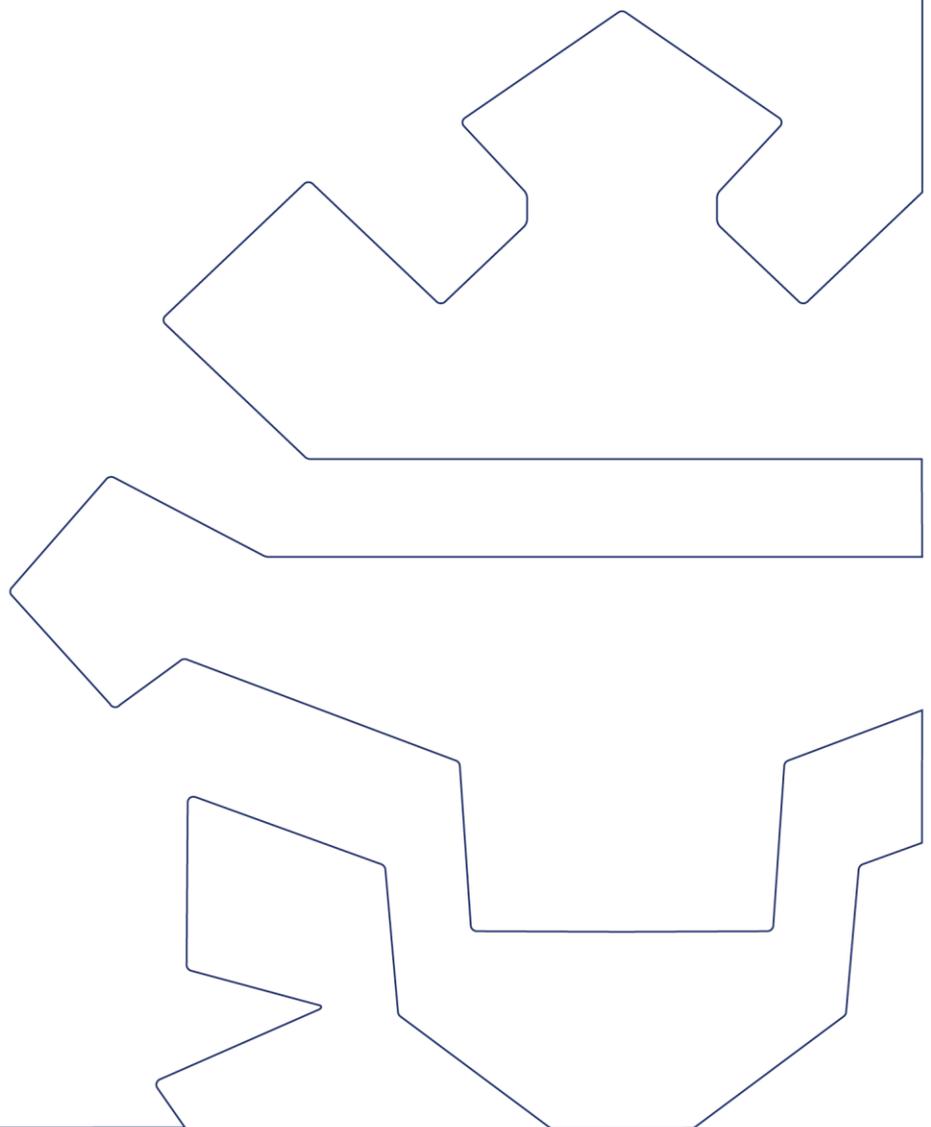


Grundlagen der Elektrizität

FIS I.3

Institut National de Formation des Secours

2021 ; Version NEW



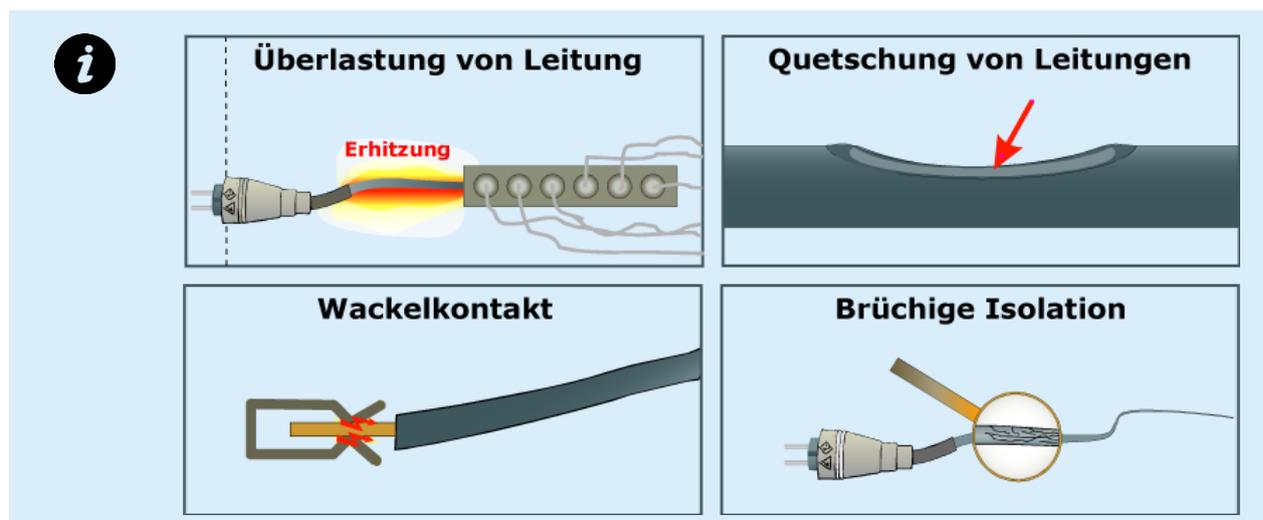
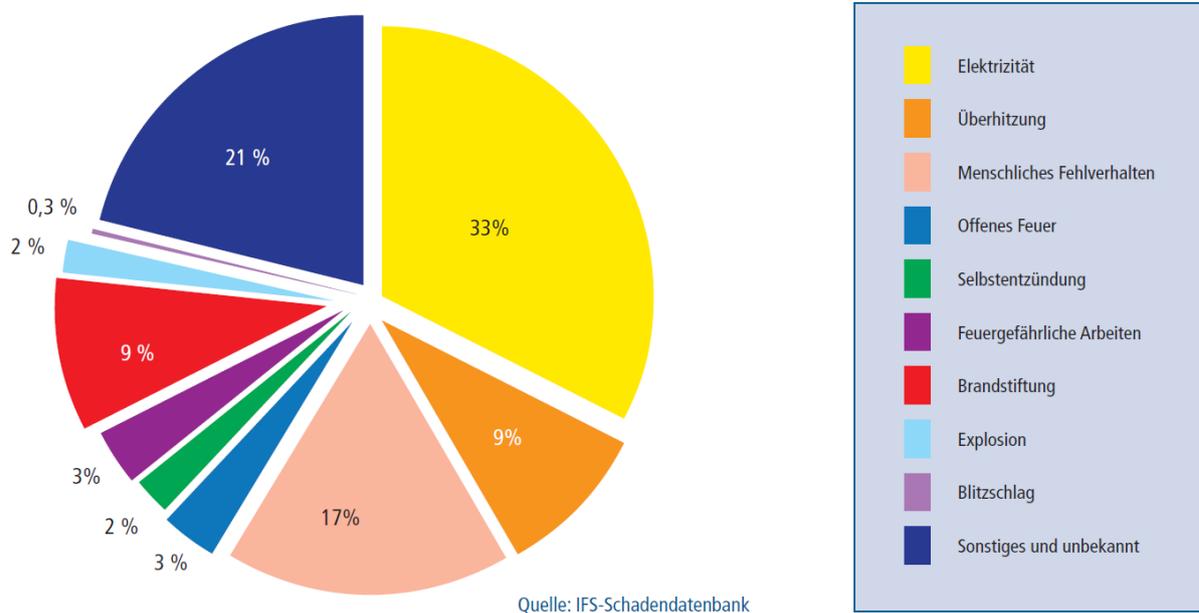
INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
1.1	Fallbeispiel	4
1.2	Unfälle durch Elektrizität	5
1.2.1	Im Haushalt	5
1.2.2	In der Industrie	5
1.2.3	Bei der Feuerwehr	5
2	Elektrische Spannung	6
3	Elektrischer Strom	6
3.1	Stromarten	6
3.1.1	Gleichstrom DC (Direct Current)	6
3.1.2	Wechselstrom AC (Alternating Current)	7
3.1.3	Drehstrom	7
4	Elektrischer Widerstand: Ohm'sches Gesetz	7
5	Elektrische Leistung	8
6	Leiter, Halbleiter, Nichtleiter	8
6.1	Elektrische Leiter	8
6.2	Halbleiter	8
6.3	Nichtleiter	9
6.4	Leitfähige Stoffe mit speziellen Eigenschaften	9
6.4.1	Wasser	9
6.4.2	Holz	9
6.5	Beispiele	9
7	Gefahren für den Menschen	10
7.1	Mindestabstände	10
7.2	Schrittspannung	11
7.3	Wirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen	11
8	FI-Schutzschalter	12
9	Leistungsschutzschalter	13
