



DGUV

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung
Spitzenverband

Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle

Vortrag für Einsatzkräfte



Bild: Feuerwehr Uster (Schweiz)

BGI/GUV-I 8677

Juli 2011

Hinweise zur Navigation

Umschalter
Vollbild/Acrobat

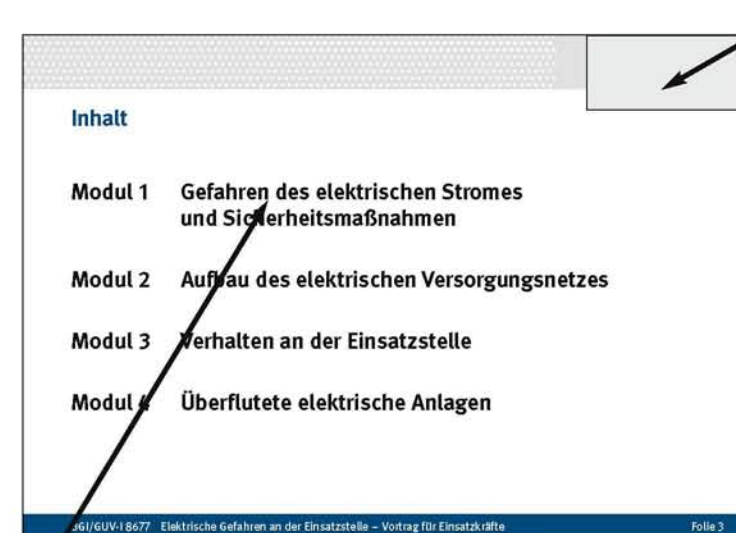
Zum
Inhaltsverzeichnis

Zur
Startseite



Eine Seite
« zurück

Eine Seite
weiter »



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

Inhalt

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

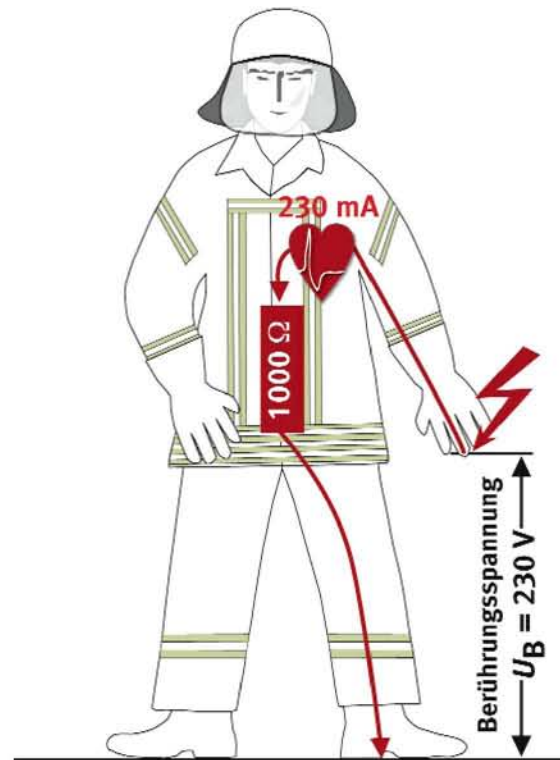
- Modul 2** **Aufbau des elektrischen Versorgungsnetzes**

- Modul 3** **Verhalten an der Einsatzstelle**

- Modul 4** **Überflutete elektrische Anlagen**

MODUL 1

Gefahren des elektrischen Stromes und Sicherheitsmaßnahmen



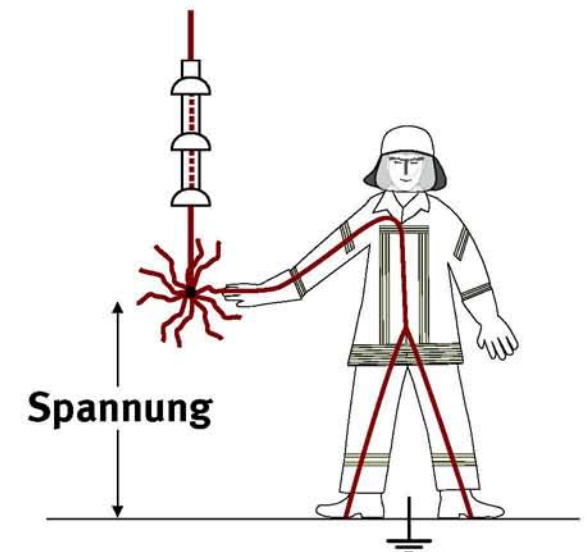
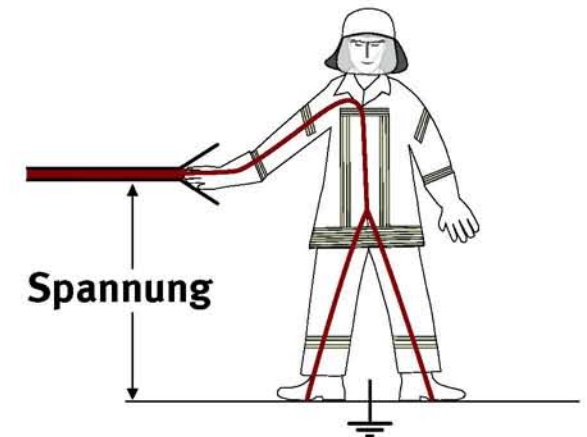
Gefahren des elektrischen Stromes

Körperstrom

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

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

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



Gefahren des elektrischen Stromes

Körperwiderstand

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

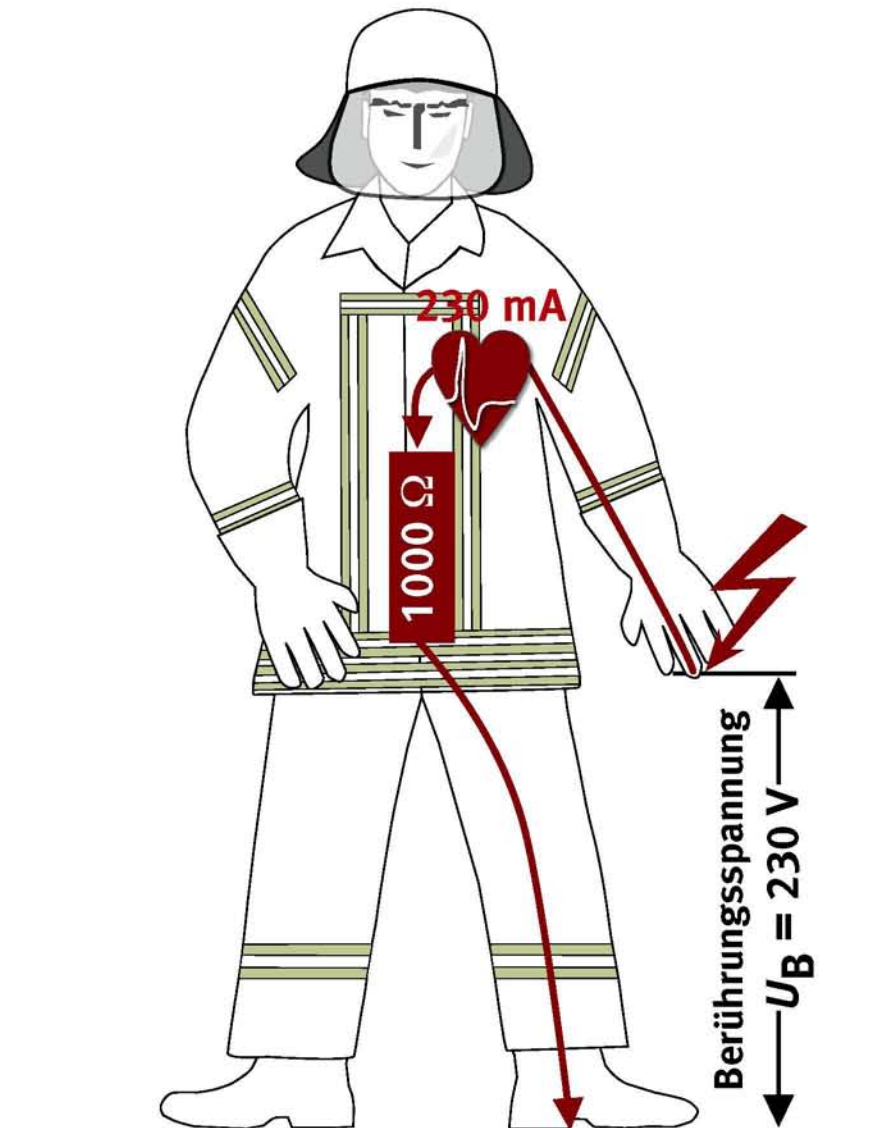
Bei einer Spannung **U** von **230 Volt** beträgt der Strom **I** durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

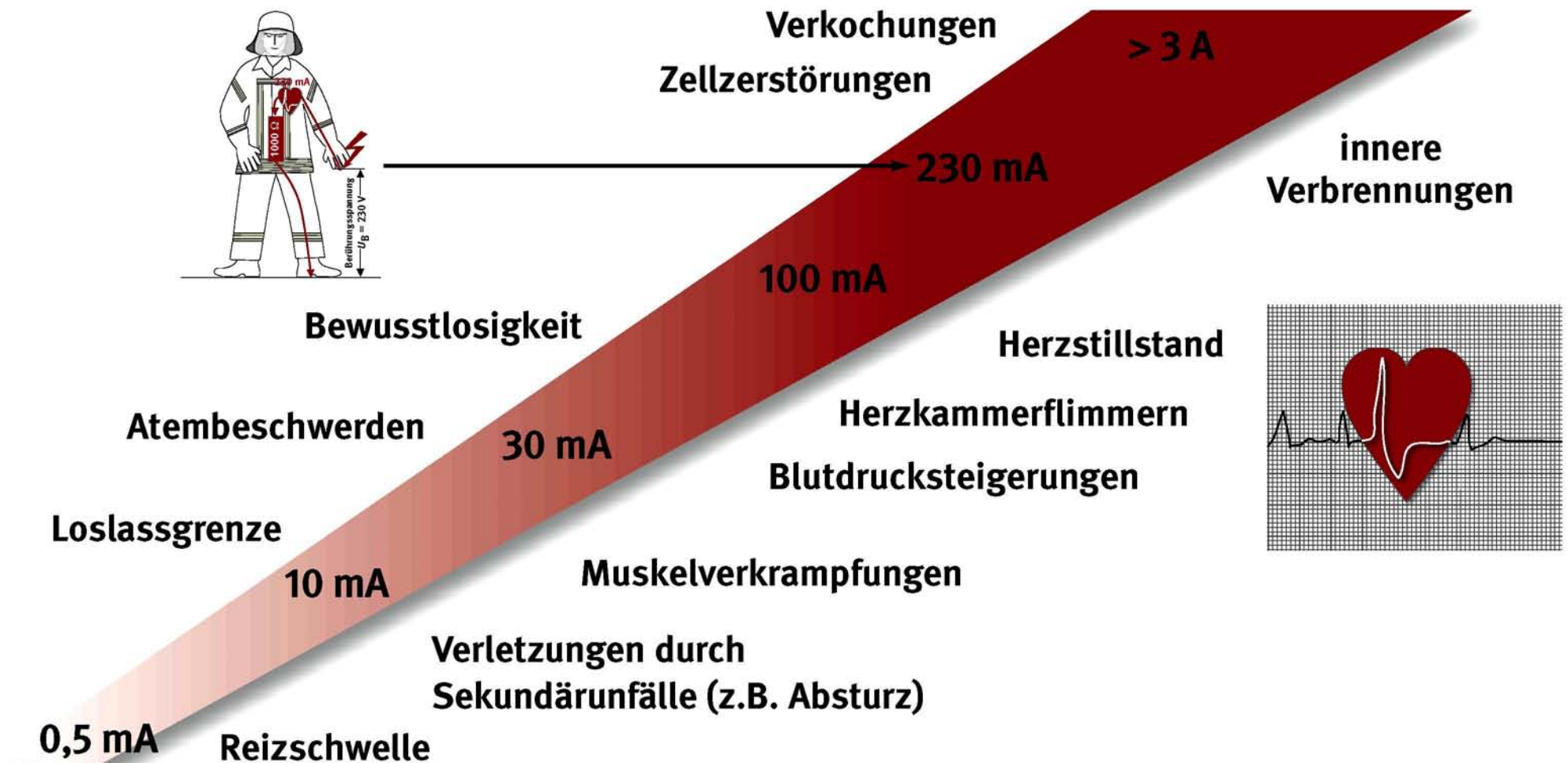
$$I = 230 \text{ V}/1000 \text{ Ohm}$$

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

➔ Lebensgefahr!



Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper



Film „Gefahren des elektrischen Stromes“



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände störungsfreie/gestörte Anlagen



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Niederspannung: störungsfreie Anlage

Niederspannung bis 1000 V – störungsfreie Anlage

Anlage **mit** Berührungsschutz

➔ kein Schutzabstand



Anlage **ohne** Berührungsschutz

➔ Schutzabstand **1 m**
zum Selbstschutz beachten



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

Niederspannung bis 1000 V – gestörte Anlage

Zu gestörten elektrischen
Niederspannungsanlagen

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



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

Maßnahmen:

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



Beschädigter Kabelverteilerschrank



Umgefallener Straßenbeleuchtungsmast noch in Funktion



Abgetrenntes Erdkabel unter Spannung

Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Niederspannung: gestörte Anlage

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



Beschädigter Kabelverteilerschrank
isolierend abgedeckt

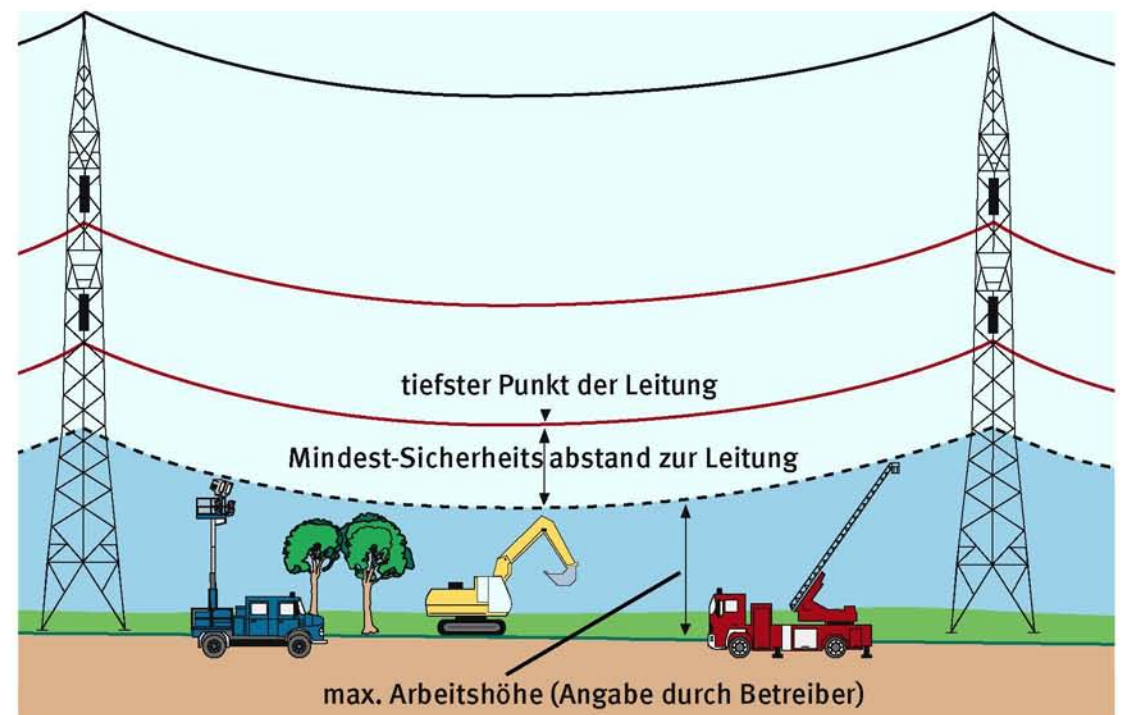
Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Hochspannung: störungsfreie Anlage

Hochspannungsfreileitung

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

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



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

Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Hochspannungsfreileitung

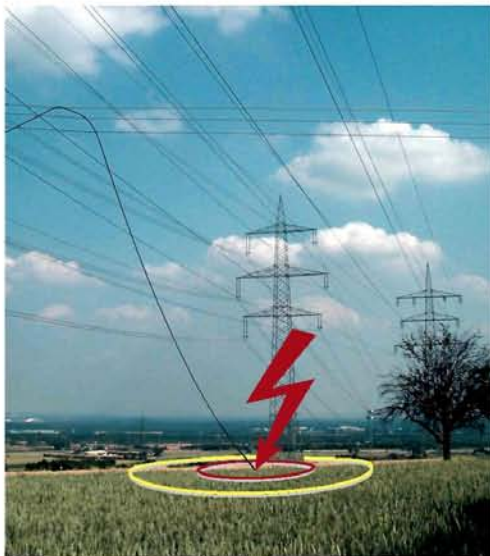
Zu gestörten elektrischen **Hochspannungsfreileitungen** ist unbedingt ein **Schutzabstand von mindestens 20 m** einzuhalten.



