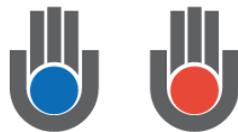


# Vorbereitung auf die elektrische Befähigung für den Hochspannungsbereich

Centres de Compétences Génie Technique du Bâtiment  
et Parachèvement

03/2023



CENTRES DE COMPÉTENCES  
Génie Technique Parachèvement

# Table des matières

<b>Objectifs</b>	<b>5</b>
<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>I - Theoretischer Teil</b>	<b>7</b>
1. Die elektrische Befähigung.....	7
1.1. Einführung.....	7
1.2. Arbeiten an elektrischen Anlagen und Geräten .....	7
2. Die elektrotechnischen Vorschriften.....	10
2.1. Allgemeines .....	10
2.2. Regelungen.....	11
2.3. Normalisierung.....	11
3. Die Präventionsorganismen .....	13
3.1. Einführung.....	13
3.2. Der Unfallversicherungsverband (Association d'Assurance Accidents, AAA) .....	13
3.3. Die Arbeitsmedizin .....	15
3.4. Die Gewerbeaufsicht (Inspection du Travail et des Mines, ITM).....	15
3.5. Die Polizei .....	16
3.6. Die Steuer- und Zollbehörden (Administration des Douanes et des Accises) .....	16
3.7. Der Arbeitgeber .....	17
3.8. Der Arbeitnehmer.....	17
4. Die Vorbeugeempfehlungen des Unfallversicherungsverbandes .....	18
4.1. Einführung.....	18
4.2. Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen und Materialien .....	19
4.3. Verantwortung des Arbeitgebers.....	19
4.4. Verantwortung des Arbeitnehmers .....	20
4.5. Grundsatz bei fehlenden elektrotechnischen Regeln.....	20
5. Die PSA und KSA .....	21
5.1. PSA: Definition.....	21
5.2. Rolle und Verantwortung des Arbeitgebers .....	21
5.3. Vorstellung der PSA.....	22
5.4. KSA: Definition.....	26
5.5. Die Werkzeuge .....	31
5.6. Die Sicherheitsvorkehrungen .....	32
6. Prinzipien und Regeln zum Schutz .....	33
6.1. Der direkte Kontakt .....	34
6.2. Indirekter Kontakt .....	36
6.3. Die verschiedenen Klassen von Materialien.....	37
7. Elektriker und Personen mit elektrotechnischer Ausbildung.....	38
7.1. Der qualifizierte Elektriker .....	38
7.2. Die elektrotechnisch unterwiesene Person .....	39
7.3. Der Nichtprofi .....	39

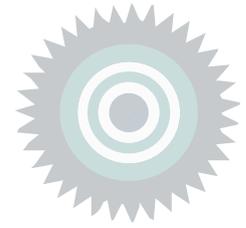
8. Elektrischer Strom mit Niederspannung .....	40
8.1. Elektrischer Strom mit Niederspannung.....	40
9. Elektrischer Hochspannungsstrom.....	42
9.1. Definition .....	42
9.2. Hochspannung in Luxemburg - Das Stromübertragungsnetz der Creos Luxembourg S.A.....	42
9.3. Die Weiterleitung an den Verbraucher .....	43
9.4. Verarbeitung und Verteilung.....	43
10. Analyse von Risiken .....	43
10.1. Definition eines Unfalls .....	43
10.2. Vorbeugung .....	45
11. Elektrisch bedingte Unfälle und ihre Folgen .....	45
11.1. Die Statistiken zu Unfällen durch Strom .....	46
11.2. Der Lichtbogen .....	46
11.3. Intensität des Stroms, der durch den menschlichen Körper fließt.....	47
11.4. Elektrisierung - Stromschlag .....	48
11.5. Die Auswirkungen von elektrischem Strom auf den menschlichen Körper .....	49
11.6. Der Ort und die Art der Schädigung durch elektrischen Strom .....	51
11.7. Die Folgen eines Unfalls .....	52
11.8. Die Kosten von Unfällen.....	53
12. Verhaltensweisen bei Stromunfällen.....	54
12.1. Verhalten bei einem Unfall .....	54
12.2. Unfall mit Niederspannung.....	56
12.3. Verhalten im Brandfall .....	58
13. Die Kontrolle und Wartung der Installationen.....	60
13.1. Das Verfahren .....	60
14. Die Funktionen von elektrischen Geräten .....	62
14.1. Der Sicherheitsschalter .....	62
14.2. Das Schutz- oder Leistungsrelais.....	62
14.3. Die Sammelschienenverbindung .....	62
14.4. Der Leistungsschalter.....	63
14.5. Der Trenner.....	63
14.6. Die Notabschaltung.....	63
14.7. Die Symbole im Stromlaufplan.....	64
15. Die Bedeutung des Wetters bei Elektroarbeiten im Freien.....	64
15.1. Die Hitze.....	64
15.2. Der Niederschlag .....	64
15.3. Der Nebel .....	65
15.4. Die Stürme .....	66
15.5. Die Winde.....	66
16. Der Bauleiter .....	67
16.1. Die Aufgaben des Bauleiters .....	67
17. Arbeiten in der Nähe von aktiven Teilen.....	68
17.1. Nachbarschaftszonen und Zonen unter Spannung.....	68
17.2. Arbeiten in der Nähe von aktiven Teilen .....	68