10	Stecker und Kupplungen	13

10.1	IP-Schutzarten	14
10.2	Verschiedene Stecker und Kupplungen	14
11	Umgang mit Stromerzeugern	15
11.1	Einsatzhinweise	15
11.2	Sicherheitshinweise	15
11.3	Außerbetriebnahme	15
11.4	Maximale Leitungslänge	15
11.5	Stromerzeugermodelle	16
12	Stromnetz in Luxemburg	18
12.1	Ratschläge im Falle eines Unfalls (nach Creos)	18
13	Oberleitungen und Elektrizität bei Schienenfahrzeugen	19
14	Ladestationen im öffentlichen Verkehrsraum	20
14.1	Ladestationen für PKW	20
14.2	Schnellladestationen für Busse	20
15	Sicherheitsregeln	21
16	Quellennachweis	22

1 Einleitung

Statistisch gesehen wird jeder dritte Brand durch Elektrizität verursacht.



1.1 Fallbeispiel



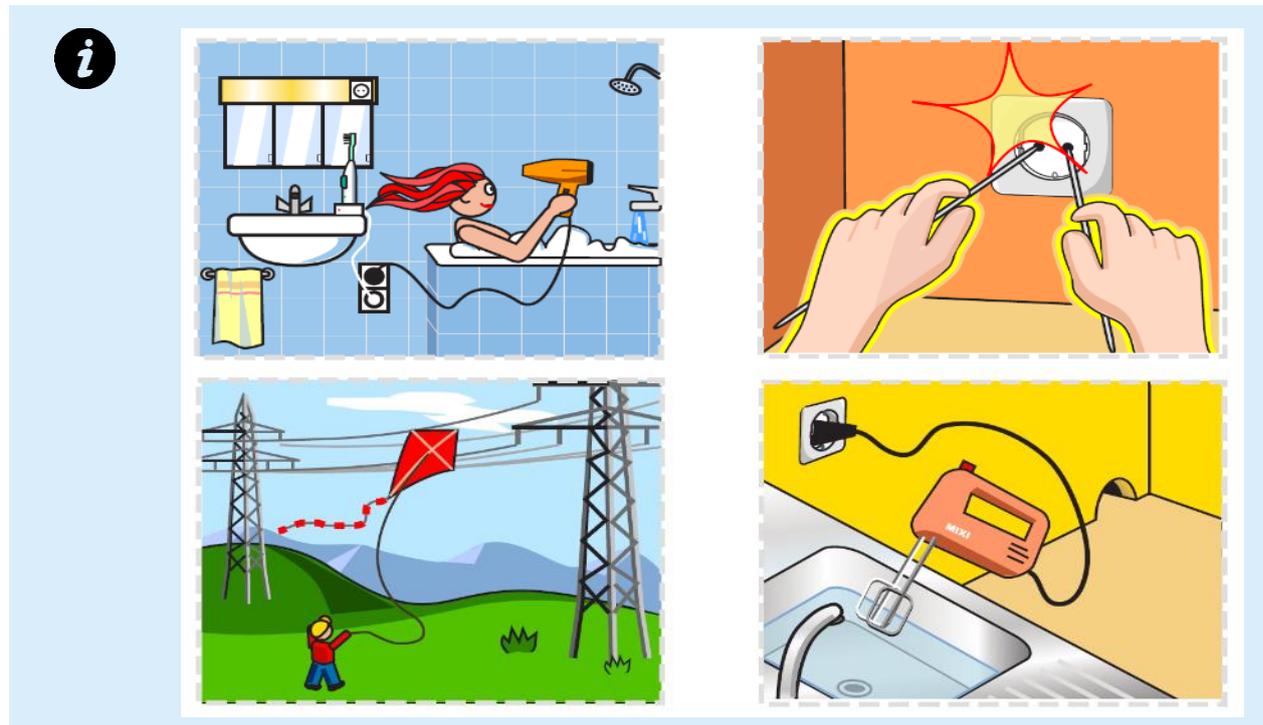
Eines Tages stellte ein Arbeiter in einer Fabrikhalle eine alte Autobatterie in einen Müllcontainer. Tags darauf warf ein weiterer Arbeiter einen Haufen alte Metallspäne auch dort hinein. **Vier Stunden später war die Fabrik bis auf die Grundmauern niedergebrannt.**

Was war passiert?