Sicherheitsmaßnahmen

Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Schrittspannung

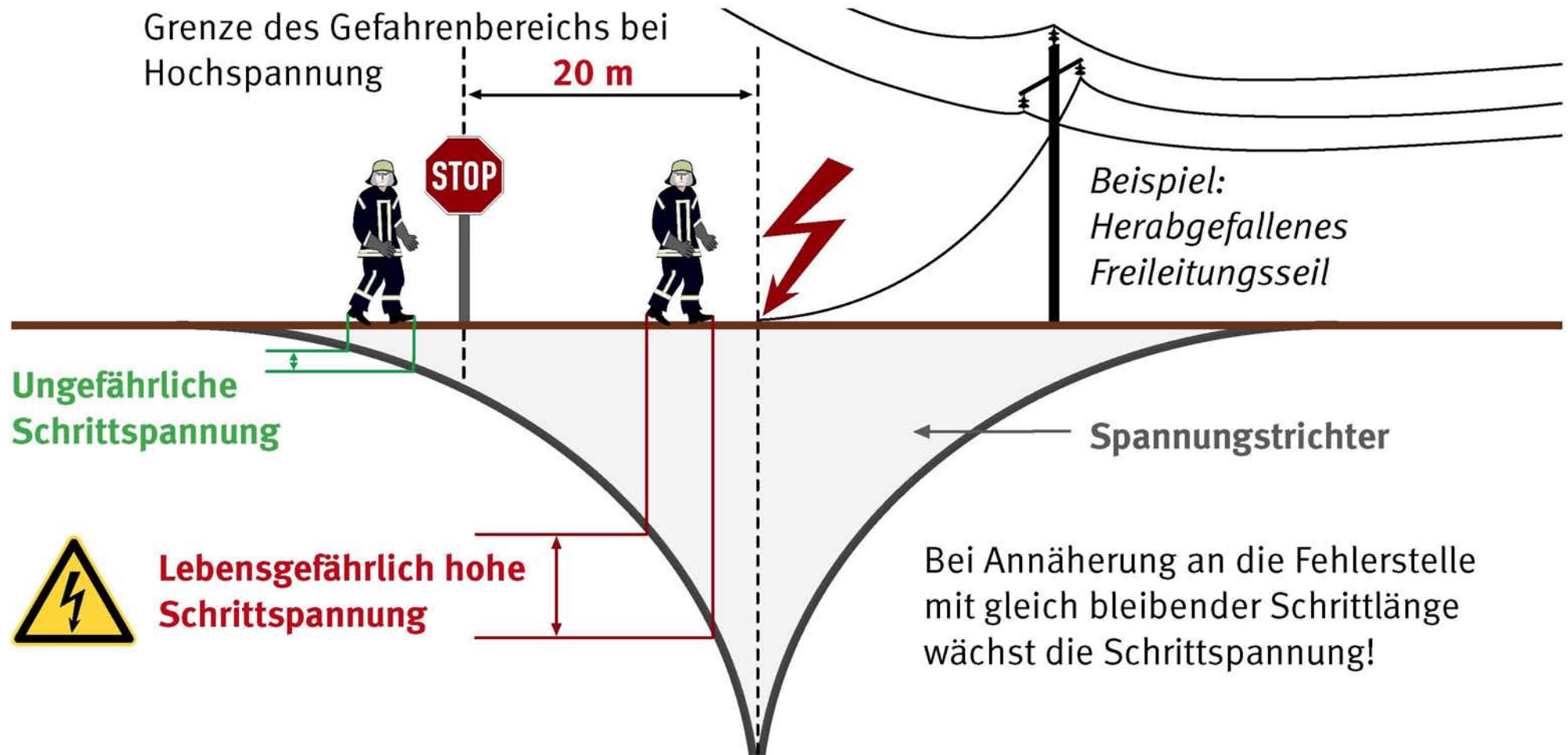


Die Berührung des Bodens mit einem Hochspannung führenden Teil setzt das umliegende Erdreich unter Spannung!

Diese baut sich mit zunehmendem Abstand ab. → Spannungstrichter

Schutzabstände Hochspannung: gestörte Anlage

Schrittspannung/Spannungstrichter



Film „Schrittspannung“



Sicherheitsmaßnahmen

Hochspannung: gestörte Anlage – Erdkabel

Schrittspannung!



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

- **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

Beschädigte Umhüllung

Bei beschädigter Umhüllung der Anlage:

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



Mit freundlicher Unterstützung von

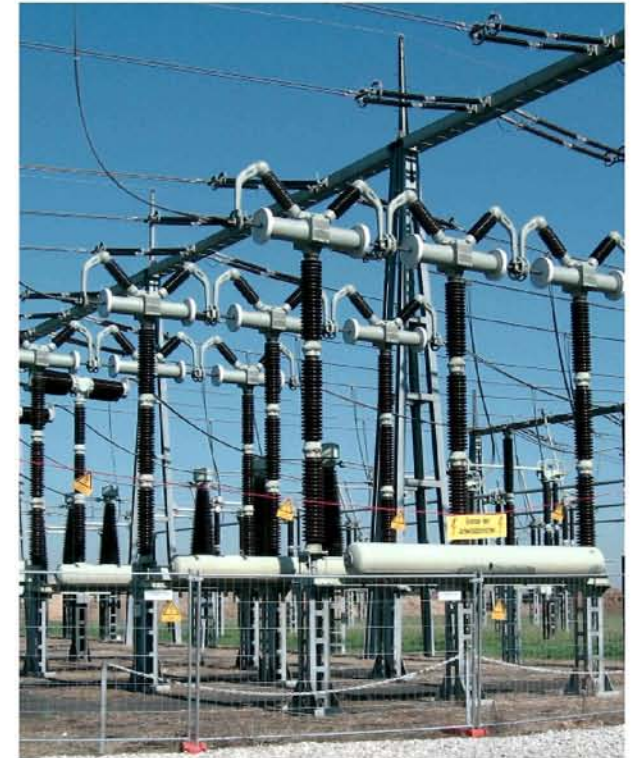


VORWEG GEHEN



MODUL 2

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Spannungsebenen

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

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

Niederspannung
bis 1000 V

Hochspannung (1 kV [Kilovolt] = 1000 V)

ab 1 kV ... 30 kV

Mittelspannung

110 kV

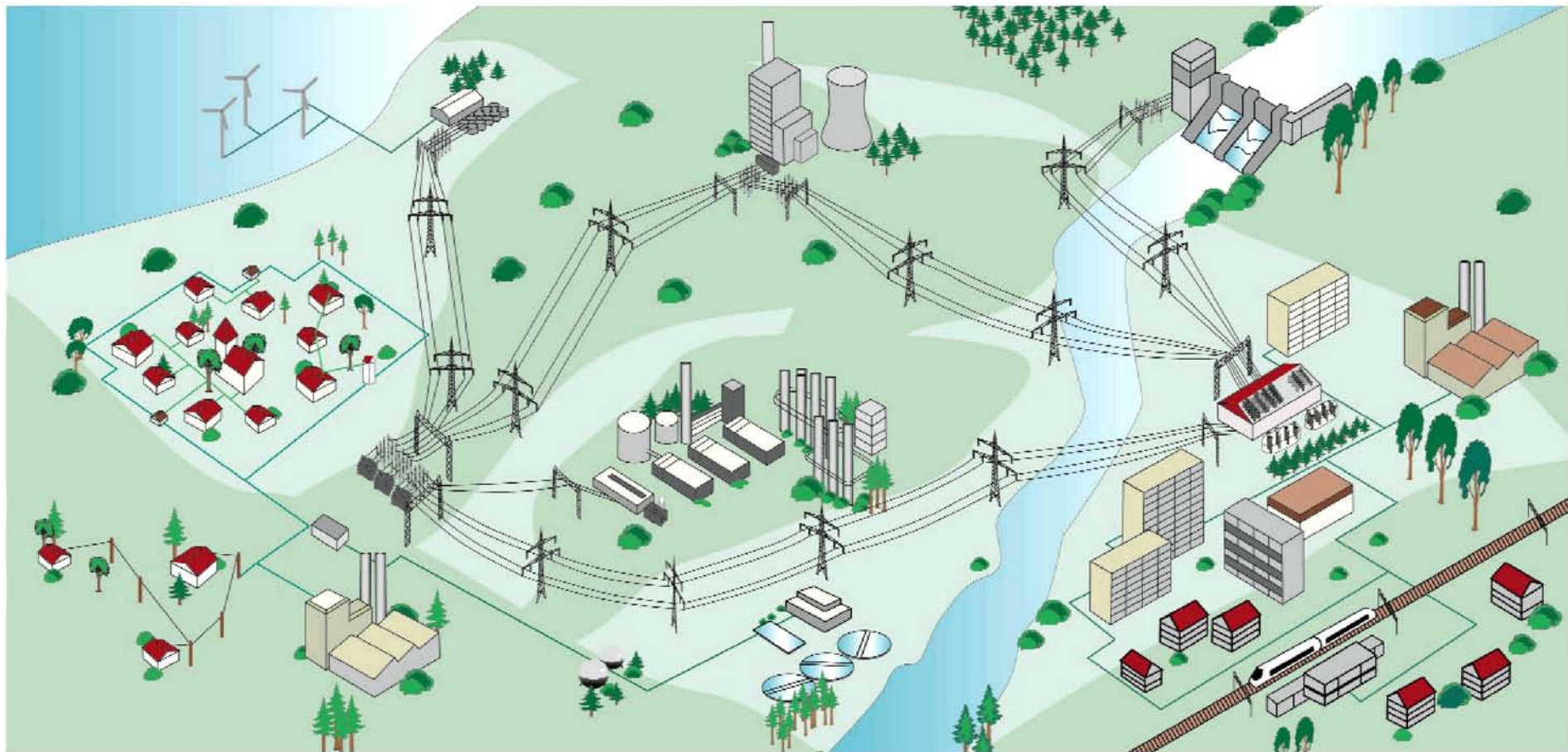
Hochspannung

220 kV und 380 kV

Höchstspannung

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Schematische Darstellung



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Komponenten

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

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

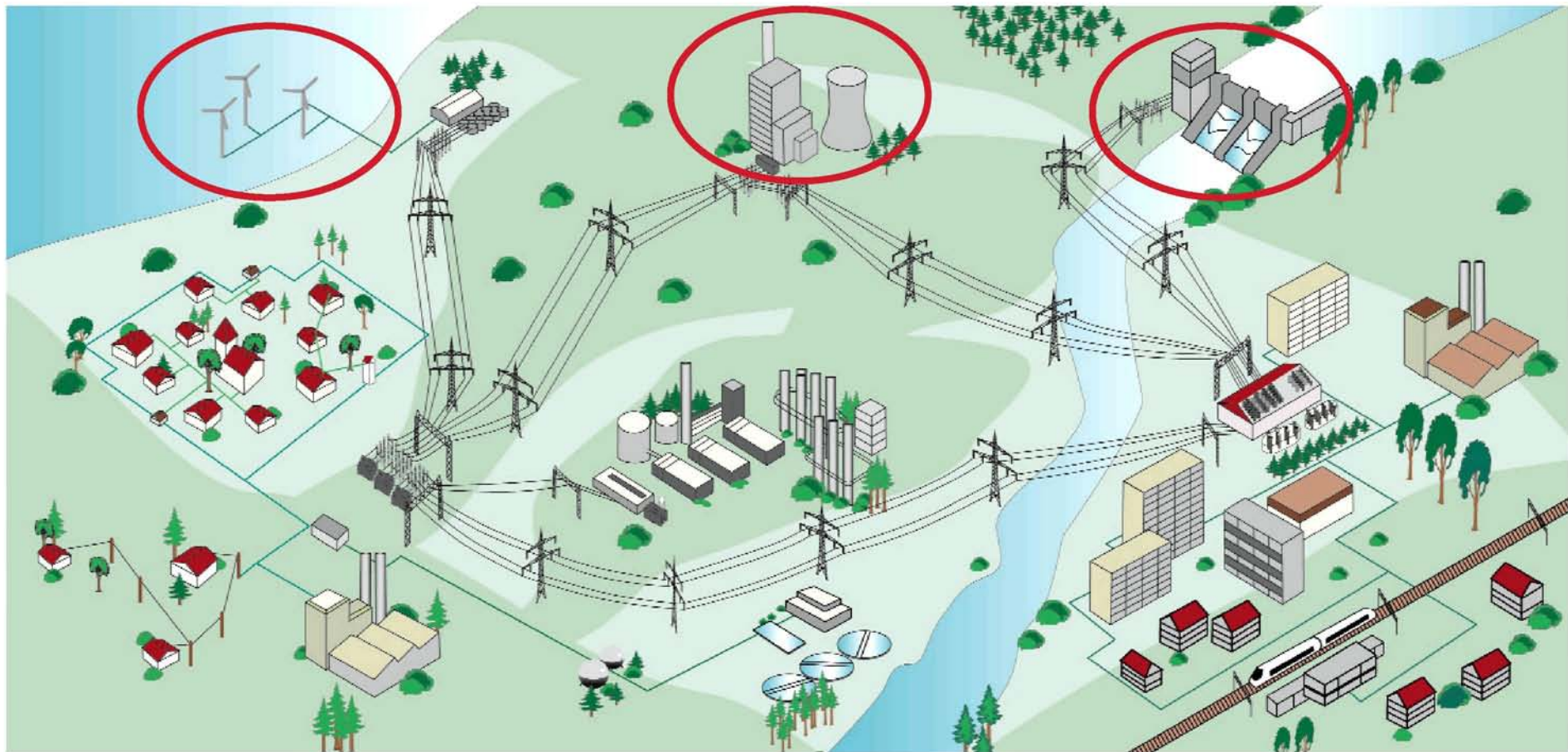
Freileitung: Maste, Seile, Isolatoren
Energietransport

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

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

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Erzeugung – Kraftwerke



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

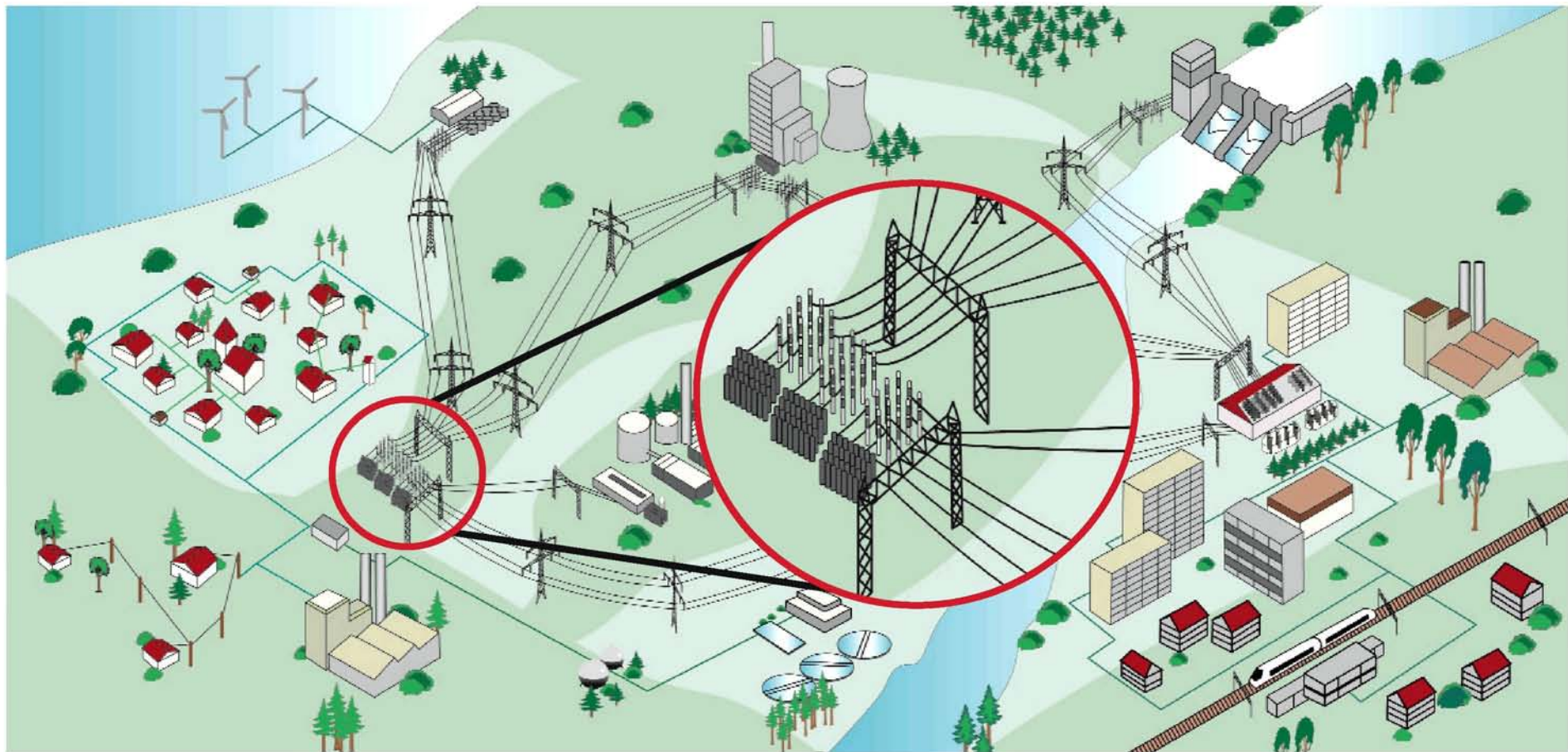
Erzeugung – Kraftwerke – Wasserkraftwerk