18. Spannungslose Schaltung und elektrische Arbeiten .....	70
18.1. Einrichten einer spannungslosen Schaltung .....	70
18.2. Wiederherstellung der Spannung.....	73
19. Die Intervention und die Fehlerbehebung .....	73
19.1. Risikoanalyse vor einer Intervention.....	73
19.2. Durchführung einer Intervention .....	74
20. Anschlusschema .....	75
20.1. Einige Beispiele .....	75
21. Das Erdungssystem.....	79
21.1. Bedeutung der Erdung.....	79
21.2. Schemata für die Erdung .....	79
21.3. Erdungsnetzwerk .....	80
22. Arbeit in der Nähe von aktiven Teilen .....	82
22.1. Sicherheitsabstand zu unter Spannung stehenden Freileitungen.....	82
23. Schäden an der Hochspannung.....	83
23.1. Fehler in unterirdischen Hochspannungsnetzen.....	83
23.2. Vergleich Freileitung und Erdkabel .....	84
24. Hochspannungsanlagen.....	85
24.1. SF6-Gastrennschalter.....	85
24.2. Sicherungen .....	85
24.3. Temperatursensor.....	86
24.4. Hochspannungs-Leistungsschalter.....	88
25. Spezielle elektrische Anlagen für Hochspannung.....	91
25.1. Hochspannungsverteilung .....	91
25.2. Der elektrische Schaltplan.....	92
25.3. Die verschiedenen Arten von Hochspannungsanlagen.....	94
26. Die Verriegelung in der Hochspannung .....	96
26.1. Prinzip der Verriegelung .....	96
26.2. Das Arbeitsblatt für den Schaltbefehl .....	99
27. Die Feststellung des spannungsfreien Zustands und elektrische Arbeiten an einem Hochspannungsstrom.....	100
27.1. Erinnerung an die Grundregeln .....	100
28. Der Transformator .....	103
28.1. Das Ausschalten eines Transformators .....	103
28.2. Das Wiedereinschalten eines Transformators .....	107
29. Die Transformationsstationen.....	111
29.1. Einige Beispiele .....	111
30. Die spezifische Sicherheitsausrüstung für eine Hochspannungsstation .....	112
30.1. Sicherheitsmaterial.....	112
30.2. Material für die Durchführung des spannungsfreien Zustands / der Konsignation.....	113
<b>II - Praktischer Teil</b>	<b>114</b>
<b>Conclusion</b>	<b>115</b>

# Objectifs

---



Nach Abschluss der Ausbildung zur Vorbereitung auf die Erteilung einer elektrischen Berechtigung müssen erfahrene oder qualifizierte Personen :

1. die Gefahren der Elektrizität kennen und in der Lage sein, das elektrische Risiko zu erkennen und zu analysieren;
2. die Vorschriften und Verfahren zur Vermeidung elektrischer Risiken kennen und sie anwenden können;
3. in der Lage sein, die geeigneten Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung elektrischer Risiken in den betroffenen elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln oder in deren Umgebung umzusetzen;
4. wissen, wie sie die Prävention in die Arbeitsvorbereitung der mit der Arbeit betrauten Personen integrieren können ;
5. über das Verhalten im Falle eines Unfalls oder Brandes durch Elektrizität informiert sein.