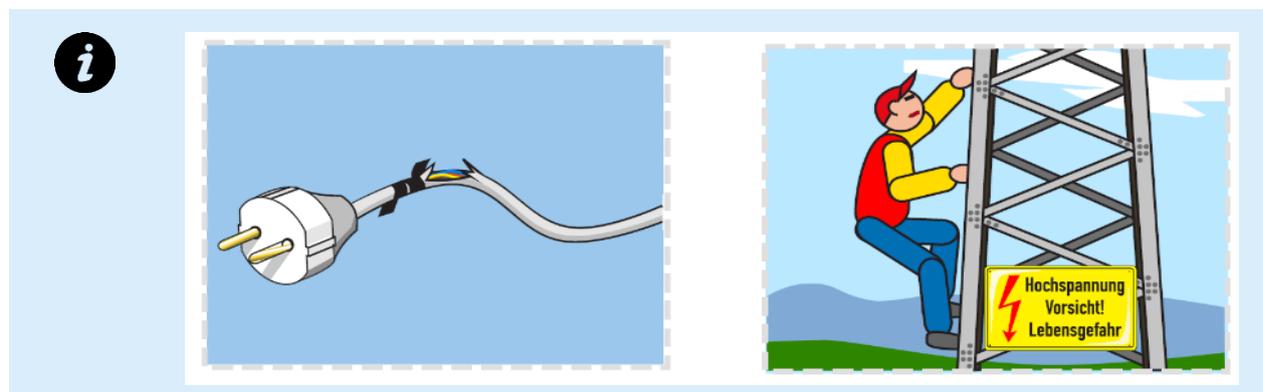
Da Metallspäne leitend sind, können sie den elektrischen Strom gut leiten. Die auf die alte Batterie geworfenen Späne berührten die beiden Pole der Batterie und bildeten somit einen Stromkreis. Durch den sehr geringen Widerstand der Späne konnte ein sehr großer Strom fließen (Kurzschluss), der die Späne zum Glühen brachte und sogar in Brand setzte.

1.2 Unfälle durch Elektrizität

1.2.1 Im Haushalt



1.2.2 In der Industrie



1.2.3 Bei der Feuerwehr



2 Elektrische Spannung



Die elektrische Spannung gibt an, wie stark der Antrieb des elektrischen Stromes ist.

Die elektrische Spannung kann auf verschiedene Weisen erzeugt werden:

Gleichspannung: Durch Reibung, Sonnenenergie (Photovoltaik) oder chemische Reaktionen.

Wechselspannung: Wird mittels Generatoren (Dynamo) aus Windkraft, Wasserkraft, Kernkraft oder Gas- und Kohlekraftwerken o.ä. erzeugt.

Die Einheit ist **Volt – V**

Die Spannung kann auch errechnet werden: $U=R \cdot I$



Durch eine elektrostatische Entladung kann es zu einer Explosion durch Funkenbildung in einer explosionsfähigen Umgebung kommen.

3 Elektrischer Strom



Die gerichtete Bewegung elektrischer Ladungsträger (z.B. von Elektronen oder Ionen) in einem Stoff oder im Vakuum nennt man **elektrischen Strom**. Elektrischer Strom ist nur an seinen Wirkungen (Lichtwirkung, Wärmewirkung, magnetische Wirkung, chemische Wirkung) erkennbar.

Elektrischer Strom fließt nur in einem **geschlossenen Stromkreis**. Ein solcher einfacher Stromkreis besteht mindestens aus einer elektrischen Quelle und einem elektrischen Gerät oder Bauelement, die durch elektrische Leitungen miteinander verbunden sind.

Die Spannung ist die Ursache des Stromes

In einer Spannungsquelle wurden Ladungen getrennt. Wird an diese Spannungsquelle ein Verbraucher angeschlossen, so fließen durch diese Elektronen vom Minus- zum Pluspol im Bestreben die Ladungstrennung rückgängig zu machen.

Die Einheit für den elektrischen Strom ist **Ampere – A**

Der elektrische Strom kann auch errechnet werden: $I=U/R$

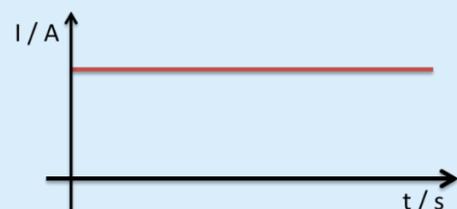
3.1 Stromarten

3.1.1 Gleichstrom DC (Direct Current)



Beim Gleichstrom fließt der elektrische Strom immer vom Minus- zum Pluspol. Der Wert ändert dabei nicht, er kann sowohl positiv als auch negativ sein.

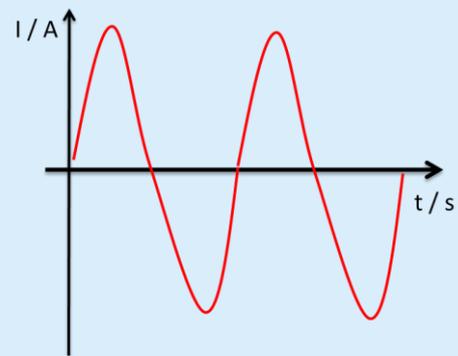
Beispiele: Akku, Batterie, Solarzelle



3.1.2 Wechselstrom AC (Alternating Current)



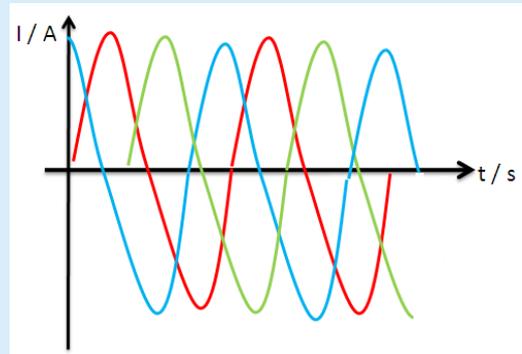
Beim Wechselstrom ändert die Fließrichtung des elektrischen Stromes periodisch (meist sinusförmig). Die Zeitdauer eines Wechsels wird Periodendauer genannt. Die Häufigkeit der Wechsel pro Sekunde wird in Hertz (Hz) angegeben. Standard 50 Hz, so sind damit 50 Wiederholungen pro Sekunde gemeint.