Generatoren in Wasserkraftwerken



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

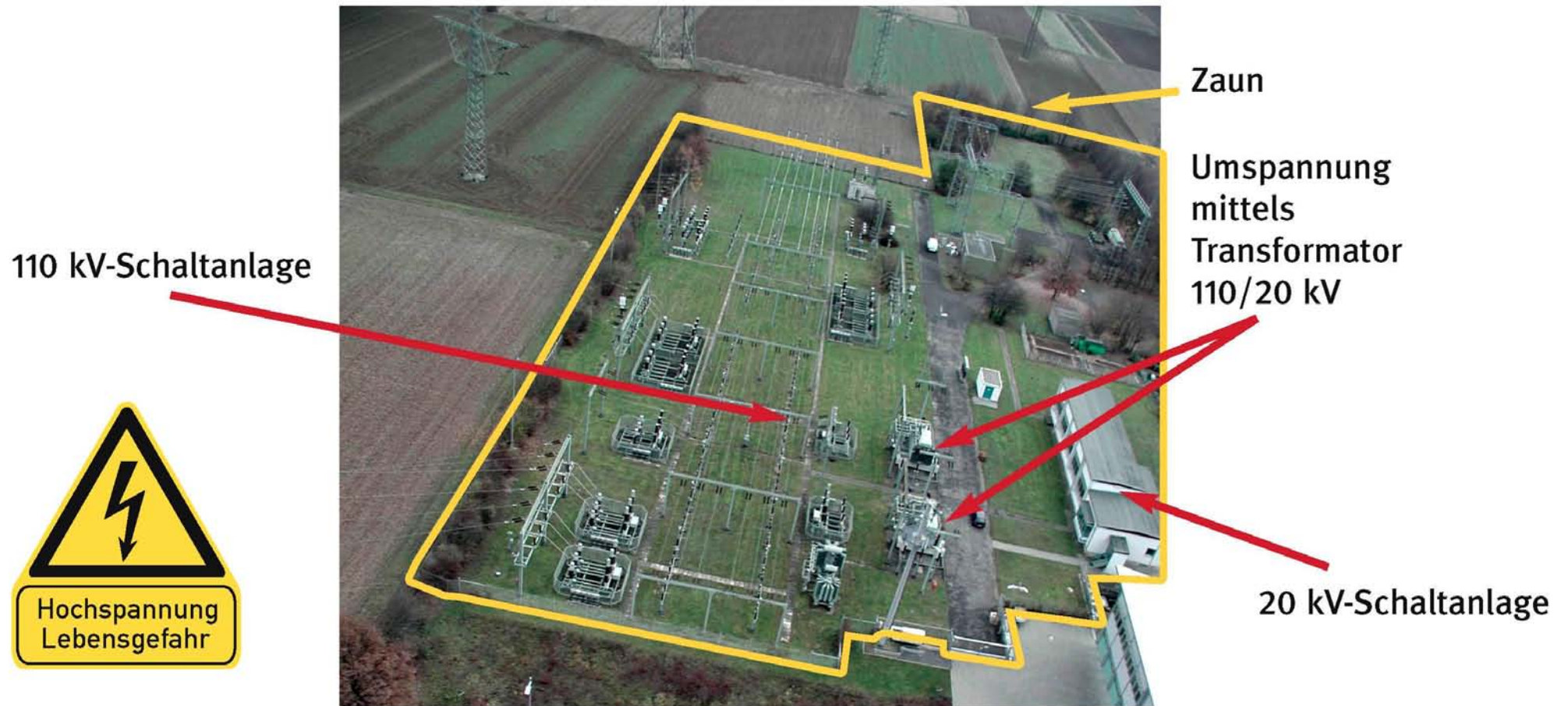
Umspannanlagen



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – abgeschlossene elektrische Betriebsstätte



Luftbild einer Umspannanlage 110/20 kV

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – Freiluftschaltanlage

Leitungsfelder in Hochspannungsanlagen



Leistungsschalter in einem 380 kV-Schaltfeld



110 kV-Schaltfeld

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – Schaltanlagen (SF₆ – isoliert)

Mittelspannung



20 kV-SF₆-Schaltanlage

Hochspannung



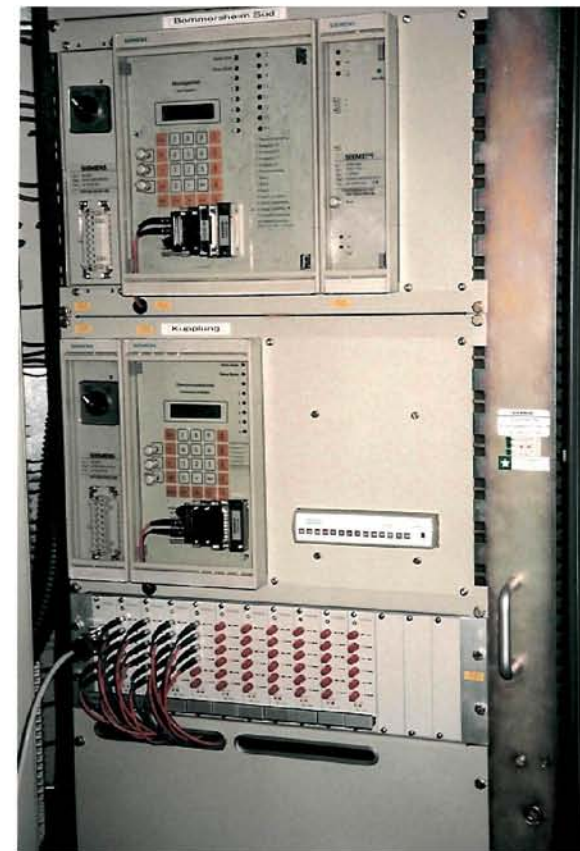
110 kV-SF₆-Schaltanlage

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Umspannanlagen – Sekundärtechnik



Netzschutz
elektromechanische Ausführung



Netzschutz
moderne digitale Ausführung

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 – Einsatzbeispiel

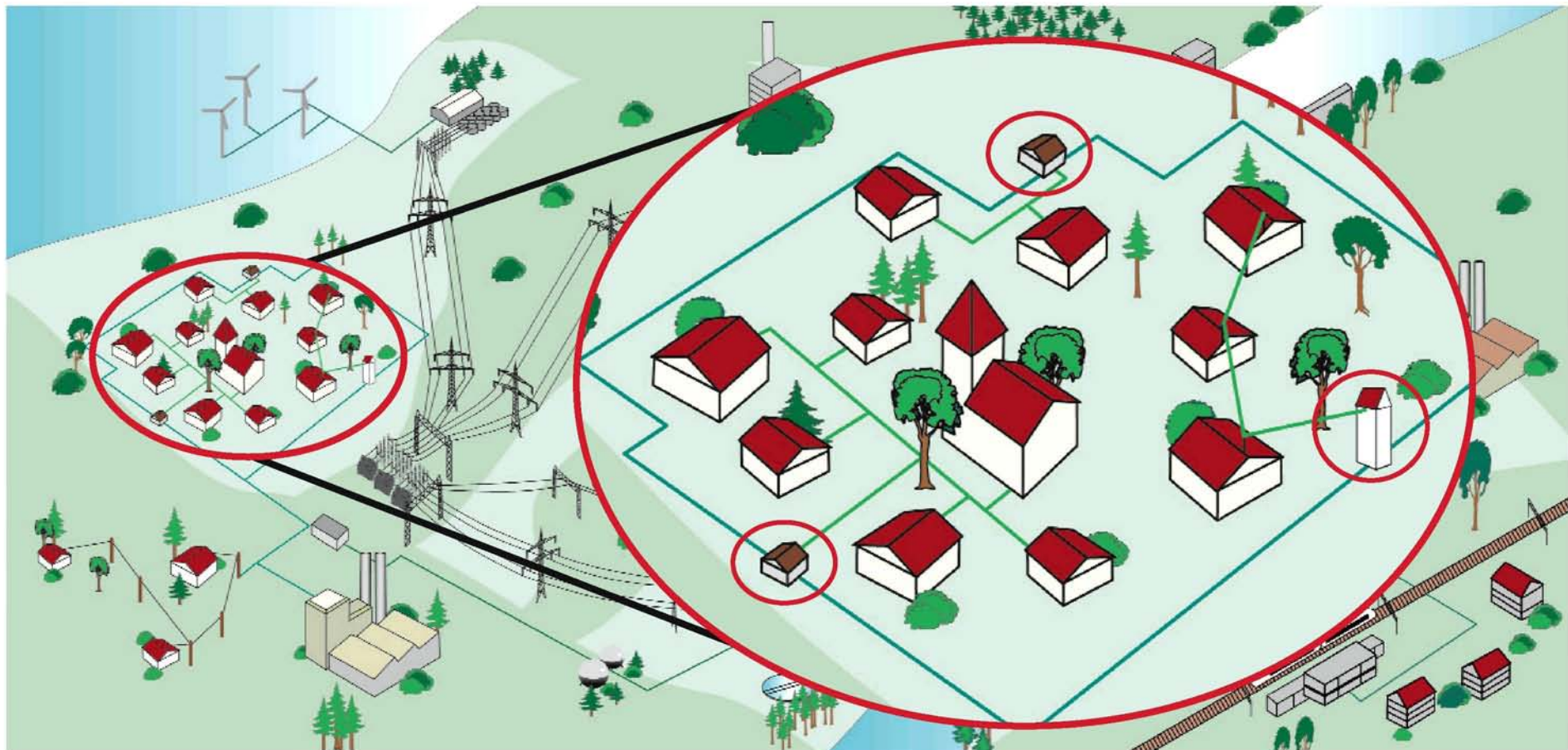


Bilder: FF Alfeld (Leine)

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

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetztransformatorenstationen



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetztransformatorenstationen

Gebäudestation



Erdkabelanschluss

Gebäudestation



Gebäudestation



Freileitungsanschluss

Maststation



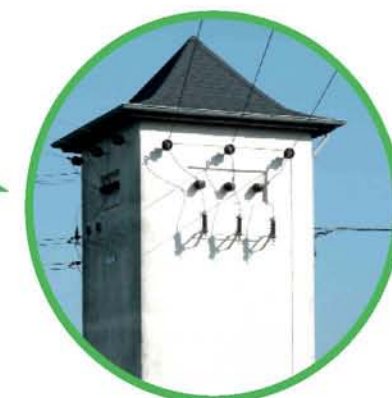
Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetz



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

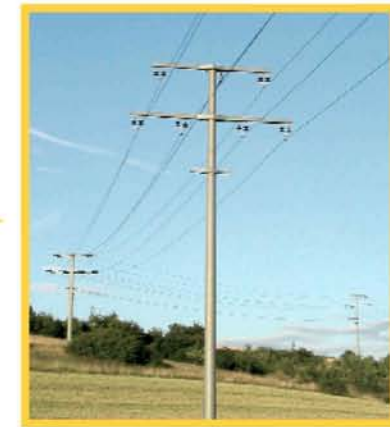
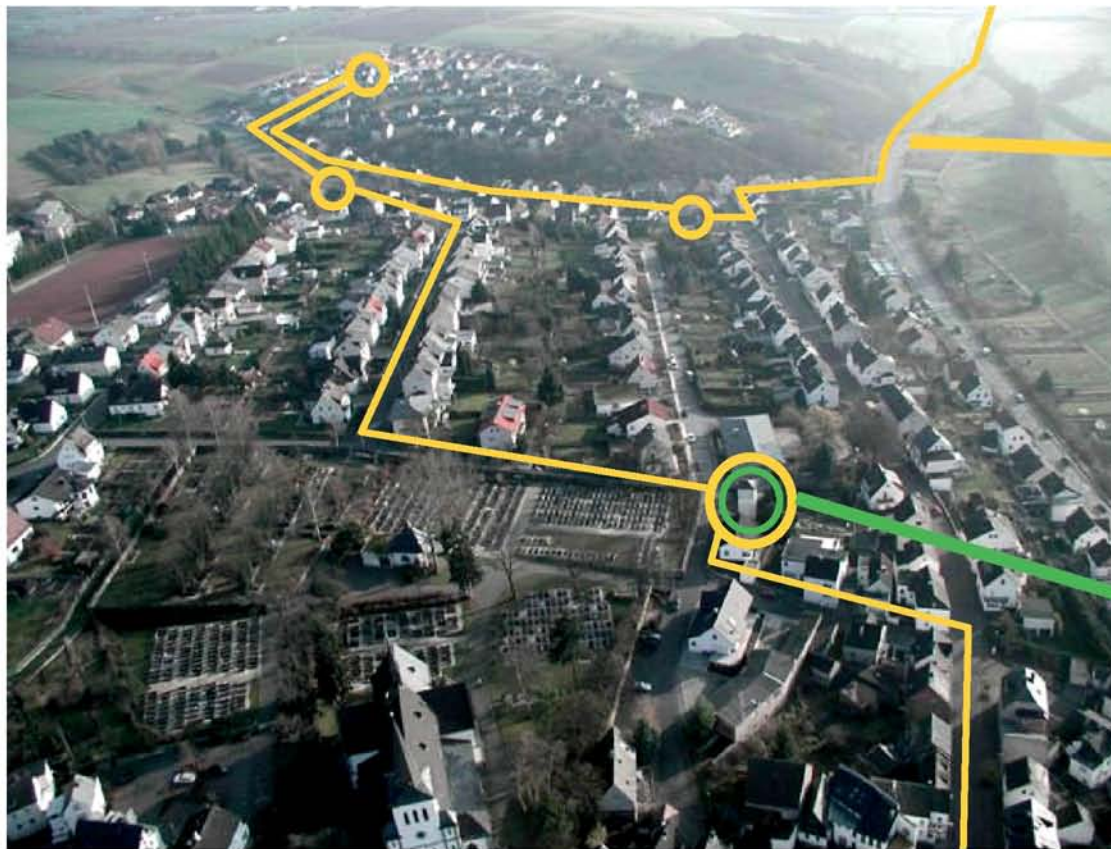
Ortsnetz