# Introduction

---



Mit der elektrotechnischen Befähigung bestätigt der Arbeitgeber, dass eine elektrotechnisch unterwiesene Person oder eine qualifizierte Elektrofachkraft in der Lage ist, festgelegte Tätigkeiten sicher auszuführen. Die elektrotechnische Befähigung ist unabhängig von der beruflichen Qualifikation des Arbeitnehmers. Der Arbeitgeber wird dadurch jedoch nicht von seiner Verantwortung entbunden, die Bestimmungen des Arbeitsgesetzes zum Schutz der Arbeitnehmer einzuhalten. Die Ermächtigung wird vom Arbeitgeber in Form einer Bescheinigung ausgestellt, die vom Arbeitgeber und vom Arbeitnehmer unterzeichnet wird.

Die Ermächtigung berechtigt den Inhaber nicht dazu, die Aufgaben, für die er ermächtigt ist, allein auszuführen. Er muss von seinem Arbeitgeber ausdrücklich dazu ermächtigt werden.

# Theoretischer Teil

---



## 1. Die elektrische Befähigung

### 1.1. Einführung

Die elektrotechnische Befähigung ist erforderlich für :

- elektrotechnisch unterwiesene Personen, die mit der Durchführung oder Beaufsichtigung festgelegter Tätigkeiten beauftragt sind.
- elektrotechnisch unterwiesene Personen, die mit der Beaufsichtigung nichtelektrischer Arbeiten in Zonen, Räumen oder an Stellen mit spezifischem elektrischem Risiko beauftragt sind, wenn die Schutzabstände reduziert werden.

Durch die elektrotechnische Befähigung bestätigt der Arbeitgeber, dass eine elektrotechnisch unterwiesene Person in der Lage ist, festgelegte Tätigkeiten sicher auszuführen. Die elektrotechnische Befähigung ist unabhängig von der beruflichen Qualifikation des Arbeitnehmers. Der Arbeitgeber wird dadurch nicht von seiner Verantwortung entbunden, die Bestimmungen des Arbeitsgesetzes zum Schutz der Arbeitnehmer einzuhalten. Die Habilitation wird vom Arbeitgeber in Form einer vom Arbeitnehmer und ihm unterzeichneten Bescheinigung ausgestellt.

Die Ermächtigung berechtigt den Inhaber nicht, die Aufgaben, für die er ermächtigt ist, allein auszuführen. Er muss von seinem Arbeitgeber ausdrücklich dazu bevollmächtigt werden.

Nach Abschluss der vorbereitenden Ausbildung zur Erlangung der elektrotechnischen Berechtigung müssen elektrotechnisch unterwiesene Personen folgende Punkte kennen und beherrschen:

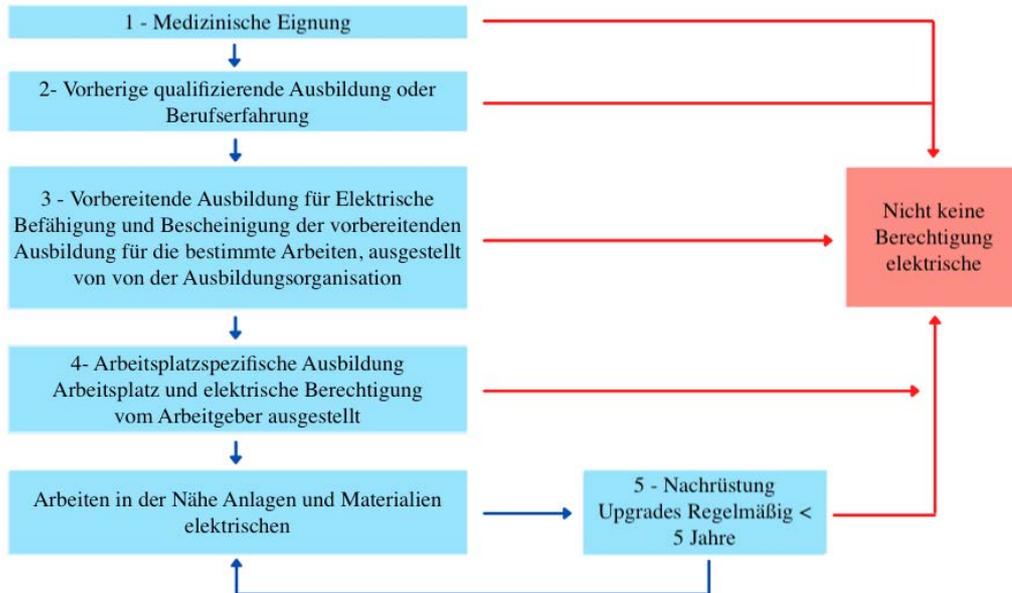
- die Gefahren des elektrischen Stroms kennen ;
- elektrische Gefahren erkennen und analysieren können ;
- die Vorschriften und Vorsichtsmaßnahmen kennen ;
- Vorschriften und Vorsichtsmaßnahmen anwenden können ;
- in der Lage sein, geeignete Schutzmaßnahmen anzuwenden;
- Schutzmaßnahmen in die Arbeitsvorbereitungen einbeziehen können ;
- über das richtige Verhalten bei Unfällen oder Bränden, die durch elektrischen Strom verursacht werden, informiert sein.