3.1.3 Drehstrom



Beim Drehstrom (auch Dreiphasenwechselstrom genannt) handelt es sich um drei miteinander verkettete Wechselströme.



4 Elektrischer Widerstand: Ohm'sches Gesetz



Der elektrische Widerstand ist der Widerstand, welcher den Elektronen beim Bewegen durch einen elektrischen Leiter entgegengesetzt wird. Fließt ein zu großer Strom, also zu viele Elektronen pro Sekunde durch einen Leiter, so kann die Erwärmung des Leiters zum Kabelbrand führen.

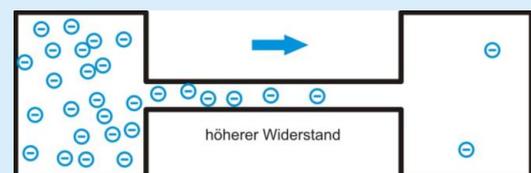
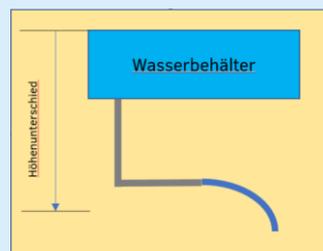
Der elektrische Widerstand ist umso größer je dünner und länger ein Leiter ist.

Elektrischer Strom braucht nicht immer einen Leiter, er kann sich auch durch die Luft übertragen. Dieses Phänomen wird meistens mit einem „Lichtbogen“ begleitet.

Die Einheit für den elektrischen Widerstand ist **Ohm - Ω**

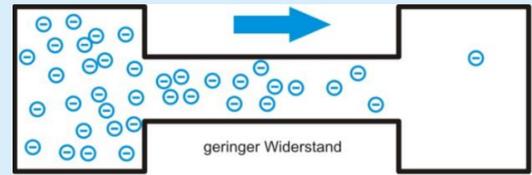
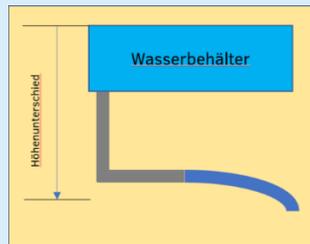
Der elektrische Widerstand kann auch errechnet werden: $R=U/I$

Erklärung I mit Hilfe des Wassermodells: **Je größer der Widerstand R** (kleiner Rohrdurchmesser) **desto kleiner wird der Strom I** bei gleicher Spannung U .





Erklärung II mit Hilfe des Wassermodells: **Je geringer der Widerstand R** (größerer Rohrdurchmesser) **desto größer wird der Strom I** bei gleicher Spannung U.



5 Elektrische Leistung



Jeder elektrische Verbraucher (Fernseher, Waschmaschine, PC.) hat eine elektrische Leistung P, angegeben in Watt. Die elektrische Leistung ist abhängig von der elektrischen Spannung und vom elektrischen Strom.

Die Einheit für die elektrische Leistung ist **Watt – W**

Die elektrische Leistung kann auch errechnet werden: $P=U \cdot I$

6 Leiter, Halbleiter, Nichtleiter



In untenstehender Tabelle finden sie ein paar Beispiele für die Leiterarten.

Leiter		Halbleiter	Nichtleiter
Silber	Metalle	Germanium	Porzellan
Kupfer		Silizium	Glas
Aluminium		Selen	Kunststoffe
Eisen			

6.1 Elektrische Leiter

Legt man eine elektrische Spannung an den Leiter an, so fließt ein Elektronenstrom vom Minuspol zum Pluspol.

Für die Verbindung vom Minuspol zum Pluspol (über den Verbraucher) werden meist Metalle verwendet, da Metalle gute elektrische Leiter sind.

6.2 Halbleiter

Je nach äußeren Einflüssen leiten die Halbleiter keinen Strom. Durch Druck, Temperatur, Licht, Magnetismus usw. werden sie stromdurchlässig. Man spricht von einer Diode.

Wird er mit einer Steuerspannung angesteuert und ändert proportional zur anliegenden Spannung den Durchgang spricht man von einem Transistor (Verstärker).

Halbleiterstoffe sind zum Beispiel Silizium, Germanium und Selen.

6.3 Nichtleiter

Zu den Nichtleitern (Isolatoren) zählen feste Stoffe, wie Kunststoff, Gummi, Glas, Porzellan, Papier, Flüssigkeiten, wie reines Wasser (H_2O), Öle und Fette, aber auch Vakuum und Gase unter bestimmten Bedingungen.

Üblicherweise verwendet man Isolatoren oder Isolierstoffe um elektrische Leiter voneinander elektrisch zu trennen (isolieren).

6.4 Leitfähige Stoffe mit speziellen Eigenschaften

6.4.1 Wasser

Destilliertes Wasser hat eine geringe elektrische Leitfähigkeit. Die elektrische Leitfähigkeit vom Meerwasser ist deutlich besser. Die bessere elektrische Leitfähigkeit nimmt vom destillierten Wasser über das Süßwasser bis hin zum Meerwasser zu.

Obwohl der Salzgehalt im herkömmlichen Trinkwasser im Vergleich zum Meerwasser gering ist, ist das herkömmliche Trinkwasser leitfähig genug, um beim Löscheinsatz die Feuerwehrangehörigen der Gefahr eines Stromschlags auszusetzen.

6.4.2 Holz

Holz ist kein elektrischer Leiter, wird Holz aber erwärmt, verbrennt und wird zu Kohle, wird es zum elektrischen Leiter. Leitfähig ist der hierbei entstandene Kohlenstoff.

Wird Holz durchnässt wird es auch zum elektrischen Leiter.