Trafostation

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetz



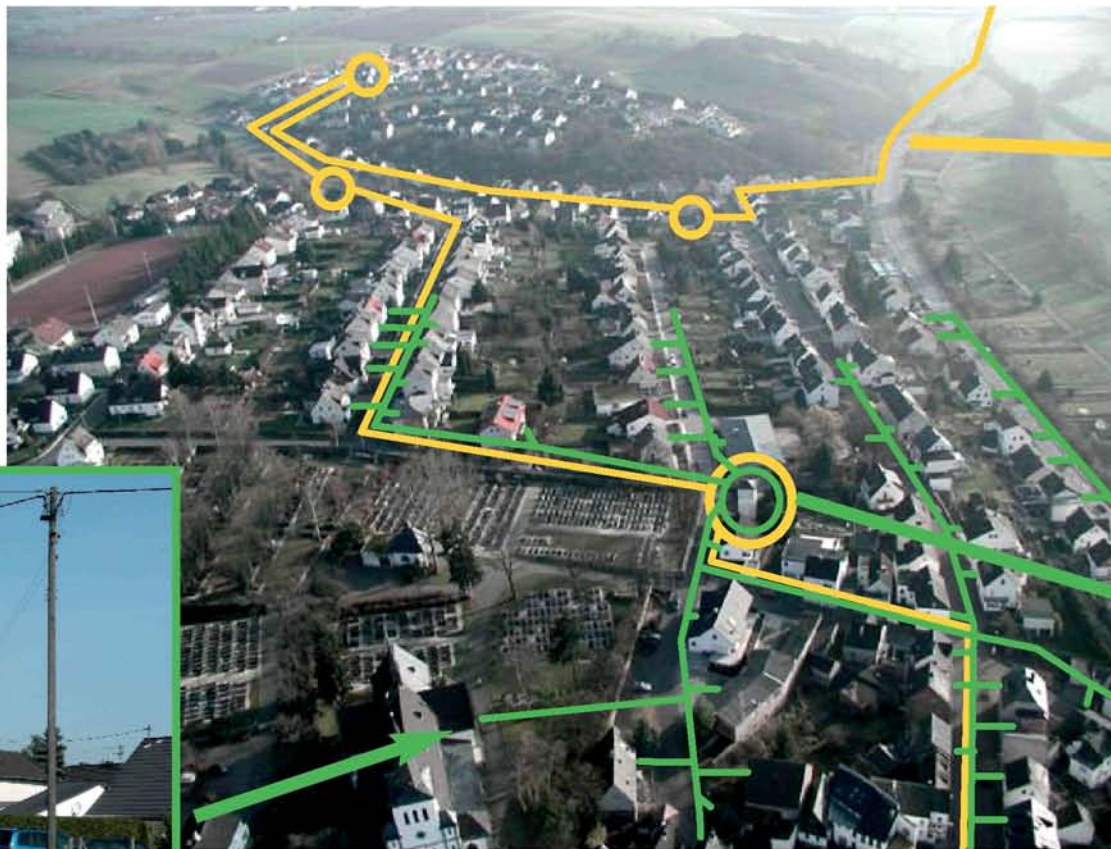
Mittelspannungsnetz



Trafostation

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Ortsnetz



Mittelspannungsnetz



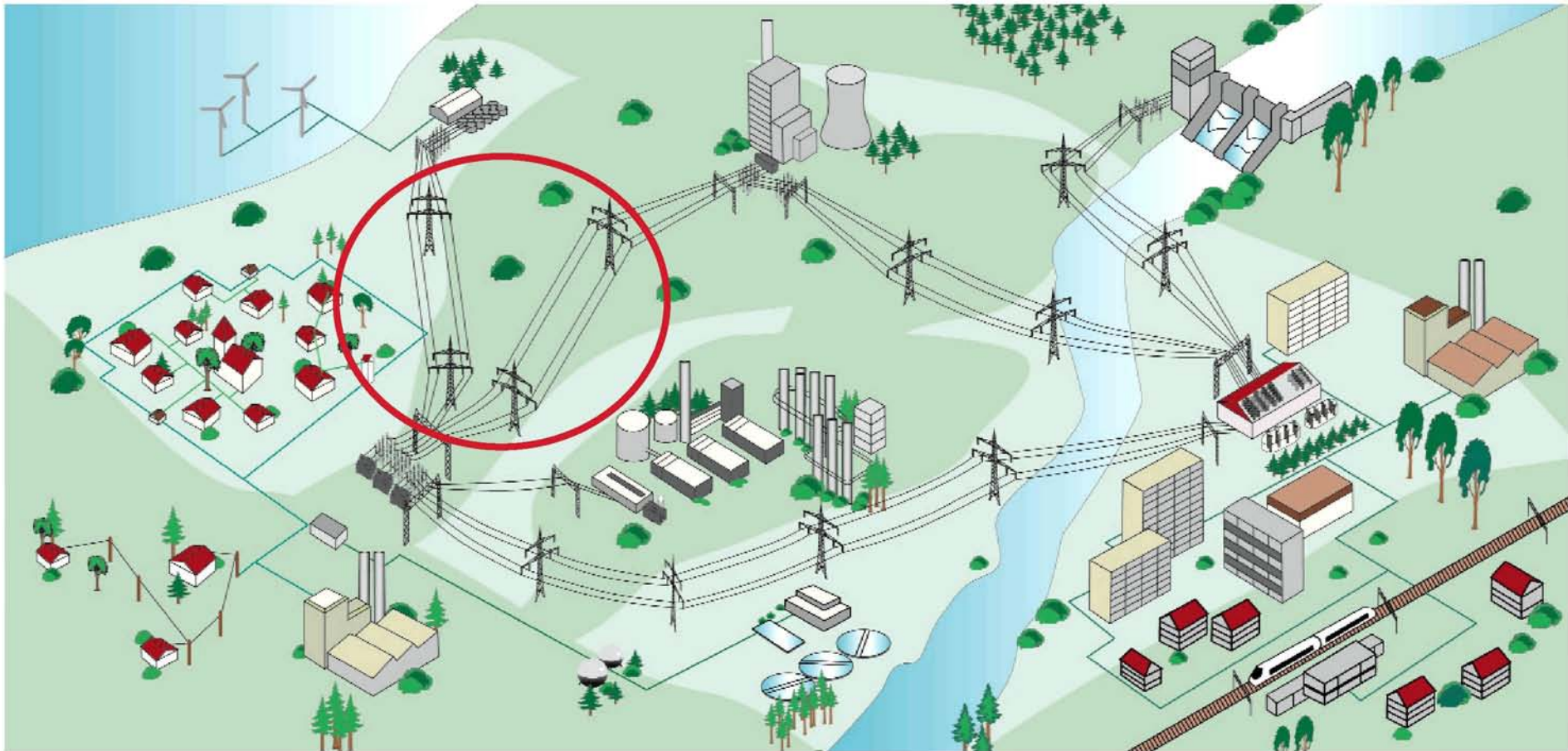
Trafostation



Niederspannungsnetz einer Trafostation

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Leitungen – Freileitungen



Schematische Darstellung des Elektroenergieversorgungsnetzes

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

Hochspannungsfreileitungen – Isolatoren

110 kV



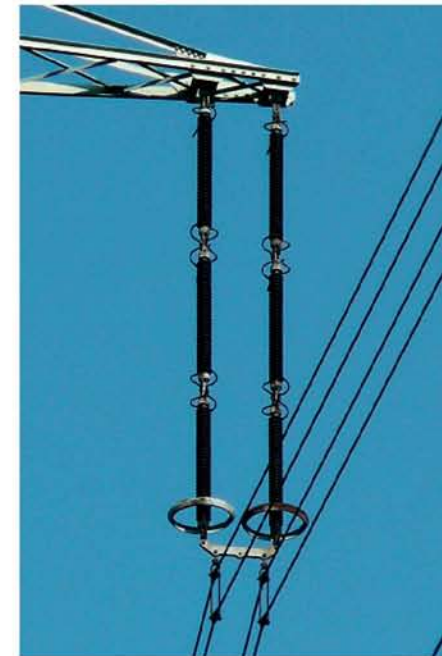
Länge Isolatoren
ca. 1,10 m

220 kV



Länge Isolatoren
ca. 2,30 m

380 kV

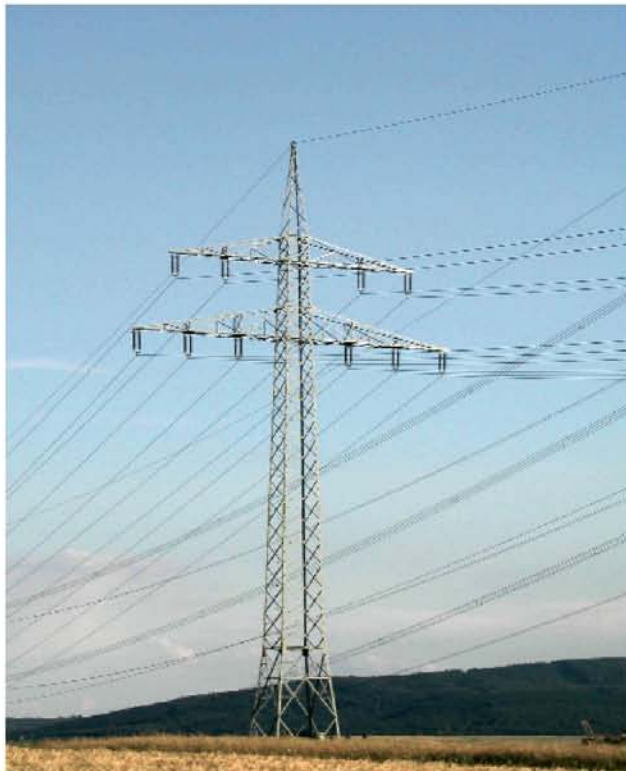


Länge Isolatoren
ca. 3,50 m

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

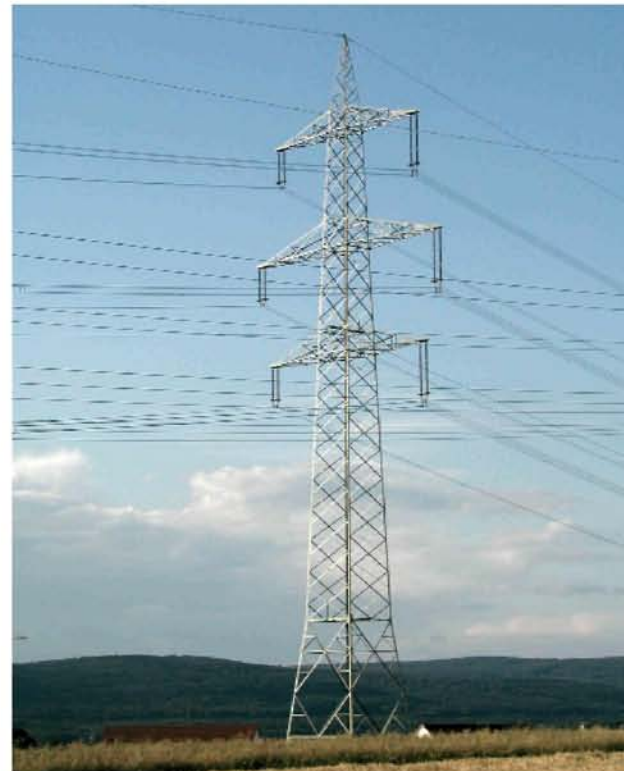
Hochspannungsfreileitungen – Masthöhen

110 kV



Masthöhe ca. 25 – 30 m

220 kV/380 kV



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

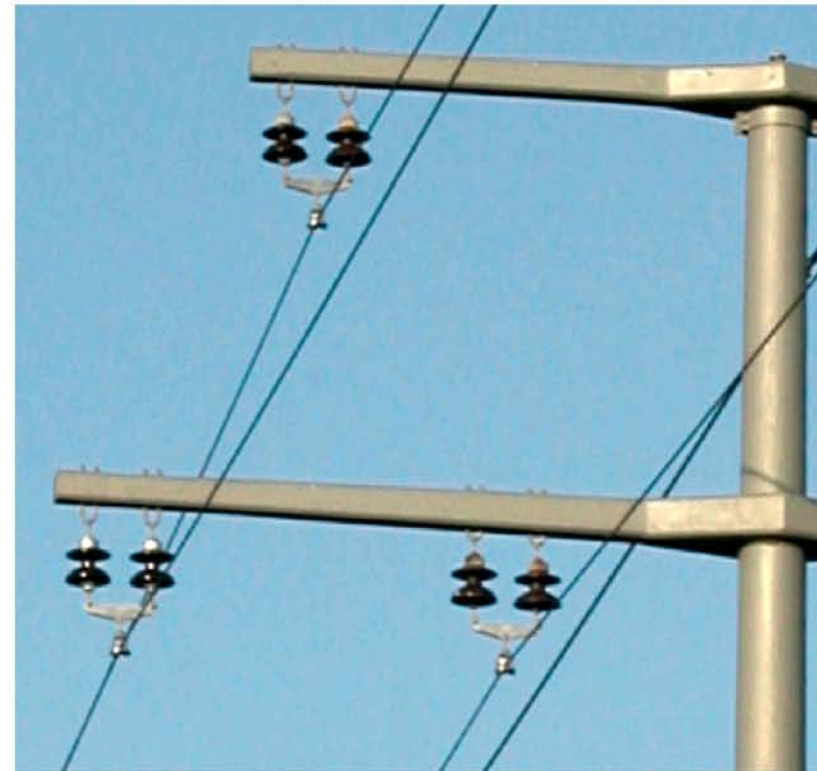
Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Isolatoren

0,4 kV



Länge der Isolatoren ca. 0,10 m

20 kV



Länge der Isolatoren ca. 0,25 m

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

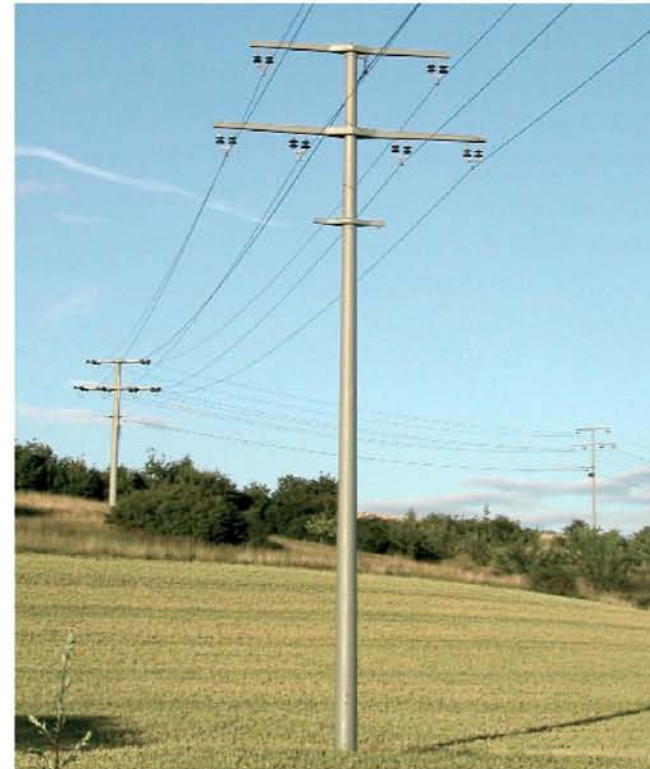
Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – Masthöhen

0,4 kV



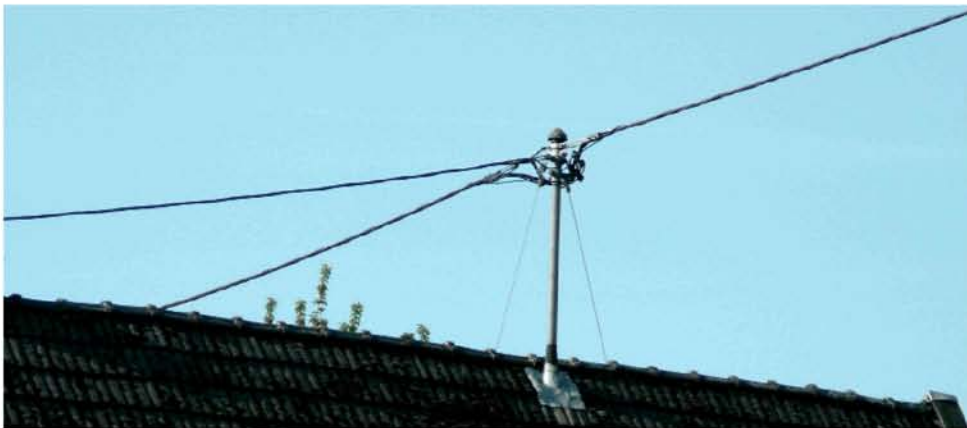
Masthöhe ca. 8 – 12 m
Niederspannungsfreileitung

20 kV



Masthöhe ca. 10 – 16 m
20 kV-Doppelleitung

Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes Nieder- und Mittelspannungsfreileitungen – isoliert



0,4 kV-Freileitung – isoliert

20 kV-Freileitung – isoliert



Aufbau des elektrischen Energieversorgungsnetzes

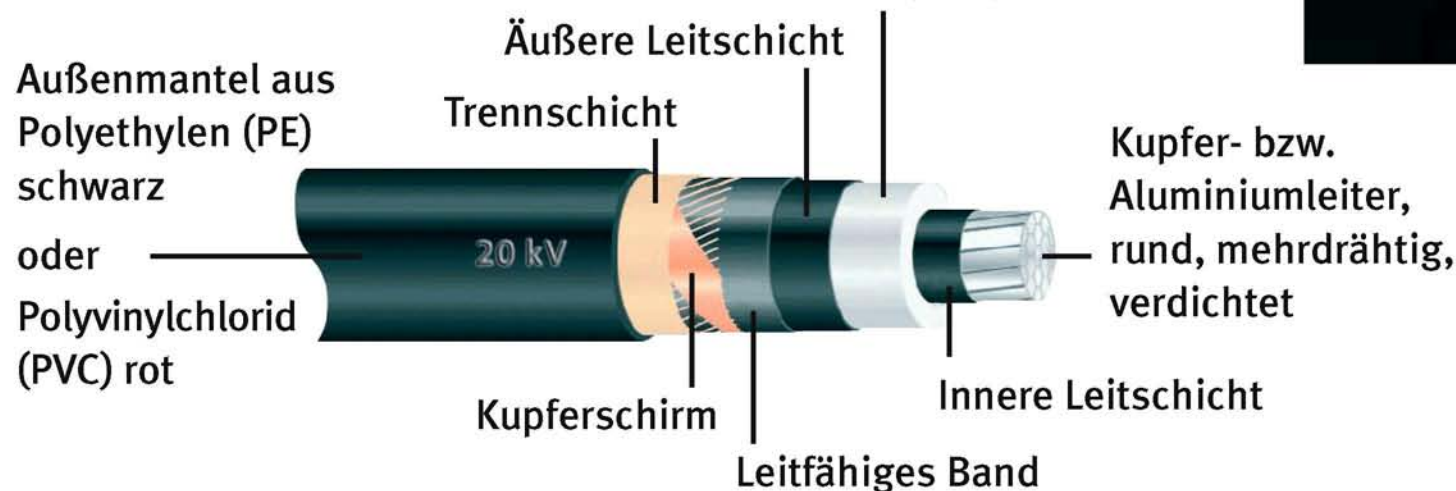
Leitungen – Erdkabel



Bild: Nexans

Niederspannungskabel

Mittelspannungskabel



Bilder: Südkabel GmbH, Mannheim

Mit freundlicher Unterstützung von

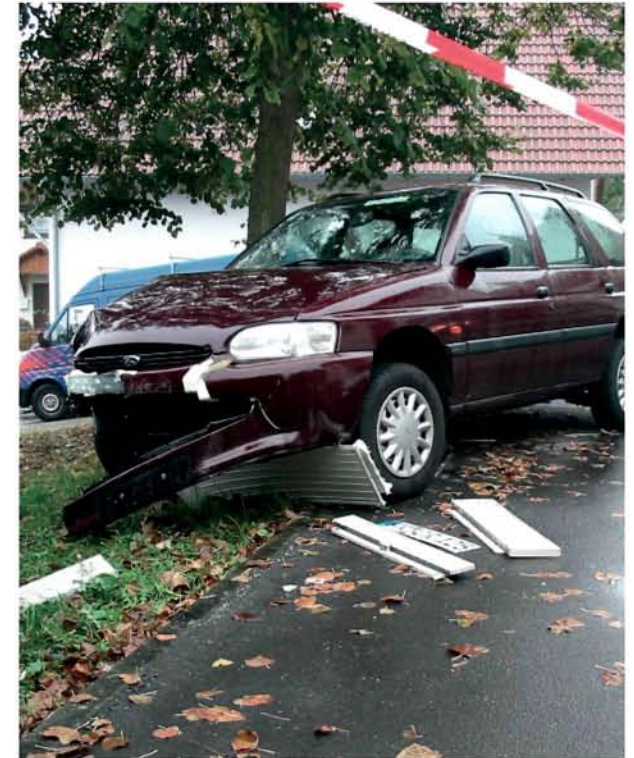


VORWEG GEHEN

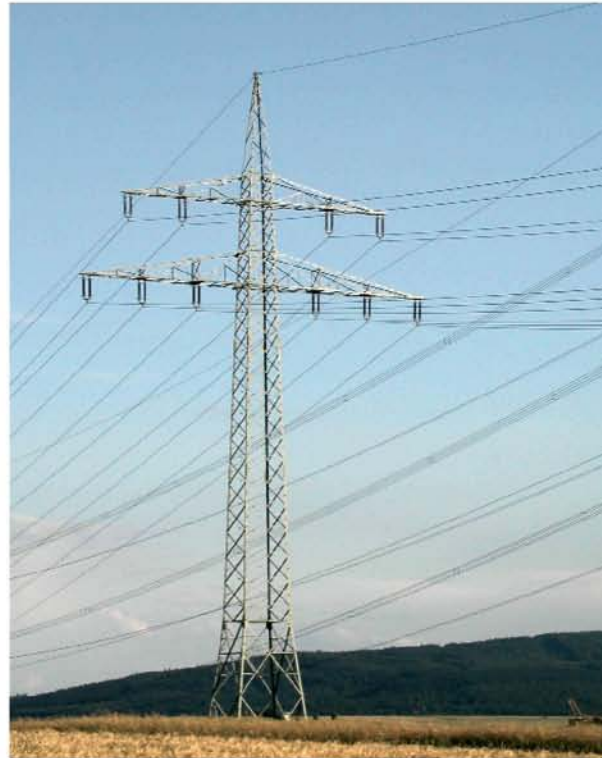


MODUL 3

Verhalten an der Einsatzstelle



Verhalten an der Einsatzstelle störungsfreie/gestörte Anlagen



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 Niederspannung



Verhalten an der Einsatzstelle

Bedienen von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

Bedienen durch elektrotechnische Laien

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

Beispiele:



Verteilung mit Leitungsschutzschaltern 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

Schalten von Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)

Schalten durch Elektrofachkräfte

Alle anderen Schalteinrichtungen dürfen nur von Elektrofachkräften bedient werden.

