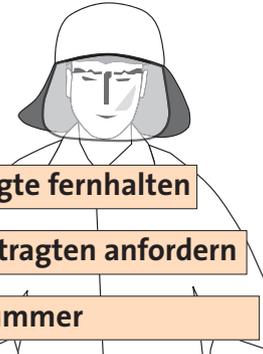
Linkes Bild:

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**

**Brandausbreitung auf
Objekte, Gebäude außerhalb**

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

- 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 grundsätzlich 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.

Diese Gefahr besteht auch nachts, weil durch z.B. künstliche Beleuchtung oder Feuerschein von der PV weiterhin gefährlich hohe Gleichspannungen erzeugt werden können.

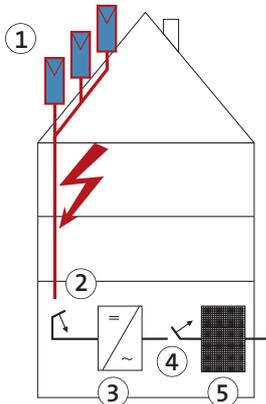
Auch durch das Einschäumen der PV kann die Gleichspannungserzeugung nicht unterbrochen werden.

Bei der Verwendung von Löschmitteln ist der Abstand zu unter Spannung stehenden Teilen zu beachten.

Beim Brand einer PV ist mit umherfliegenden Teilen zu rechnen.

Die Einsatzstelle ist daher entsprechend abzusichern.

Verhalten an der Einsatzstelle Brände in besonderen elektrischen Anlagen Photovoltaikanlagen (PV)

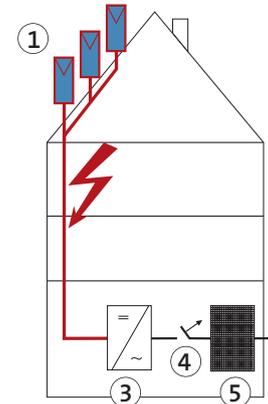


Prinzipialschaltbilder

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).



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 Solarzellen Sonnenenergie in elektrische Energie um.

Eine PV besteht aus mehreren Komponenten.

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

Die Empfängerfläche bildet entweder das Solarmodul selbst oder aber ein optisches System, bei dem Spiegel oder Linsensysteme die Strahlung auf die Solarzellen umleiten und konzentrieren.

Die Solarzelle dient als Wandler der Lichtenergie durch Ausnutzung des photovoltaischen Effektes.

Auf Grund der geringen elektrischen Spannung einer einzelnen Solarzelle (ca. 0,5 Volt) werden mehrere Zellen zu Solarmodulen zusammengefasst.

Ein Solargenerator besteht aus einem oder mehreren solcher Module.

Dadurch können gefährlich hohe Spannungen auftreten (bis zu 1 000 Volt).

Die elektrische Energie wird über Kabel dem restlichen System zugeführt.

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

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 0132:2001-08

Verhalten an der Einsatzstelle

Restgefährdung bei Bränden in besonderen elektrischen Anlagen

Diese Tabelle zeigt einen Auszug aus der
DIN VDE 0132: 2001-08.

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 (CO₂)** → **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 beigemischem 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 Löschgeräten 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 (CO₂)**

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 CO₂-Konzentrationen entstehen (Erstickungsgefahr).

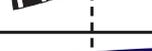
Siehe auch DIN VDE 0132:08-2001, Tabellen 4/5/6/7 (diese Tabellen finden Sie auf der CD-ROM)

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

Auszüge aus DIN VDE 0132 (Ausgabe 2001) sind wiedergegeben mit Genehmigung 092.008 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 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 1 000 V
			5	N
			5	Hochspannung über 1 000 V
			10	H 

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 Löschmitteltropfen 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-Mehrweckstrahlrohre 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



Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung

Auf den folgenden Seiten sind die wichtigsten Informationen zusammengefasst.

Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung

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

(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

- 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

(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

Solche Warnhinweise dürfen keinesfalls auf die leichte Schulter genommen werden.