6.5 Beispiele



 Eisennagel <input checked="" type="checkbox"/>	 Papier <input type="checkbox"/>	 Stein <input type="checkbox"/>	 Glas <input type="checkbox"/>
 Holz <input type="checkbox"/>	 Wasser <input checked="" type="checkbox"/>	 Kohle <input checked="" type="checkbox"/>	 Schere <input checked="" type="checkbox"/>
 Bleistift <input checked="" type="checkbox"/>	 Radiergummi <input type="checkbox"/>	 Plastikente <input type="checkbox"/>	 Porzellantasse <input type="checkbox"/>
 Metallschraube <input checked="" type="checkbox"/>	 Alufolie <input checked="" type="checkbox"/>	 Stahldraht <input checked="" type="checkbox"/>	 Büroklammer <input checked="" type="checkbox"/>

7 Gefahren für den Menschen



Niederspannung ≤ 1000V
(z.B.: Hausinstallation)

Hochspannung > 1000V
(z.B.: Trafostationen Freileitungen)

→ Gefahr durch Berührung

→ Gefahr bereits bei Annäherung



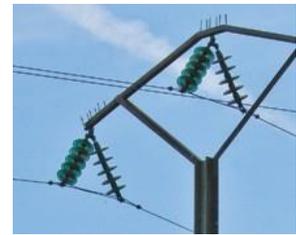
Umspannstation
220.000V - 65.000V



Tragmast 16 Isolatoren
220.000V



Umspannstation
65.000V - 20.000V



Umspannstation
65.000V - 20.000V



Umspannstation
20.000V - 400V Typ
«Mast»



Umspannstation
20.000V - 400V Typ
« Mauerwerk »



Verteilerschrank
Niederspannung



Niederspannungsmast
230/400V

7.1 Mindestabstände



Niederspannung ≤ 1000V

Hochspannung > 1000V

Sprühstrahl

1m

5m

Vollstrahl

5m

10m

BC-Pulver, CO₂ Löscher

1m

5m

ABC-Pulver

1m

Einsatz nur in
Niederspannungsanlagen

Schaum

Einsatz nur in spannungsfreien Anlagen



Bei Strahlrohrdrücken über 5bar (CM) respektive 7bar (HSR) ist ein zusätzlicher Abstand von 2 Metern hinzuzurechnen.

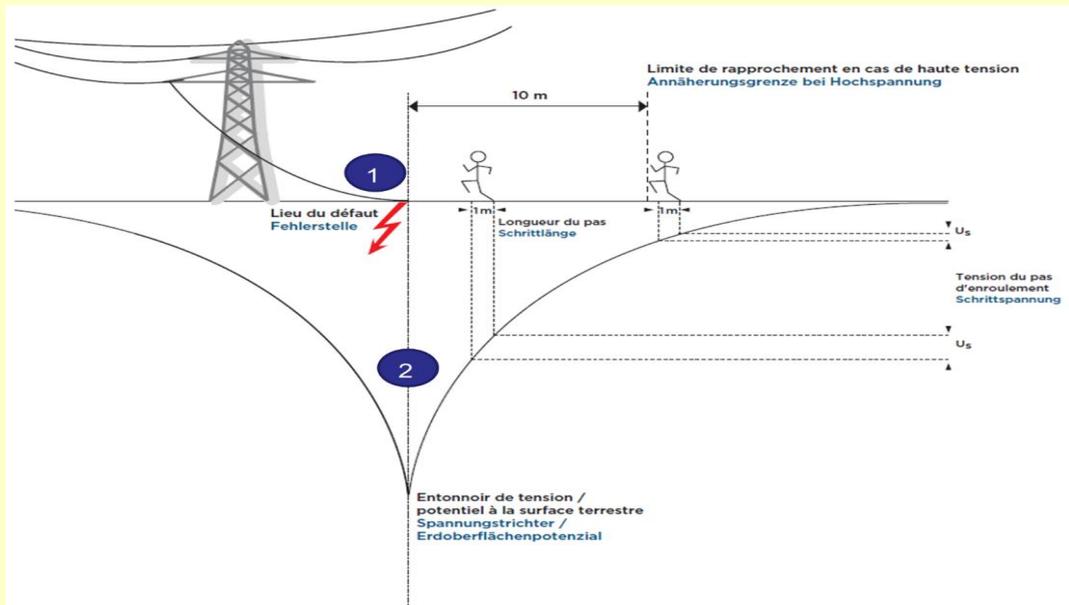
Bei unbekannter Spannung ist jeweils der höchste Abstand aus der vorherigen Tabelle einzuhalten.

Die maximale Spannung in Luxemburg ist 220.000V: also 12m Abstand

7.2 Schrittspannung



Ob beim Blitzeinschlag oder bei einer herabfallenden Freileitung, bildet sich ein sogenannter Spannungstrichter (2 in der nebenstehenden Abbildung). In der nebenstehenden Abbildung ist der Blitzeinschlag oder die herabfallende Freileitung als Fehlerstelle (1 in der nebenstehenden Abbildung) dargestellt. Die Spannung nimmt von der Fehlerstelle aus, ab.



Bedingt durch die Gefahr der Schrittspannung ist ein Abstand von minimal 10 Metern zu herabgefallenen oder herabfallen zu drohenden Leitungen einzuhalten.

7.3 Wirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen



Im menschlichen Körper wird Elektrizität benötigt um Sinneseindrücke an das Gehirn zu melden und Steuersignale an die Nerven zu geben. In den Nerven treten Spannungsimpulse von 10 bis 50 μ V und in den Muskeln zwischen 0,5mV bis 1mV auf. Werden zusätzliche Spannungen von außen angelegt, so können sich die Muskeln eventuell nicht mehr entspannen \rightarrow es kommt zum Muskelkrampf. Die folgende Tabelle zeigt die Wirkung des Stromes auf den Menschen:

mA

Wirkung

0 - 0,6	Nicht oder kaum bemerkbar
0,6 – 6	Muskelkontraktion → Loslassen möglich
6 – 15	Schmerzen → Erschwertes Loslassen
15 - 25	Wirkung auf Atmung und Kreislauf → Loslassen sehr schwierig
25 – 50	Grenze der Erträglichkeit → Loslassen unmöglich
50 – 80	Lebensgefahr → Herzkammerflimmern
80 – 800	Meist tödlich
800 – 2000	Thermische Zersetzung
>2000	Verbrennungen