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

Beispiele:



Hausanschlusskasten mit Niederspannungs-Hochleistungssicherungen (NH-Sicherungen)



Lasttrennschalter mit NH-Sicherungen

Verhalten an der Einsatzstelle

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



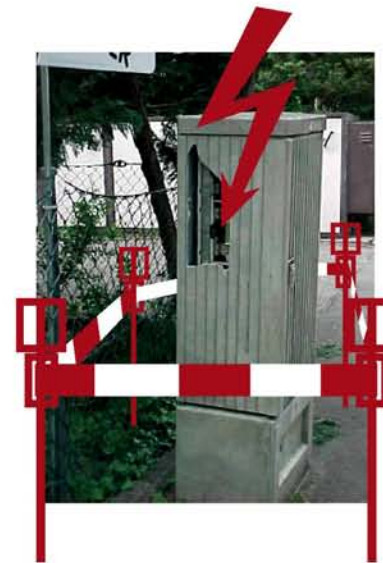
Umgefahrener Kabelverteiler

Verhalten an der Einsatzstelle

Hilfsmaßnahmen im Bereich gestörter elektrischer Anlagen

Niederspannung – Berührungsschutz

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



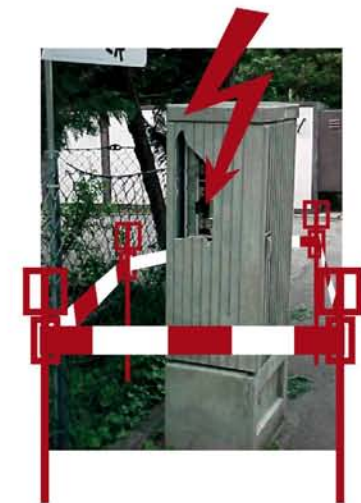
Verhalten an der Einsatzstelle

Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen



Abgetrenntes
Erdkabel unter
Spannung

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



Beschädigter
Kabelverteiler-
schrank



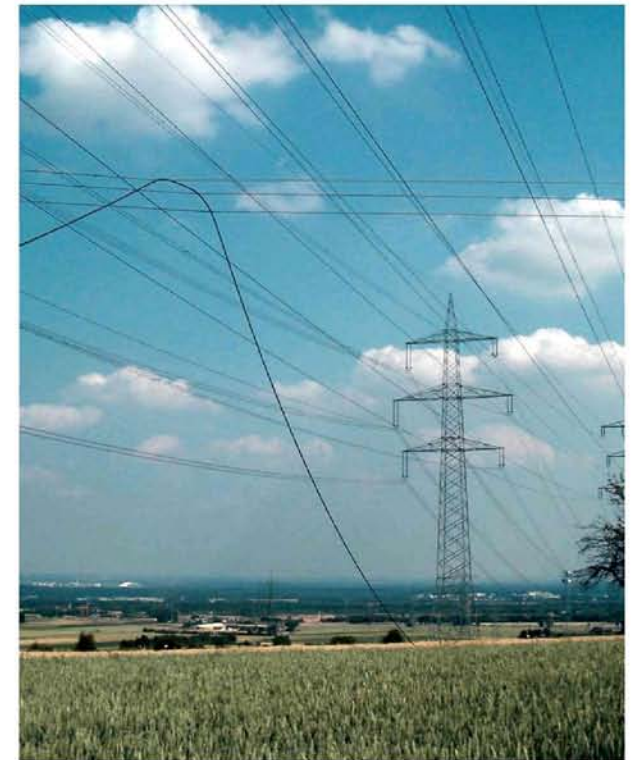
Umgefahren
Straßenbeleuchtungs-
masten noch in Funktion

Verhalten an der Einsatzstelle

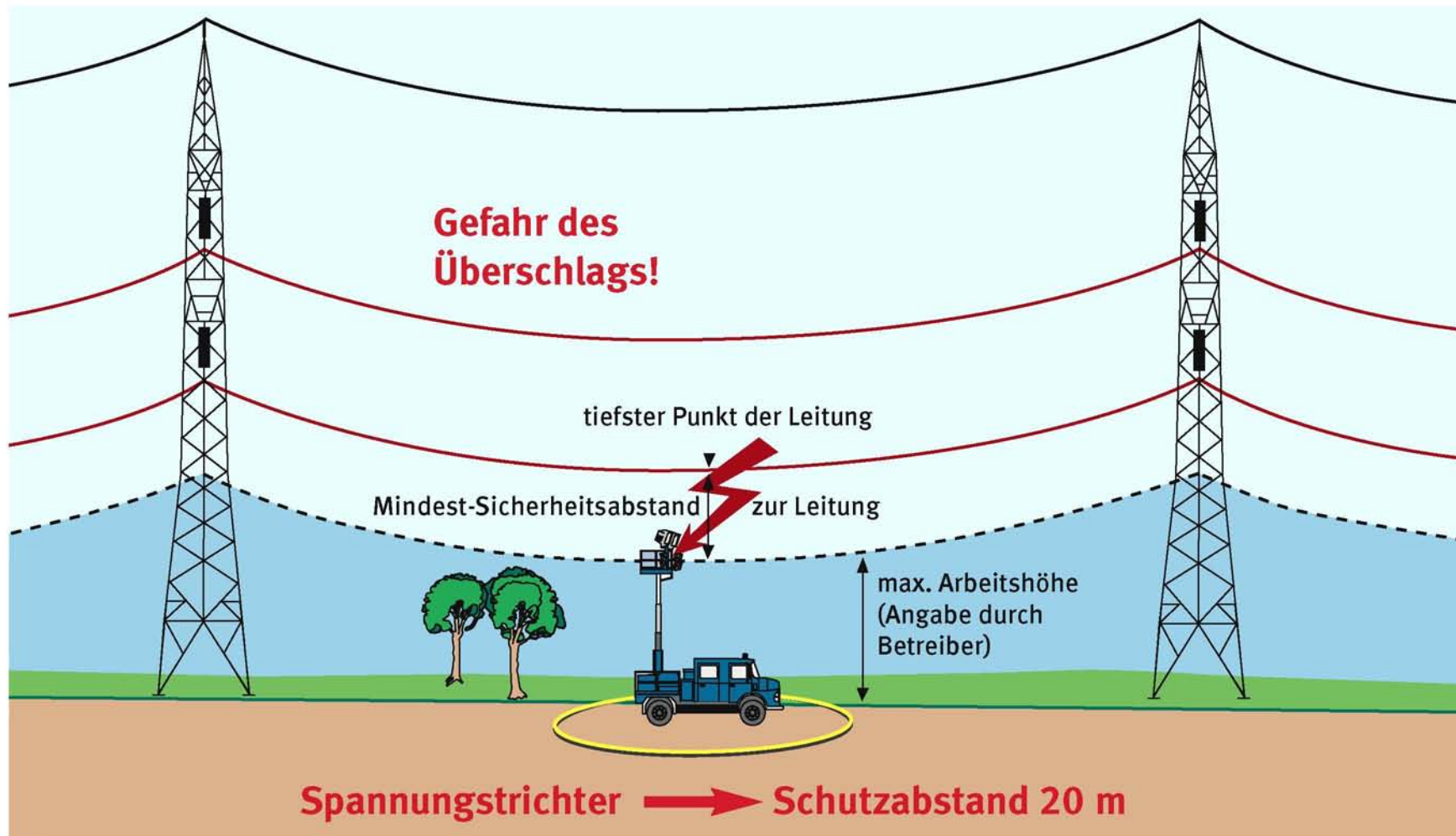
Schutzabstände: gestörte Niederspannungsanlagen



Verhalten an der Einsatzstelle Hochspannung



Verhalten an der Einsatzstelle Hochspannung – Schutzabstand

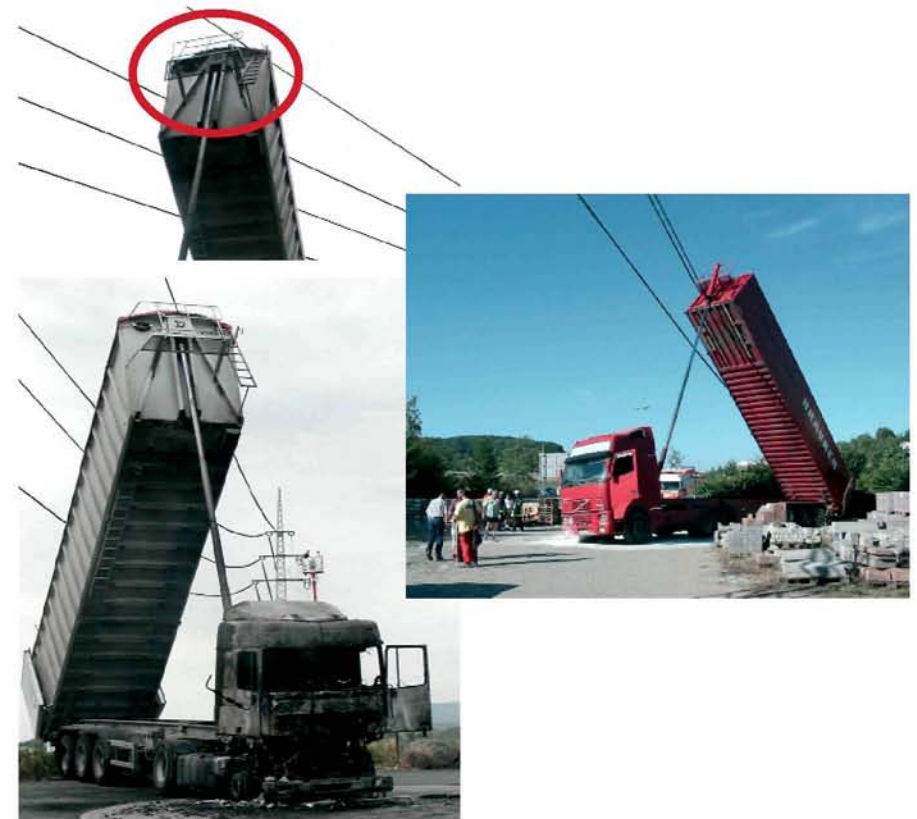


Verhalten an der Einsatzstelle

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 Fahrzeug in Freileitungen (gestörte Hochspannungsanlage)

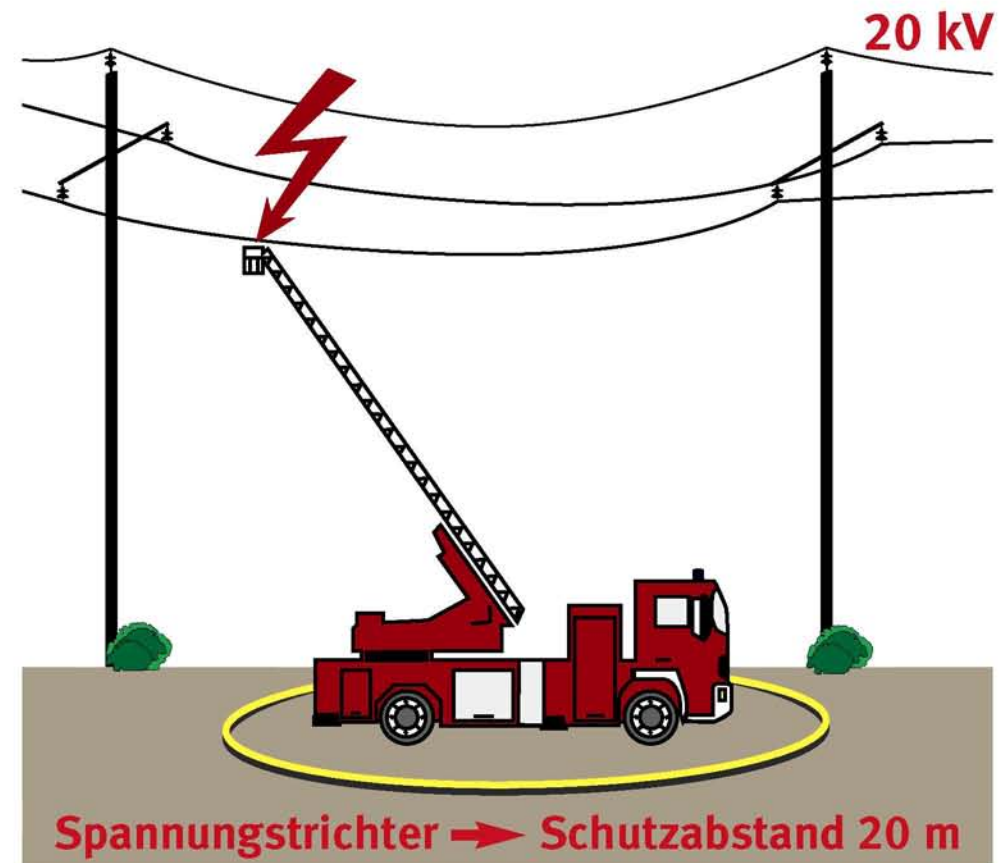
Ruhe bewahren!

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)

- 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 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 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



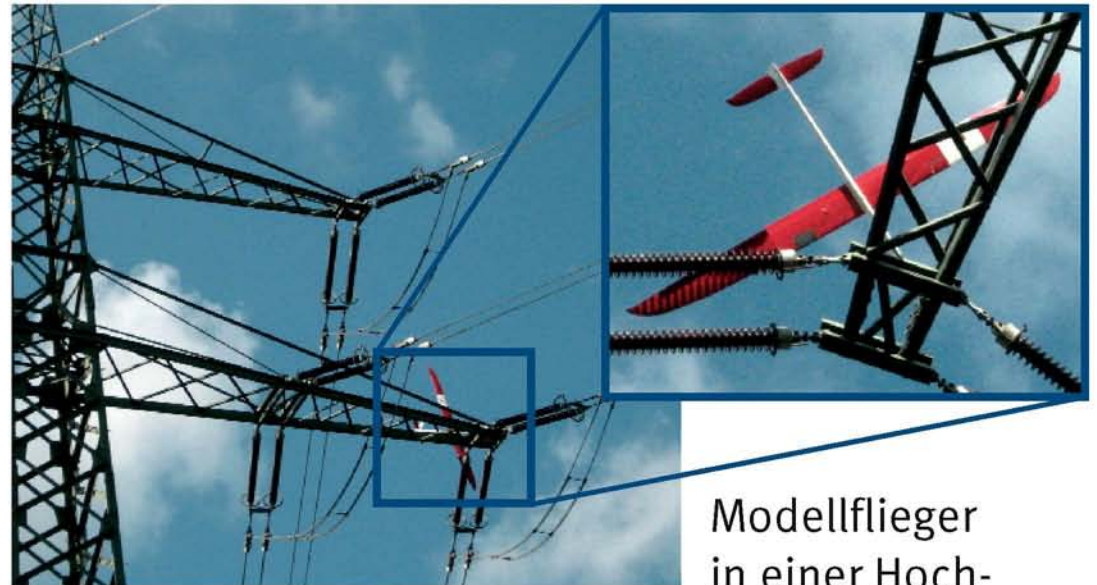
Äste in
110 kV-Freileitung



„Spargelfolie“ in
110 kV-Freileitung

Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen

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



Modellflieger
in einer Hoch-
spannungsfrei-
leitung



Fluggerät in einer
Hochspannungs-
freileitung

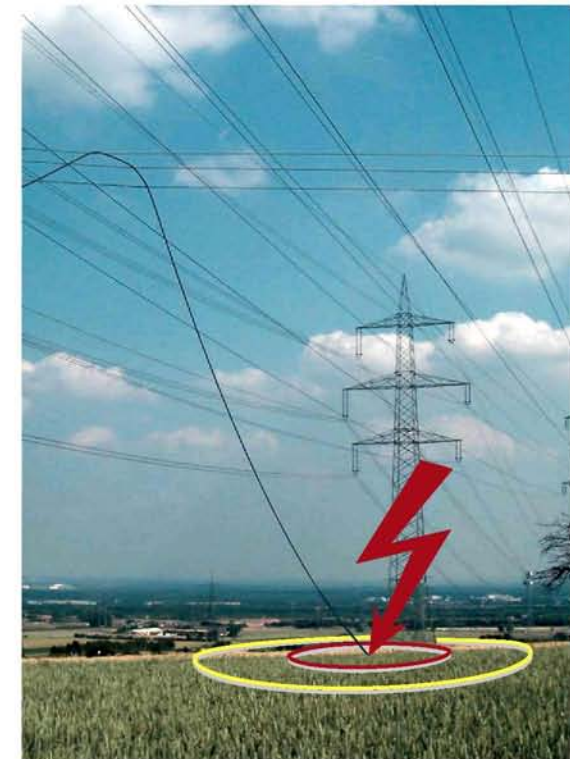
Verhalten an der Einsatzstelle Gegenstände in Freileitungen



Auf den Beauftragten des Betreibers warten und weitere Maßnahmen abstimmen.