Wer Sicherheitsbarrieren überwindet, spielt mit seinem Leben!



Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung

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.

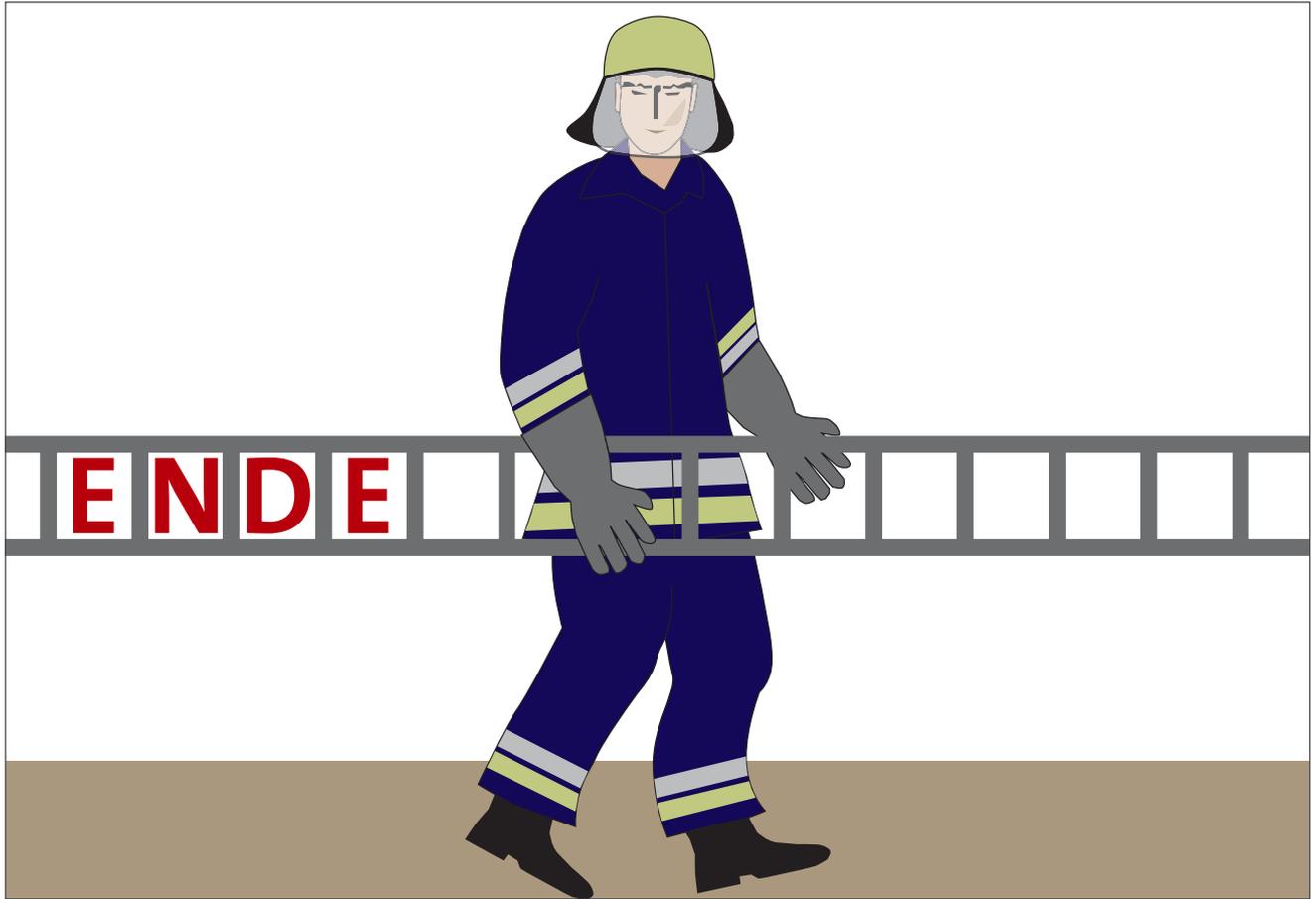
Das Ziel soll sein, dass sich möglichst wenige Unfälle bei den oftmals sehr komplexen Einsätzen ereignen und alle Einsatzkräfte gesund vom Einsatz zurückkommen.