Gefahren des elektrischen Stromes Körperwiderstand

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

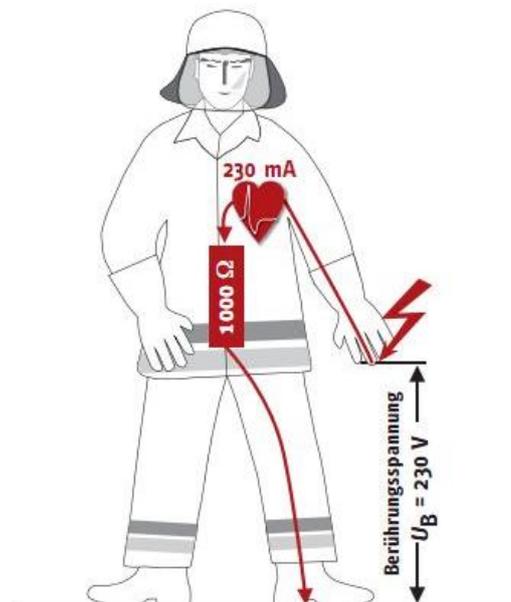
Bei einer Spannung U von **230 Volt** beträgt der Strom I durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

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

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

➔ **Lebensgefahr!**



8 FI-Schutzschalter



Fließen irgendwo zwischen Anfang und Ende eines Stromkreises Elektronen Richtung Erde, so ist ein Fehler („Elektronenleck“) aufgetreten. Dieses Leck wird vom FI-Schutzschalter bemerkt. Ab einem Fehlerstrom (Leck) von meist 30mA, wird der Stromkreis innerhalb von 0,2s vom FI-Schutzschalter unterbrochen. Der Abschaltstrom des FI-Schutzschalters, von 30mA, liegt deutlich unter dem Strom, der für den Menschen tödlich enden kann. Heute müssen alle Steckdosenstromkreise in Häusern und Wohnungen mit Fehlerstromschutzschaltern, kurz FI Schaltern, abgesichert werden.



FI 3Phasen



FI 1 Phase



FI Sicherung



Personenschutzleitung

9 Leistungsschutzschalter



Wie schon erwähnt, sorgen die Leitungsschutzschalter (kurz: LS-Schalter / umgangssprachlich: Sicherungen) dafür den Stromkreis zu unterbrechen, wenn der fließende Strom den unzulässig hohen Wert überschreitet. z.B.: Kurzschluss oder zu hohe Verbraucherleistung. Ziel dieser Abschaltung ist es, das Erhitzen von Leitungen zu verhindern und somit Bränden vorzubeugen.

Die Leitungsschutzschalter sind so dimensioniert, dass sie beim 5-fachen Nennstrom innerhalb von 0,2 Sekunden auslösen.



Beispiel: B16A-Leitungsschutzschalter

Nennstrom = 16A → bei einem Strom von 80A löst der Leitungsschutzschalter innerhalb von 0,2 Sekunden aus.

Von B- über C- bis hin zu D-Leitungsschutzschaltern wird der Auslösestrom bei gleichbleibender Zeit vergrößert; man sagt: der Leitungsschutzschalter wird Träger.

10 Stecker und Kupplungen



Elektrische Betriebsmittel unterliegen einer IP-Schutzart. Diese unterteilt die Bauteile mit einer definierten Kennzeichnung in Schutzgrade zum Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz ein.

Die Kennzeichnung besteht aus den Buchstaben IP gefolgt von 2 Ziffern.

- Die erste Ziffer steht für Berührungs- und Fremdkörperschutz
- Die zweite Ziffer für Wasserschutz

10.1 IP-Schutzarten

i	Schutzart	Fremdkörper	Berührung	Wasserschutz
	0	Kein Schutz	Kein Schutz	Kein Schutz
	1	Durchmesser ≥ 50 mm	Handrücken	Tropfwasser
	2	Durchmesser $\geq 12,5$ mm	Finger	Fallendes Tropfwasser
	3	Durchmesser $\geq 2,5$ mm	Werkzeug	Fallendes Sprühwasser
	4	Durchmesser $\geq 1,5$ mm	Draht	Allseitiges Sprühwasser
	5	Staub in kleinen Mengen	vollständig	Strahlwasser (Düse)
	6	staubdicht	vollständig	Starkes Strahlwasser
	7			Zeitweiliges Untertauchen
	8			Dauerndes Untertauchen
	9			Hochdruck, Dampfstrahl

10.2 Verschiedene Stecker und Kupplungen

i




Schuko Stecker und Steckdose
16A 230V

Stecker und Steckdose 16A 230V IP67

i




CEE Stecker 16A 32A 63A
400V 5-polig IP67

CEE Stecker und Kupplung 16A 400V 5-polig IP67

11 Umgang mit Stromerzeugern

11.1 Einsatzhinweise



- Den Stromerzeuger möglichst waagrecht (Schräglage maximal 15°) aufstellen und gegen Verrutschen sichern.
- Beim Betreiben in Räumen gut belüften und die Abgase über einen Abgasschlauch ins Freie leiten.
- Der Motor benötigt etwa eine Minute Warmlaufzeit.
- Verbraucher z.B. Flutlichtstrahler, erst nach dem Starten und Warmlauf des Motors anschließen und mittels Leitungsschutzschalter einschalten.
- Die vom Hersteller angegebene maximal mögliche Laufzeit für eine Tankfüllung ist zu beachten.

11.2 Sicherheitshinweise



- Der Anschluss zur Einspeisung in bestehende Netze z.B. Hausanschlüsse, darf nur durch eine Elektrofachkraft und nach vorheriger Genehmigung durch das Energieversorgungsunternehmen erfolgen.
- Das Betreiben eines Stromerzeugers in ungelüfteten Räumen ist verboten.
- Das Betanken des Generators bei laufendem Motor ist untersagt.

11.3 Außerbetriebnahme



- Angeschlossene Geräte ausschalten oder Stecker am Stromerzeuger herausziehen; Motor noch kurze Zeit weiterlaufen lassen (dient zur Abkühlung des Generators).
- Bei einem Zweitakt-Ottomotor mit Gemischschmierung soll der Vergaser durch Schließen des Kraftstoffabsperrhahns leer gefahren werden, da sich das Gemischöl bei längerer Stillstandzeit des Generators im Vergaser absetzen kann.
- Eine Sichtkontrolle ist bei allen eingesetzten Geräten durchzuführen.