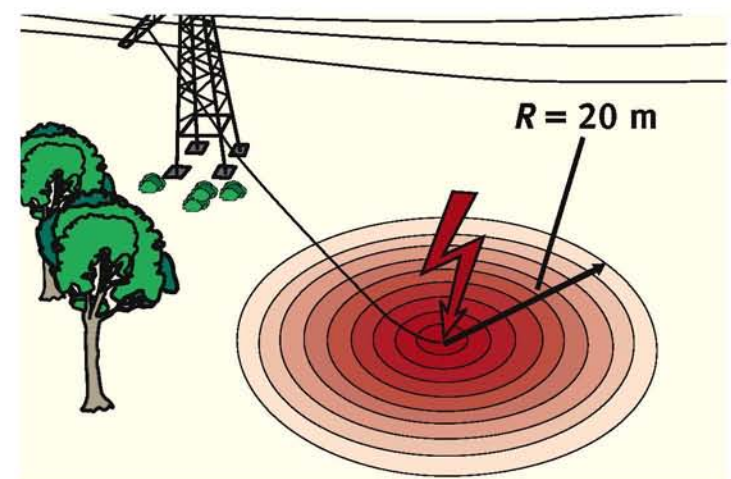
Verhalten an der Einsatzstelle Freileitungsseil am Boden

- 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

- **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 Kabelbeschädigung durch Baggerschaufel

Ruhe bewahren!

Wenn möglich, Gefahrenbereich verlassen

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

Ist dies nicht möglich:

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



Verhalten an der Einsatzstelle

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte



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

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

Bei der Brandbekämpfung kann es zu Gefahren kommen durch:

- unter Spannung stehende Anlagenteile,
- umherfliegende Teile, z.B. Bersten von Isolatoren/Spannungswandlern,
- giftige Zersetzungsprodukte von Gießharz, SF₆, PVC-Kabelmänteln.



Bild: FF Alfeld (Leine)

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



- 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

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

Beispiel: Trafostation

Bei beschädigter Umhüllung der Anlage:

➔ Schutzabstand von 5 m einhalten

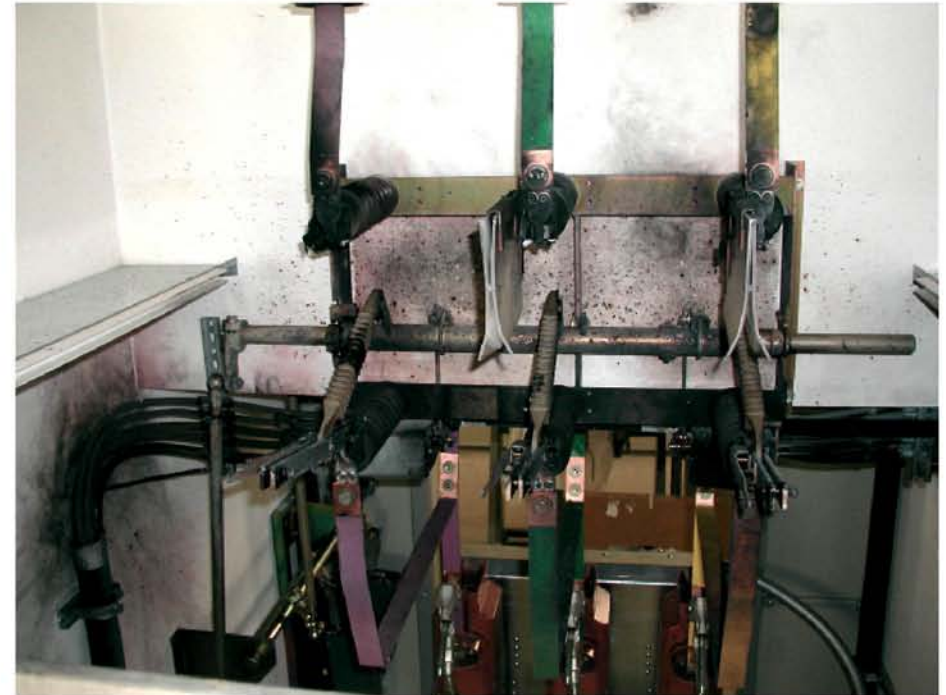
Bis zum Eintreffen des Betreibers Anlage absperren



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

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Ablaufschema



Schutzabstände einhalten! Bereich sichern und Unbefugte fernhalten

Energieversorger bzw. Betreiber benachrichtigen und Beauftragten anfordern

Meldungsinhalt: Ortsname, Straße, ggf. Hausnummer

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

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

**Brandausbreitung auf
Objekte, Gebäude außerhalb**

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

Verhalten an der Einsatzstelle Brände in besonderen elektrischen Anlagen



Verhalten an der Einsatzstelle

Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Photovoltaikanlagen (PV)

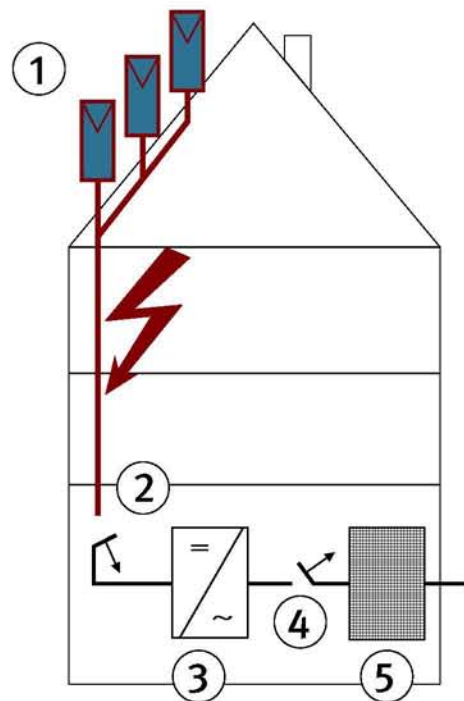
- Auch nach Freischaltung vom Energieversorgungsnetz ist eine lebensgefährliche Gleichspannung vorhanden (es ist nicht immer möglich die Gleichspannung auszuschalten).
- **1 m** Abstand zu den Bauteilen der elektrischen Anlagen einhalten
- Es ist mit umherfliegenden Teilen der PV zu rechnen. ➡ absperren



Verhalten an der Einsatzstelle

Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Photovoltaikanlagen (PV)

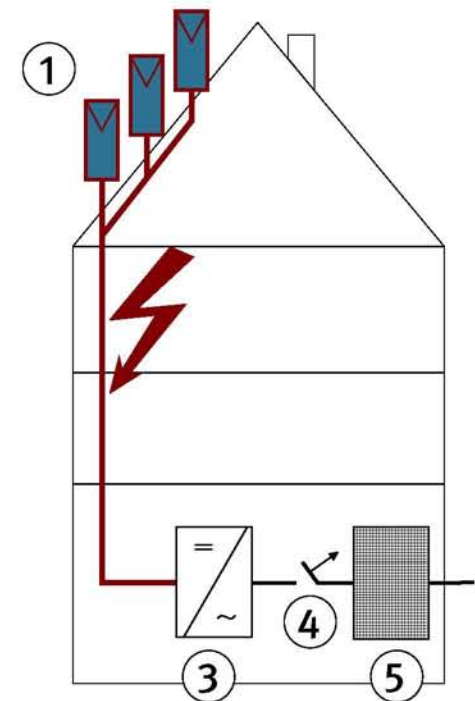


Prinzipialschaltbilder

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).

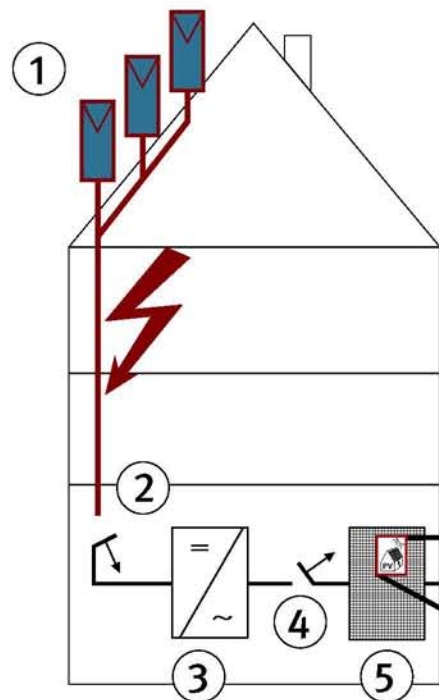


Rote Leitung vor dem Wechselrichter ist nicht spannungsfrei zu schalten, da die DC-Freischaltstelle nicht vorhanden bzw. nicht zugänglich ist (bei Lichteinfall immer unter Spannung).

Verhalten an der Einsatzstelle

Brände in besonderen elektrischen Anlagen

Photovoltaikanlagen (PV) – Anbringen des Hinweisschildes

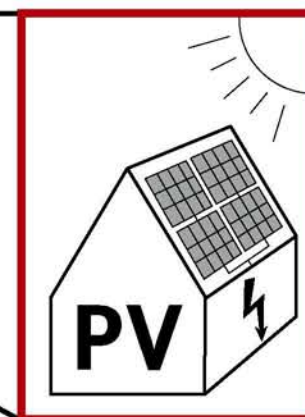


Prinzipschaltbilder

Die Gleichspannung (**rote Leitung**) kann nicht freigeschaltet werden.

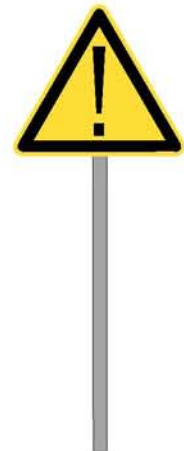
- ① Solarmodul
- ② DC-Freischaltstelle (allpolig)
- ③ Wechselrichter
- ④ AC-Sicherung
- ⑤ Versorgungsnetz

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



Hinweisschild beachten!

Kennzeichnung von PV-Anlagen



Verhalten an der Einsatzstelle Brände in besonderen elektrischen Anlagen

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

Batterieanlagen

bis zu **220 V** Gleichspannung



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



Verhalten an der Einsatzstelle

Restgefährdung bei Bränden in besonderen elektrischen Anlagen

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




Quelle: DIN VDE 0132:2008-08

Verhalten an der Einsatzstelle Verwendung von Löschmitteln



Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen


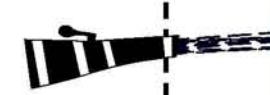




Die Art des Löschmittels ist vor Einsatz mit dem Beauftragten des Betreibers abzustimmen.

- **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 (Erstickengefahr).

Verhalten an der Einsatzstelle

Verwendung von Löschmitteln im Bereich elektrischer Anlagen

Abstände beim Einsatz von Wasser als Löschmittel

			Abstand in Meter	Spannung
Sprühstrahl			1	Niederspannung bis 1000 V
Vollstrahl			5	N
Sprühstrahl			5	Hochspannung über 1000 V
Vollstrahl			10	H  Hochspannung Lebensgefahr

Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung Module 1 bis 3



Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung Module 1 bis 3

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

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

Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung Module 1 bis 3

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

Verhalten an der Einsatzstelle Zusammenfassung Module 1 bis 3

Solche Warnhinweise dürfen keinesfalls auf die leichte Schulter genommen werden.

Wer Sicherheitsbarrieren überwindet, spielt mit seinem Leben!



Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN



MODUL 4 Überflutete elektrische Anlagen



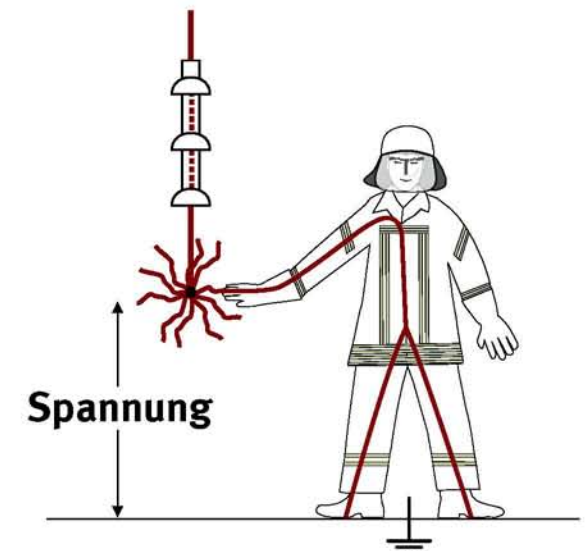
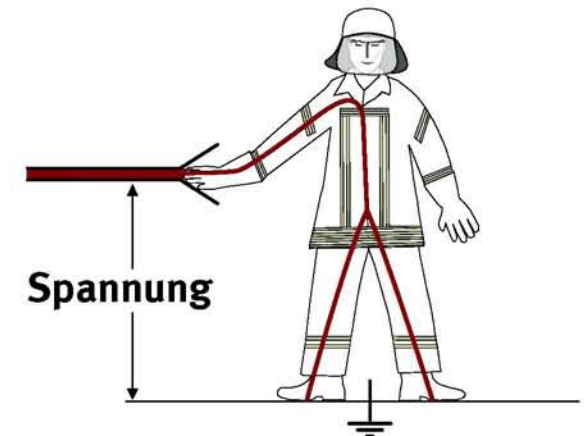
Gefahren des elektrischen Stromes

Körperstrom

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

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

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



Gefahren des elektrischen Stromes

Körperwiderstand

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

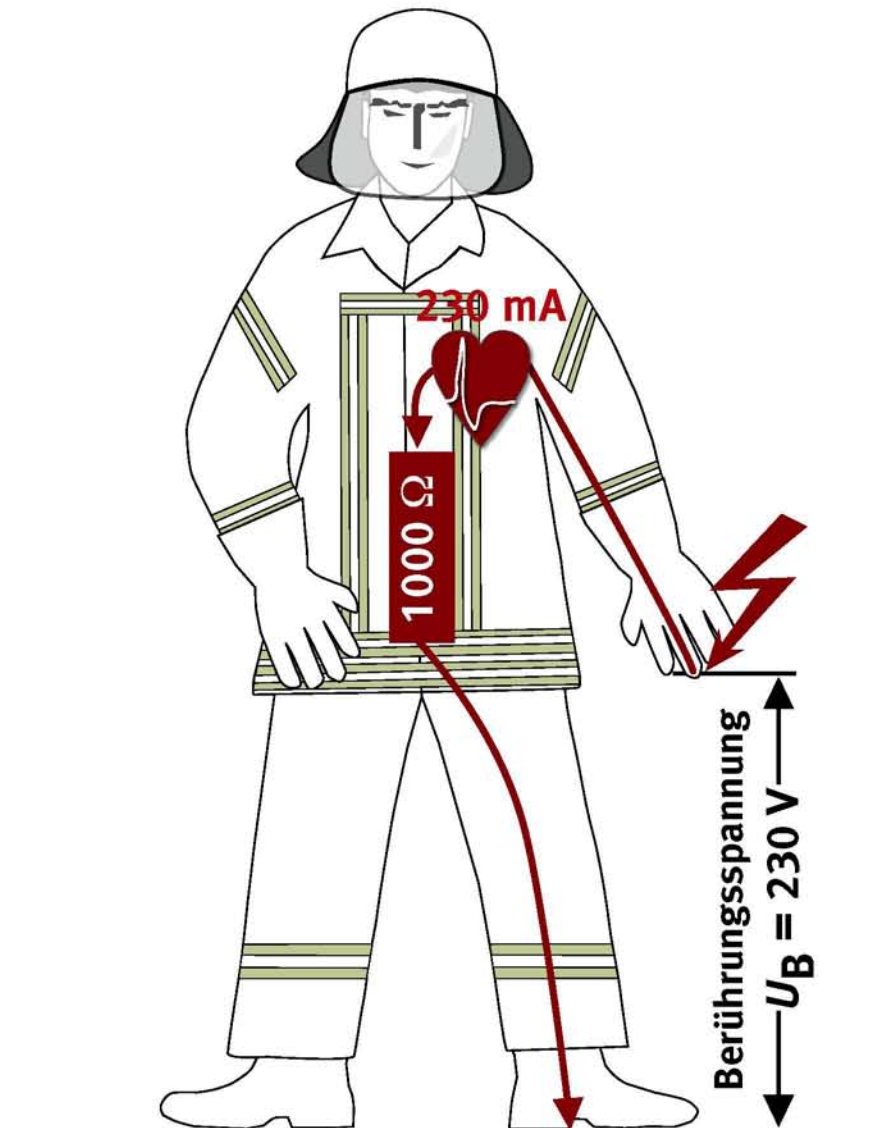
Bei einer Spannung **U** von **230 Volt** beträgt der Strom **I** durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