Viel Erfolg!

Für Anregungen und Anfragen können Sie sich gern an die folgende E-Mail-Adresse wenden:

fb-elektrotechnik@bgetf.de

Betreff: AK Elektrische Gefährdungen an der Einsatzstelle



Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN



Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



Alle Bilder und Grafiken sind von den Beteiligten für die Verwendung in dieser BGI-begleitenden Präsentation freigegeben worden.

**Berufsgenossenschaft
Elektro Textil Feinmechanik**

Gustav-Heinemann-Ufer 130

50968 Köln

Telefon 0221 3778-0

Telefax 0221 3778-1199

www.bgetf.de

Bestell-Nr. PU 05

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Abschrankung	Vorrichtung (z.B. Leiste, Seil, Kette), mit der der Zutritt zu unter Spannung stehenden Teilen verhindert wird. Teil der 5 Sicherheitsregeln
AC	➔ Wechselstrom
Al	chemisches Zeichen für Aluminium
Ampere [A]	Bezeichnung [Einheit] für die elektrische Stromstärke; Formelzeichen I
Annäherung	Unterschreitung des Schutzabstandes zu unter Spannung stehenden Teilen; nach Spannungshöhe unterschiedlich. Die Abstände können der DIN VDE 0105-100 oder der BGV A 3 entnommen werden.
Anlagen, verschlossen	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.
Anlagen, unverschlossen	Elektrische Anlagen mit berührbaren, unter Spannung stehenden Teilen, deren Verschluss unwirksam ist, z.B. durch Störung, Verkehrsunfall
Anlagenverantwortlicher	Person, die unmittelbar die Verantwortung für Betrieb, Zustand und Verwendung einer elektrischen Anlage hat. Wird vom Betreiber der Anlage benannt
Arbeiten im freigeschalteten Zustand	Elektrotechnische Arbeiten, bei denen die Anlage während der Arbeiten freigeschaltet (= spannungsfrei) ist und die 5 Sicherheitsregeln vom Mitarbeiter durchgeführt wurden
Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen	Arbeiten, bei denen die Gefahr besteht, dass mit Werkzeugen und Geräten der Schutzabstand zu unter Spannung stehenden Teilen unterschritten wird
Arbeiten unter Spannung	Arbeiten, die ohne Abschaltung mit besonderer Ausrüstung, Schulung und Auftrag an unter Spannung stehenden Teilen durchgeführt werden. Die Vorgaben dafür sind in der BGV A 3 bzw. im TRBS 2131 geregelt.

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Betreiber	Personen/Firmen, welche die Verfügungsgewalt über die Betriebsmittel haben, .z.B. Eigentümer, Pächter usw.
Betrieb, störungsfrei	Anlage befindet sich in vorgesehenem Zustand und funktioniert wie vorgesehen
Betrieb, gestört	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.
Betriebsanweisung	Schriftliche Anweisung für Mitarbeiter zum Umgang mit Betriebsmitteln; ist vom Unternehmer dem Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen
Betriebsmittel	Anlagen und Geräte zum Betrieb mit elektrischer Energie
Betriebsspannung	Elektrische Spannung, mit der eine elektrische Anlage betrieben wird und für die sie ausgelegt ist
Betriebsstätten	➔ siehe Anlagen
BGG	Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regel
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
Cu	chemisches Zeichen für Kupfer
DC	➔ Gleichstrom
Elektrische Arbeit	Leistung in einer bestimmten Zeiteinheit, Maßeinheit Kilowattstunden [kWh]; Berechnungsgrundlage für Energielieferung
Elektrische Gefahren	Gefahren, die auf Mensch und Tier einwirken, z.B. Körperdurchströmung, Wärmewirkung, Strahlung, magnetische Wirkung