11.4 Maximale Leitungslänge



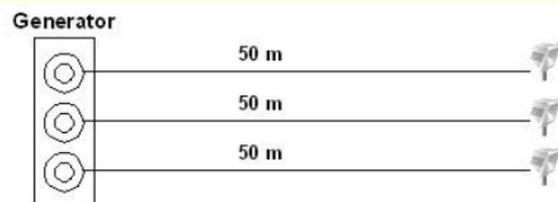
Die maximal einzuhaltende Leitungslänge darf 100 Meter (bei einem Leiterquerschnitt von 2,5mm²) nicht überschreiten!

Die maximale Leitungslänge von 100 Metern kann:

1. zwischen einem Verbraucher und dem Stromerzeuger installiert werden oder
2. zwischen zwei Verbrauchern untereinander (also von Verbraucher 1 über das Stromaggregat zum Verbraucher 2 installiert werden).

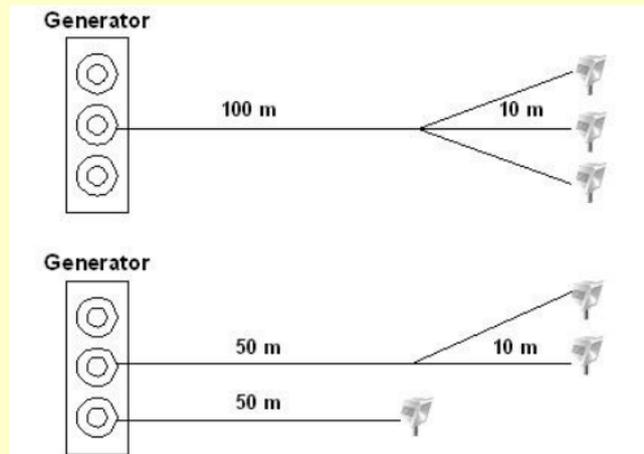
Zulässig:

Zwischen zwei Verbrauchern liegen nicht mehr als 100m Leitungslänge



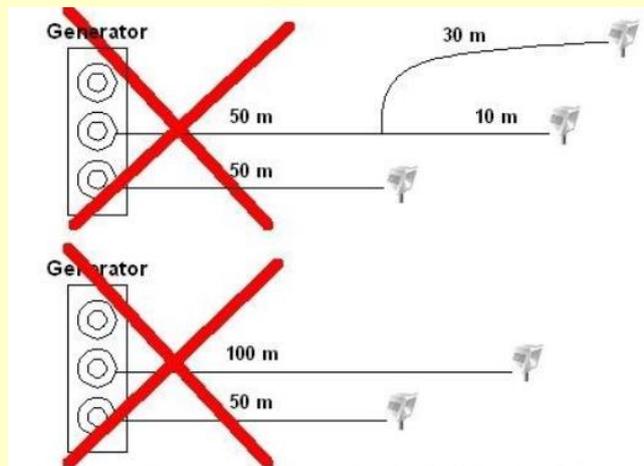
Zulässig:

Zwischen Stromerzeuger und Verbraucher liegen 100m Leitungslänge.
Die Geräteanschlussleitungen von 10m können vernachlässigt werden.



UNZULÄSSIG!!!

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



!!!Den Stromerzeuger darf man nicht ERDEN!!!