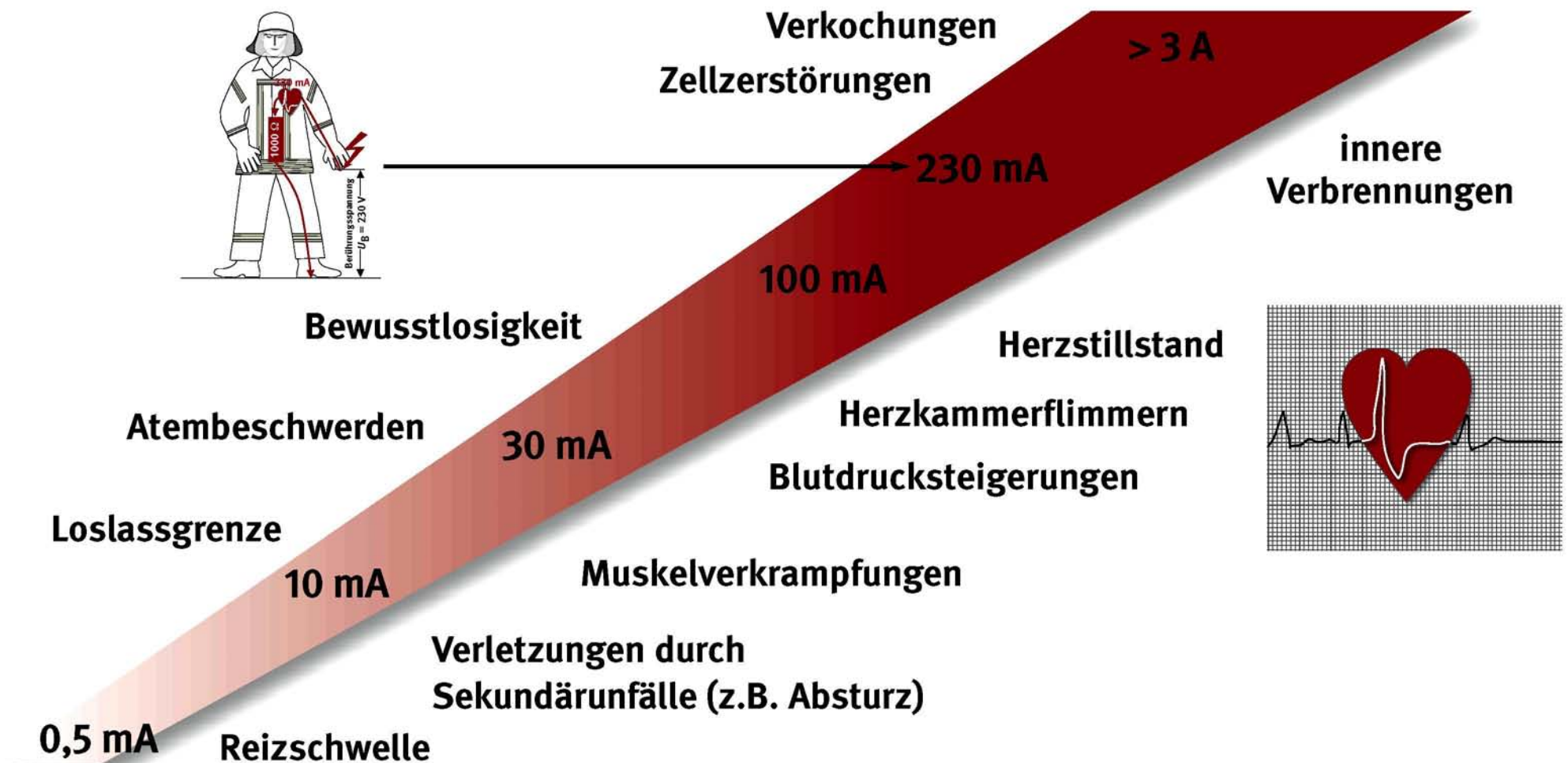
$$I = 230 \text{ V}/1000 \text{ Ohm}$$

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

➔ Lebensgefahr!



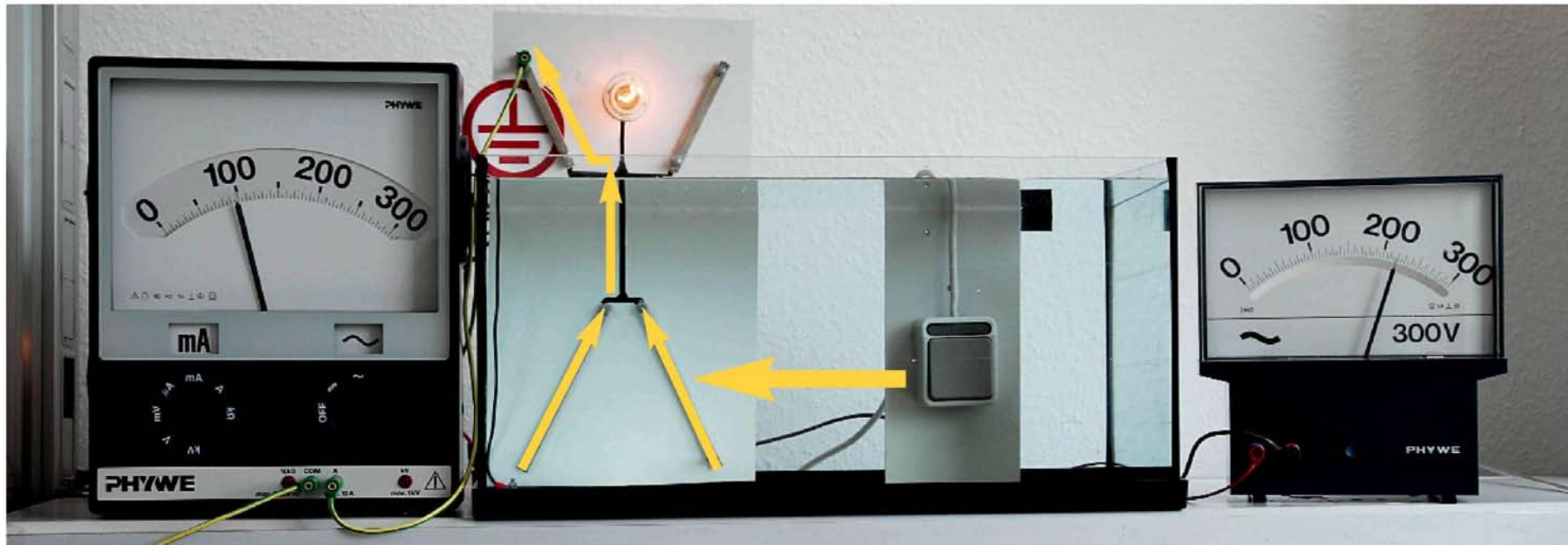
Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper



Film „Gefahren des elektrischen Stromes“



Wasser als elektrisch leitfähiges Medium Laborversuch überflutete Schalter



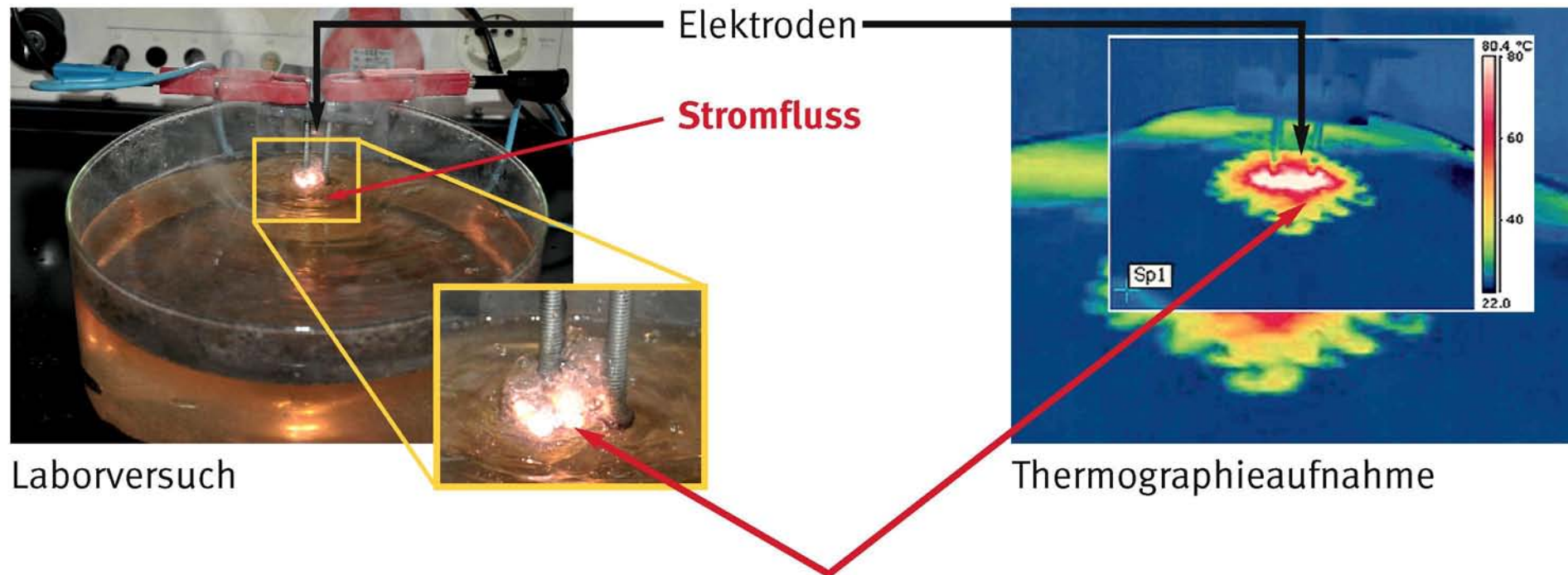
Einsatzkraft im überfluteten Raum – mit Lichtschalter

Lebensgefährlicher Körperstrom 100 mA Hausinstallation Spannung 230 V

Gefahr von Herzkammerflimmern, Herzstillstand

Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

Nachbildung einer überfluteten Steckdose



Laborversuch

Thermographieaufnahme

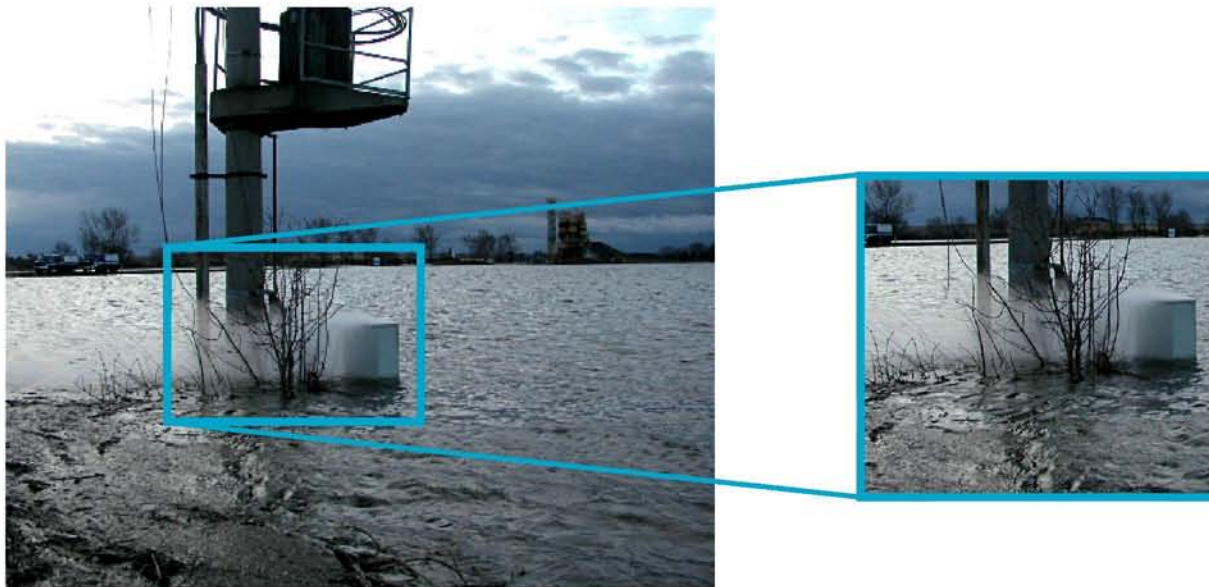
Bereich der höchsten Stromdichte und damit der größten Wärmeentwicklung.

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

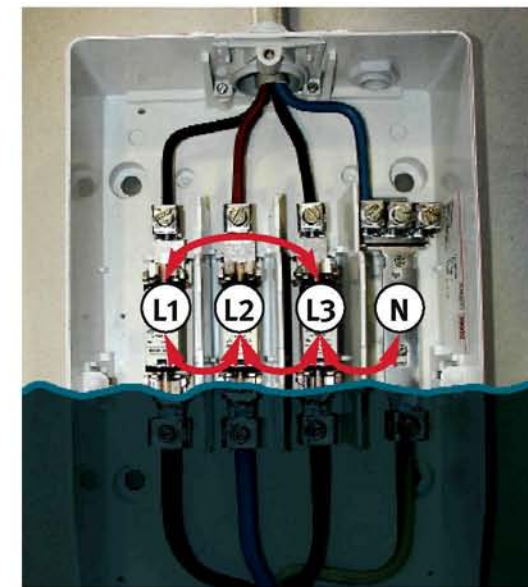
➔ entspricht ca. 1,5 kW Leistung

Wasser als elektrisch leitfähiges Medium

Dreipoliger Anschlusskasten



Dampfender Kabelverteilerschrank
im Wasser



Anschlusskasten:
Dreipoliger Aufbau mit
Neutralleiter

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

Verhalten an der Einsatzstelle



Bild: FF Oberaudorf



Verhalten an der Einsatzstelle Gefahrenstellen



Überflutete Freiluftschaltanlage



Überflutete Bahnanlage



Überfluteter Hauswirtschaftsraum



Überflutete Mittelspannungsschaltanlage

Verhalten an der Einsatzstelle Aufrechterhaltung der Energieversorgung



Bild: James Steidl/fotolia.com

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

Verhalten an der Einsatzstelle

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Beispiel: Freiluftschaltanlage



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

Lebensgefahr!



Verhalten an der Einsatzstelle

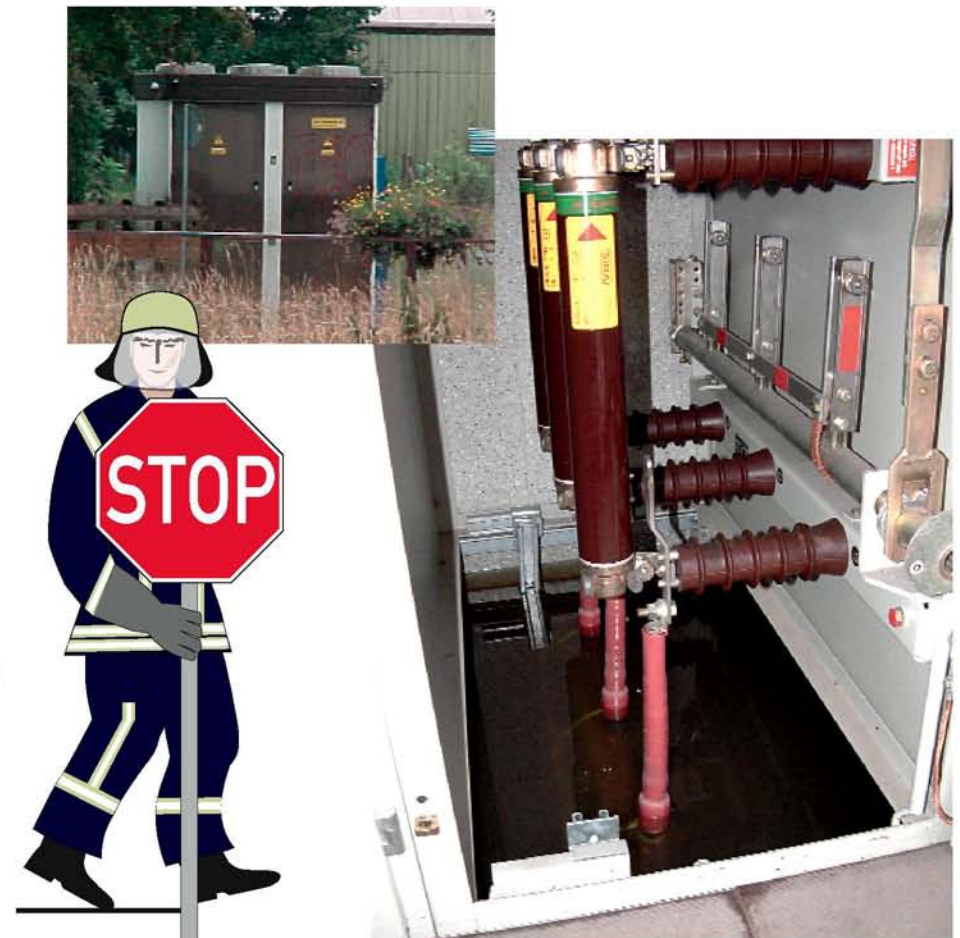
Abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Beispiel: Transformatorstation

Transformatorstationen werden aus Versorgungsgründen so lange wie möglich betrieben.

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

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



Verhalten an der Einsatzstelle Öffentlicher Verkehrsraum Beispiel: Kabelverteilerschrank

Kabelverteilerschrank nicht berühren!

Schutzabstand mindestens 1 m

Sekundäreffekt:
mögliche Dampfentwicklung



Verhalten an der Einsatzstelle Öffentlicher Verkehrsraum Beispiel: Straßenbeleuchtungsanlage

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

Straßenbeleuchtungsmast nicht berühren!