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Elektrische Leistung	Produkt aus Strom und Spannung, Maßeinheit Watt [W] bzw. Kilowatt [kW]
Elektrofachkraft	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.
Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten	Person, die auf Grund ihrer Schulungen, Kenntnisse und Fertigkeiten befähigt ist, bestimmte genau festgelegte Tätigkeiten mit und an Anlagen und Betriebsmitteln durchzuführen
Elektrotechnisch unterwiesene Person	Person, die unterwiesen wurde, bestimmte elektrotechnische Arbeiten auszuführen
Elektrotechnischer Laie	Person ohne besondere elektrotechnische Kenntnisse und ohne elektrotechnische Unterweisung („Jedermann“)
Elektrotechnische Arbeiten	Arbeiten in und an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, die auch unmittelbar unter Spannung stehende Teile betreffen
Nicht elektrotechnische Arbeiten	Alle Arbeiten, deren Zweck nicht elektrotechnischer Natur sind, z.B. Löscharbeiten, Rettung von Personen
Energieversorger	Stromversorger, Gasversorger, Wasserversorger
Freigabe	Die Erlaubnis, Arbeiten an elektrischen Anlagen durchzuführen
Freileitung	Elektrische Leitung, welche auf Masten in einem durch die Betriebsspannung bestimmten Abstand über den Boden geführt wird; üblicherweise mit unisolierten Leitungen
Freischalten	Die Spannungsfreiheit von elektrischen Anlagen nach den 5 Sicherheitsregeln herstellen
Frequenz	Anzahl der Schwingungen pro Sekunde; Maßeinheit Hertz [Hz]

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Gleichstrom (DC)	Stromfluss, der nicht seine Richtung ändert. Im Gegensatz zu Wechselstrom, der im Takt der Frequenz seine Stärke und Richtung ändert
Hochspannung	Spannung über 1 kV (= 1 000 V)
Isolierung	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 ₆ .
Kabel	Isolierte Leitungen, die auch in der Erde verlegt werden dürfen, ein- oder mehradrig
Kabelverteilerschrank (KVS)	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, in der ankommende Energiekabel in mehrere Stromkreise, z.B. in Straßenzüge, aufgeteilt werden. Im Straßenbild häufig zu sehen
Körperdurchströmung	Strom, der durch den menschlichen Körper fließt. Lebensgefahr!
Körperschluss	Im Störfall/Fehlerfall elektrisch leitfähige Verbindung zwischen unter Spannung stehenden Teilen und dem berührbaren Gehäuse von Geräten und Anlagen
Kurzschluss	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.
Lichtbogen	Stromdurchtritt durch Luft mit hoher Energie, hoher Temperatur (ca. 8 000 °C), starker Licht- und UV-Strahlung. Schwerste Verletzungen und schwere Zerstörungen!
Niederspannung	Spannungen bis 1 000 V

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Netzbetreiber	Betreiber, welcher die unmittelbare Verfügungsgewalt in Bezug auf Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb eines Energieverteilungsnetzes hat
Ohm [Ω]	Einheit für den elektrischen Widerstand; Formelzeichen R
Ohmsches Gesetz	Beschreibung des Zusammenwirkens von Spannung, Strom und Widerstand im elektrischen Stromkreis; $[I = U/R]$
Photovoltaikanlagen	Anlagen, mit denen aus Sonnenlicht direkt elektrische Energie gewonnen wird
Regelwerke	Vorschriften-, Normen-, Verordnungssammlungen
Schrittspannung	Spannung, die von einem Menschen mit den Beinen an einer Fehlerstelle (Spannungstrichter) bei einem Schritt in diesem Bereich abgegriffen werden kann
Schutzabstand	Abstand zu unter Spannung stehenden Teilen, bei dem es zu keiner Gefährdung kommt
Sekundärwirkung	Wirkung, bei der durch eine eigentlich ungefährliche Körperdurchströmung eine Schreckreaktion ausgelöst wird, z.B. Sturz von einer Leiter
Solarzellen	Bauteile, mit denen Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umgewandelt werden kann ➔ Photovoltaik
Spannung	Ist der elektrische Potenzialunterschied zwischen den beiden Polen einer Spannungsquelle. Maßeinheit Volt [V], Formelzeichen U Die Spannung kann mit dem Druck in einer Wasserleitung verglichen werden. ➔ Niederspannung (bis 1000V) ➔ Hochspannung (größer 1 kV = 1000 V)
Spannungstrichter	Trichterförmiger Spannungsverlauf von der Betriebsspannung zum Erdpotenzial an Fehlerstellen, bei denen ein Leiter Erdberührung hat