11.5 Stromerzeugermodelle



Stromaggregat 6,5kVA 1x 400V 16A & 3x 230V 16A

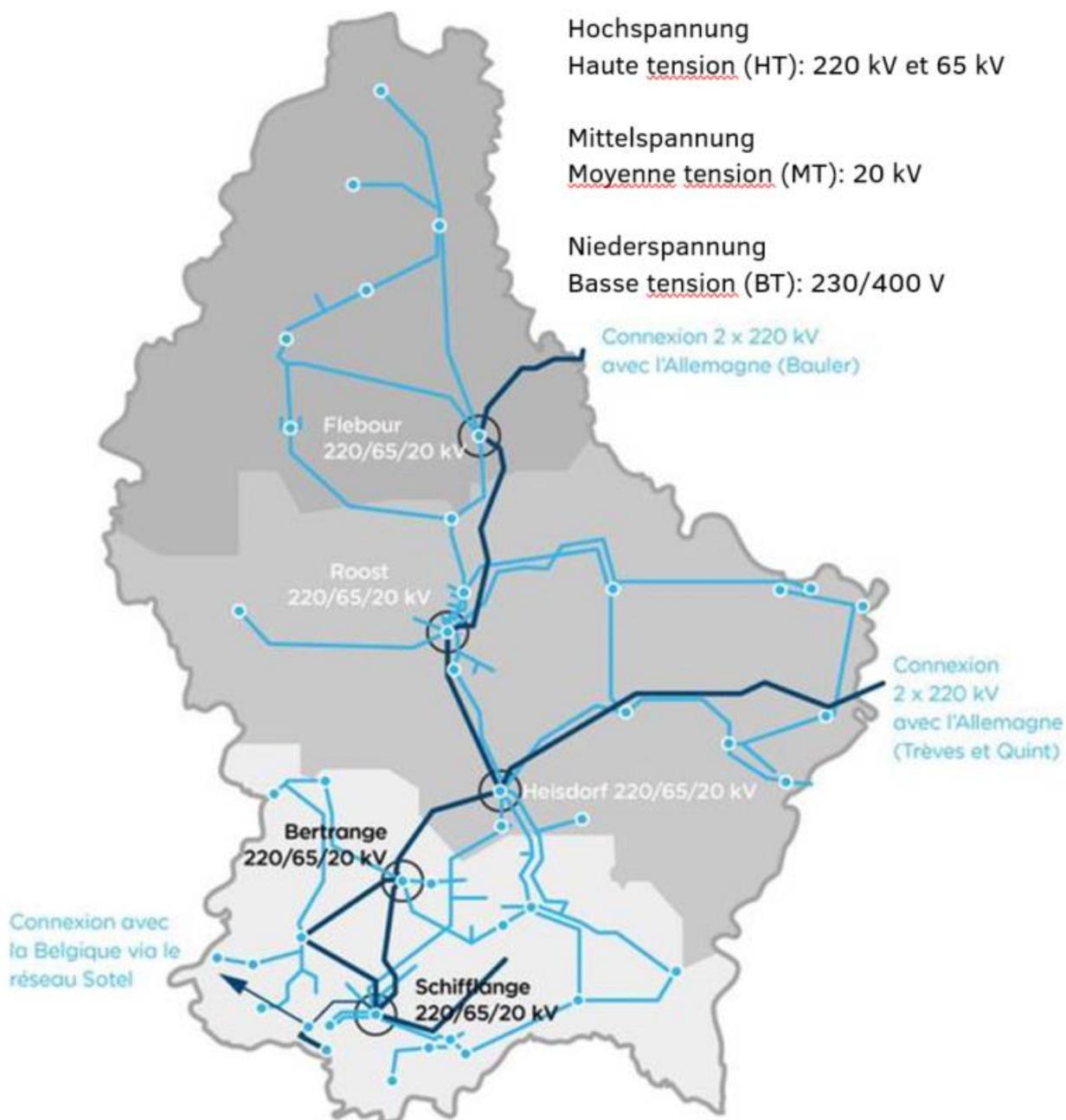


Stromaggregat:
14 kVA
2x 400V 16A
3x 230V 16A



Stromaggregat:
9,5kVA
2x400V 16A
3x230V 16A

12 Stromnetz in Luxemburg



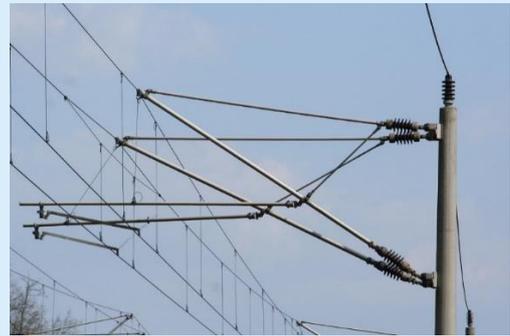
12.1 Ratschläge im Falle eines Unfalls (nach Creos)



- Untersagen Sie jeden Zutritt zum Unfallort um einen zusätzlichen Unfall zu vermeiden (Sicherheitsabstand von mindestens 10 Metern).
- Berühren Sie nie eine verletzte Person, wenn diese noch in Kontakt mit der Stromleitung ist; Sie könnten selbst einen Stromschlag erleiden.
- Berühren Sie keine Kabel, auch wenn diese zu Boden gefallen sind.

Die Rettungsdienste kennen nur Niederspannung (bis 1000V) und Hochspannung (über 1000V)

13 Oberleitungen und Elektrizität bei Schienenfahrzeugen



Dangers et risques ferroviaires

Electricité

CTF2

Protéger



Gardez vos distances

- Ne vous approchez pas et ne touchez jamais aux fils caténaires, même tombés par terre, ni du point de contact avec le sol (attention à la tension de pas).
- Ne touchez pas à des éléments qui peuvent être mis indirectement sous tension électrique.
- Empêchez d'autres personnes de s'approcher du point dangereux.

Dangers et risques ferroviaires

CTF2

Alerter



Exemple:
P.K. 11,600
km

Point Kilométrique
P.K.

Exemple:
P.K. 11,214
km



PN: Passage à Niveau

14 Ladestationen im öffentlichen Verkehrsraum

14.1 Ladestationen für PKW



Im öffentlichen Verkehrsraum werden in Luxemburg die E-Fahrzeuge über Ladestationen aufgeladen.

Chargy: Leistung zwischen 7,4kW und 22kW. Wechselspannung 400V

Tesla: Leistung zwischen 50kW und 350kW. Gleichspannung 480V und 920 V

	lente		accélérée		Rapide		
Puissance (kW)	3,7	7,4	11,3	22	50	145	350
Courant		AC		AC	DC		
Prise	Schuko	Typ 2		Typ 2		Tesla	CCS
Voltage	220	400	400	400		480	920



CHARGY



14.2 Schnellladestationen für Busse



Schnellladestationen dienen dazu, E-Busse während des Betriebes zwischenzuladen.

Die Busse verbinden sich mittels Pantografen mit der Ladestation.

Die Ladedauer beträgt 3-6 Minuten.

Die Ladespannung beträgt je nach System zwischen 460V bis 800V Gleichspannung.

Die Stromstärke kann bis zu 900A erreichen.

Die Systemleistung beträgt je nach Ladestation zwischen 350kVA und 450kVA.

Sind die Busse nicht in Betrieb werden sie in ihren Garagen normal voll aufgeladen.



15 Sicherheitsregeln



Im Umgang an elektrischen Einrichtungen sind immer folgende fünf Sicherheitsregeln in der angegebenen Reihenfolge einzuhalten.

5 Sicherheitsregeln:



Regel 1: Freischalten

Alle spannungsführenden Leitungen sind freizuschalten. Ein Freischalten ist mit Ausnahme von Wohnhäusern, kleineren Betrieben und Büros oft nicht möglich. In diesen Fällen muss, ehe die Löscharbeiten beginnen, die schriftliche, die fernmündliche oder mündliche Bestätigung über die Freischaltung abgewartet werden.

Regel 2: Gegen Wiedereinschalten sichern

Wird erreicht durch das Entfernen einer Sicherung, das Abschließen des Schaltschranks, das Anbringung einer Beschilderung und die Überwachung durch einen Sicherungsposten.

Regel 3: Spannungsfreiheit feststellen

Die Spannungsfreiheit muss direkt an der Arbeits- (bzw. Brandstelle) mittels Spannungsprüfer festgestellt werden. Im Zweifelsfall wird immer die komplette Anlage abgeschaltet.

Regel 4: Erden und Kurzschließen

Die Maßnahme Erden und Kurzschließen kommt hauptsächlich in Anlagen der Bahn und innerhalb von Kraftwerken bzw. in Freileitungen vor und wird nur durch Fachpersonal (Netzbetreiber) getätigt.

Regel 5: Benachbarte unter Spannung stehende Anlagenteile abdecken oder abschränken

Anlagenteile die für die Funktion der Wasserversorgung, Feuerwehraufzüge oder Sprinkleranlage dienen, sollten nicht abgeschaltet werden. Diese Anlagenteile können abgeschränkt werden.

Nach Beendigung der Arbeiten sind die 5 Sicherheitsregeln in umgekehrter Reihenfolge aufzuheben.

16 Quellennachweis

- Heliox
- Chargy
- Creos
- CFL
- Wikipedia
- Tabellenbuch Elektrotechnik