Schutzabstand mindestens 1 m



Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation

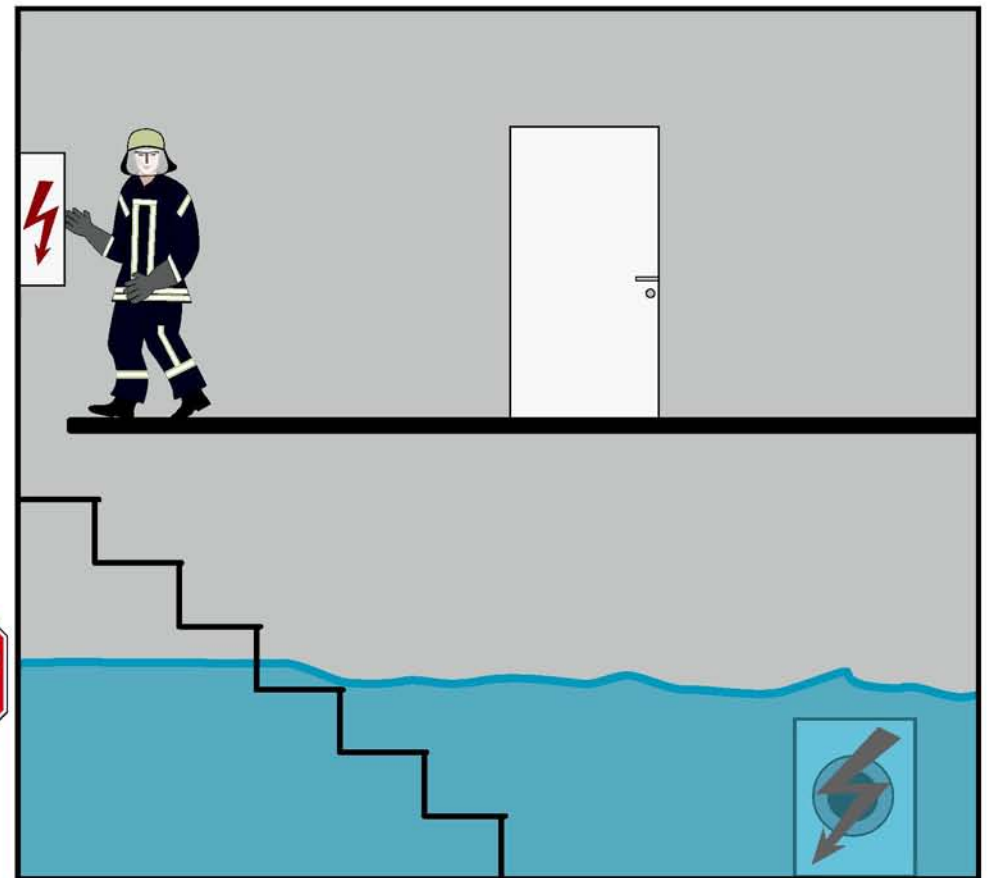
Zählerschrank/Hausverteilung im Erdgeschoss

Erdgeschoss nicht überflutet:

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

Keller überflutet:

- ➔ Erst nach Freischaltung betreten.



Verhalten an der Einsatzstelle

Hausinstallation

Freischalten

Bedienen durch elektrotechnische Laien

Schaltelemente in überfluteten Bereichen dürfen nicht bedient werden!

Beispiele:



Verteilung mit
Leitungsschutzschaltern
und Schraubsicherungen



Hauptschalter
einer Anlage mit
Not-Aus-Funktion

Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation

Zählerschrank/Hausverteilung im Keller

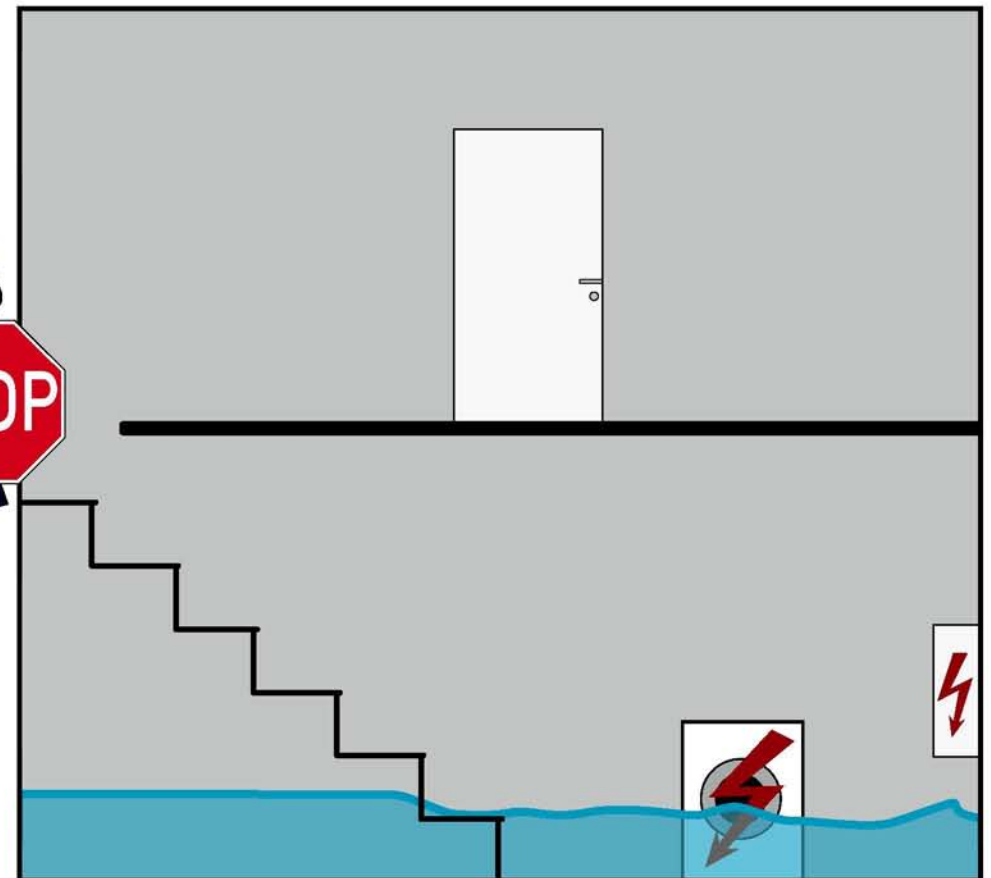
Kellergeschoss ist überflutet:

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

➔ Erst nach Freischaltung betreten.

➔ **Keine Freischaltung durch die Einsatzkräfte!**

➔ Freischaltung nur durch den Netzbetreiber!



Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation



Überfluteter Hauswirtschaftsraum



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

Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation



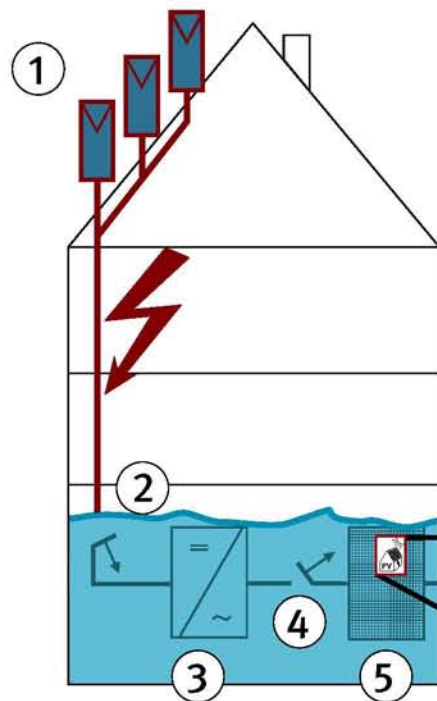
Gefahren gehen aus von:

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



Verhalten an der Einsatzstelle Hausinstallation Photovoltaik

Überflutung besonderer elektrischer Anlagen – Photovoltaikanlagen (PV)



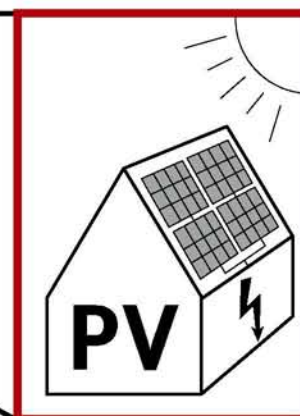
Prinzipschaltbilder

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

Achtung!

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

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



Hinweisschild beachten!

Kennzeichnung von PV-Anlagen



Verhalten an der Einsatzstelle

Unfallbeispiel

Tödlicher Unfall durch Stromschlag

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

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

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

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

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



Bild: Maria.P./fotolia.com

Verhalten an der Einsatzstelle Energieversorgung



Nur die auf den Einsatzfahrzeugen zur Verfügung gestellte Ausrüstung benutzen.

Verhalten an der Einsatzstelle

Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in überfluteten Räumen Energieversorgung: Stromerzeuger

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

Ohne Isolationsüberwachung:

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

oder

mit Isolationsüberwachung:

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



Verhalten an der Einsatzstelle

Energieversorgung: Hausinstallation

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

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

- ➔ **Von dieser Steckdose geht eine elektrische Gefährdung aus!**
- ➔ Andere Steckdose wählen.



Verhalten an der Einsatzstelle

Energieversorgung: Hausinstallation



Der Einsatz. 

>> Unfall
Feuerwehrmann bewusstlos

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

weiter auf Seite 8

Unfallbeispiel

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

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

➔ Wie hätte der Unfall vermieden werden können?

➔ Wie hätten Sie sich verhalten?

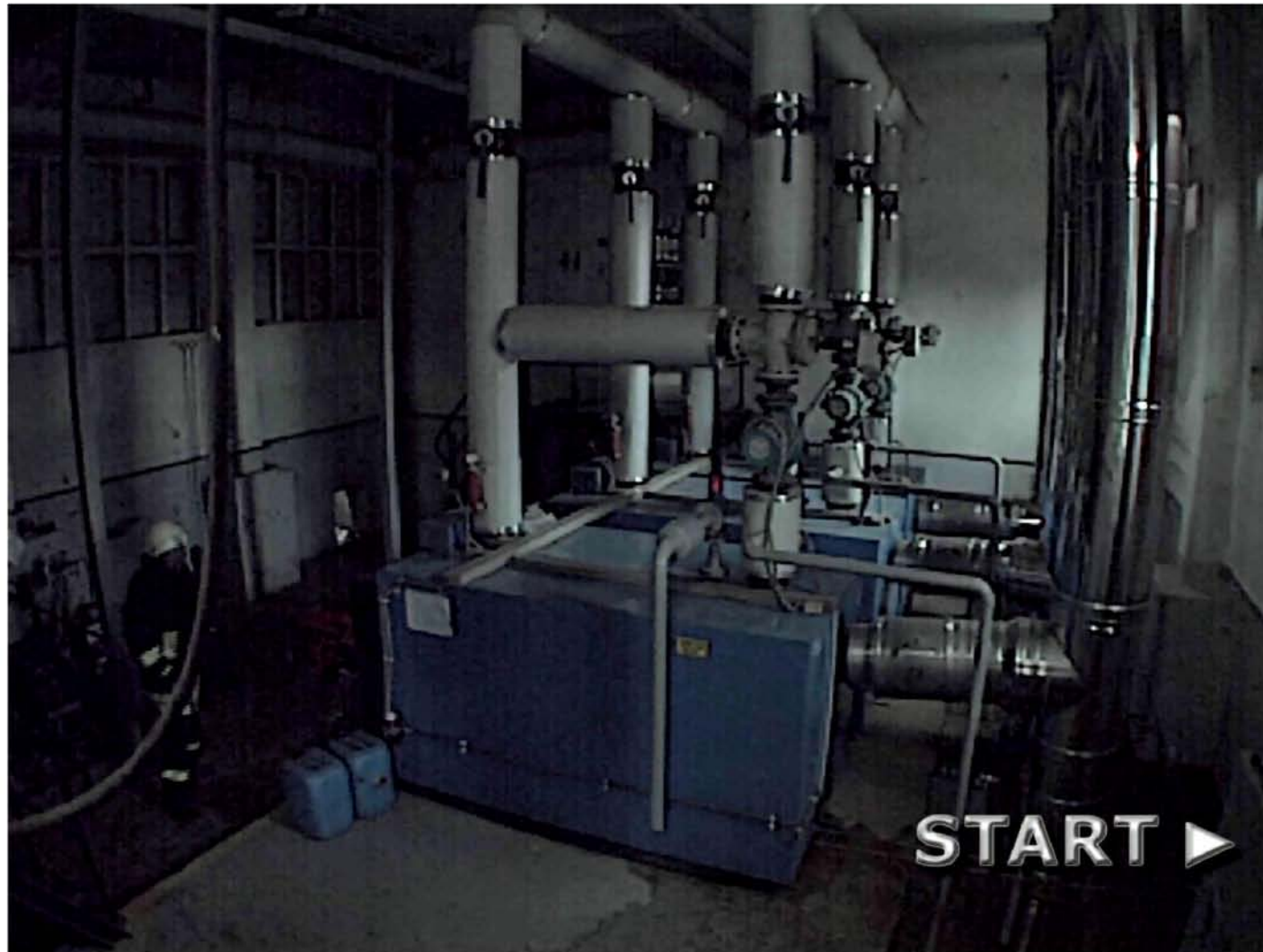
Verhalten an der Einsatzstelle

Energieversorgung: Hausinstallation

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



Film „Wasserspiele?“



Verhalten an der Einsatzstelle

Zusammenfassung Modul 4

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

Deshalb:

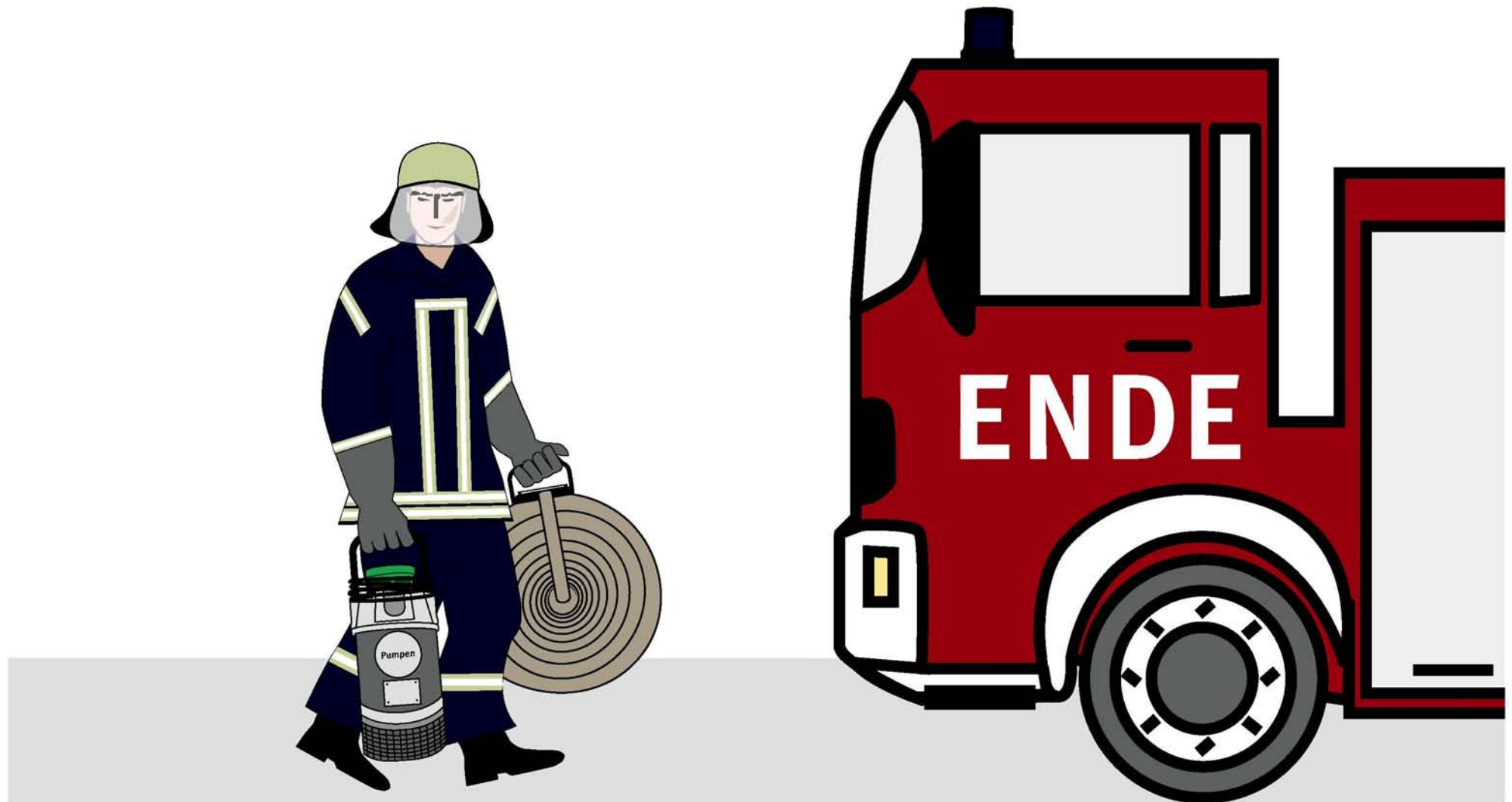
- Elektrische Anlagen in überfluteten Bereichen freischalten lassen
- Nur freigeschaltete Bereiche betreten
- Zur Stromversorgung an der Einsatzstelle nur zugelassene, geprüfte Geräte verwenden
- Anlagen der Energieversorgung nicht öffnen und betreten
- Anweisungen des Betreibers befolgen
- Schutzabstände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

Mit freundlicher Unterstützung von



VORWEG GEHEN





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

Mittelstraße 51

10117 Berlin

Tel.: 030 288763800

Fax: 030 288763808

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de