Begriffserklärungen

Begriffe	Erklärungen
Station; Trafostation	Gebäude, Anlage, von der aus dem Hochspannungsnetz elektrische Energie umgespannt und in das Niederspannungsnetz eingespeist wird
Störlichtbogen	Lichtbogen, der auf Grund einer Störung, z.B. Kurzschluss, entsteht → Lichtbogen
Strom	Ist die Anzahl der Elektronen, die durch einen Leiter fließen. Maßeinheit Ampere [A], Formelzeichen I , Vergleichbar mit der Durchflussmenge in einer Wasserleitung
Trafostation	→ Station
Transformator	Dient der Umwandlung der elektrischen Spannung von einer Spannungsebene in eine andere; umgangssprachlich Trafo genannt
Volt [V]	→ Spannung, Formelzeichen U
VDE	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.
Watt [W], Kilowatt [kW]	→ elektrische Leistung
WEA	Windenergieanlage
Wechselstrom (AC)	Strom, der im Takt der Frequenz seine Richtung und Stärke ändert. Bei drei-phasigem Netz auch Drehstrom genannt

Vorschriften, Regeln, Normen, weiterführende Literatur und Information

BGV A 1 04.2005	Grundsätze der Prävention
BGV A 3 01.1997	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
GUV-V C 53 01.1997	Feuerwehren
BGI 753 08.2004	SF ₆ -Anlagen (zur Zeit in Überarbeitung)
BGI 766 05.2000	Instandsetzungsarbeiten an elektrischen Anlagen auf Brandstellen
BGI 867 05.2005	Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen
GUV-I 8558 03.2000	Sicherer Feuerwehrdienst
GUV-I 8651 01.2006	Sicherheit im Feuerwehrdienst (mit CD)
DIN VDE 0100-717 06.2005	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 06.2005	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
DIN VDE 0132 08.2001	Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen
DIN VDE 0132 08.2008	Brandbekämpfung und Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen

Vorschriften, Regeln, Normen, weiterführende Literatur und Information

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.
VVEW Energieverlag GmbH, ISBN 3-8022-0669-X

Filme und Broschüren der BG Elektro Textil Feinmechanik und der Feuerwehrunfall-
kassen

Bildquelle

Folie 1: rechtes Foto, Feuerwehr Uster (Schweiz)

Folie 36: Freiwillige Feuerwehr Alfeld (Leine)

Tabellen

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

DIN VDE 0132:08-2001, Tabellen 4/5/6/7

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

Auszüge aus DIN VDE 0132 (Ausgabe 2001) sind wiedergegeben mit Genehmigung 092.008 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,

BG Elektro Textil Feinmechanik, 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

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,

BG Elektro Textil Feinmechanik, Köln

Jürgen Schmidt,

ESWE Versorgungs AG; Wiesbaden

Thomas Schüttler,

SÜWAG Energie AG, Frankfurt a. M.

Hans-Peter Steimel,

BG Elektro Textil Feinmechanik, Köln

Thomas Volkmer,

BG Elektro Textil Feinmechanik, Nürnberg

Herbert Wimmer,

E.ON Bayern AG, Regensburg

leere Seite

**Berufsgenossenschaft
Elektro Textil Feinmechanik**

Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Telefon 0221 3778-0
Telefax 0221 3778-1199
www.bgetf.de

Bestell-Nr. PU 05