### 1.2. Arbeiten an elektrischen Anlagen und Geräten

Gemäß dem Arbeitsgesetz müssen Arbeitnehmer an Risikoarbeitsplätzen über eine angemessene Ausbildung verfügen, die durch eine regelmäßige Aktualisierung der Kenntnisse ergänzt und durch eine Auffrischung der Kenntnisse in Bezug auf Sicherheit und Gesundheit vervollständigt werden muss.

Es gibt ein fünfstufiges Verfahren, mit dem die Kenntnisse der Arbeitnehmer bewertet und ein sicheres Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen und Geräten gewährleistet werden kann.





Die Ermächtigung muss bei Bedarf, spätestens jedoch nach fünf Jahren, erneuert werden bei :

- Versetzung mit Wechsel des Vorgesetzten ;
- Wechsel des Tätigkeitsbereichs ;
- längerer Arbeitsausfall ;
- Nichtarbeit für eine bestimmte Zeit ;
- Gesundheitsprobleme ;
- tiefgreifende Änderung der Einrichtungen ;
- Änderung der Arbeitsverfahren ;
- nachweisliche Nichteinhaltung der Sicherheitsvorschriften oder Nichteignung.

Entsprechend sind die verschiedenen elektrotechnischen Befähigungen hier aufgelistet :

Art der Arbeit	Spannungsbereich BT		Spannungsbereich HT		
	H/V	T	H/V	T	S
Elektrische Habilitation erfahrene Person	BT - H/V (A)	-	-	-	HT - S
Elektrische Habilitation qualifizierte Person	BT - H/V (Q)	BT - T (Q)	HT - H/V (Q)	HT - T (Q)	HT - S

**SYMBOLS**

Bereich der Spannung	
BT	Niederspannungsbereich
HT	Bereich Hochspannung
Art der Arbeit	
H	Bestimmte Arbeiten an spannungsfreien elektrischen Anlagen oder Betriebsmitteln.
V	Festgelegte Arbeiten in der Nähe von aktiven Teilen
T	Festgelegte Arbeiten an aktiven Teilen (unter Spannung).
S	Beaufsichtigung nicht-elektrischer Arbeiten

Nachdem die verschiedenen möglichen Befähigungen definiert wurden, folgt nun der dritte Schritt in der Tabelle: die Ausstellung einer Bescheinigung durch ein autorisiertes Ausbildungszentrum.

Das Ausbildungsinstitut, das auf die Ermächtigung vorbereitet, stellt dem Teilnehmer nach bestandener Prüfung eine Bescheinigung über seine erfolgreiche Teilnahme am Vorbereitungslehrgang für die elektrotechnische Ermächtigung aus, die folgende Angaben enthält:

- Lehrgang zur Vorbereitung auf die elektrotechnische Berechtigung ;
- Niveau der Berechtigung ;
- Aufzählung der jeweiligen Arbeiten, für die die elektrotechnische Berechtigung gilt ;
- Namen des Ausbilders und der Ausbildungsorganisation ;
- Name der Person, die die Ausbildung absolviert hat ;
- Art der Ausbildung (Grundausbildung oder Auffrischungsbildung) ;
- Ort und Datum der Ausbildung.



Sobald diese Bescheinigung ausgestellt ist, muss der Arbeitgeber den Arbeitnehmer intern schulen (vierter und letzter Schritt) und ihm seine Kenntnisse durch die Ausstellung der Titel der elektrotechnischen Befähigung bestätigen.

Das vom Arbeitgeber ausgehändigte **Titel der elektrotechnischen Befähigung** enthält seinerseits :

- den Namen des Unternehmens ;
- den Namen und Vornamen des Arbeitgebers oder seines Vertreters mit seiner Funktion ;
- den Namen und Vornamen des Inhabers ;
- die medizinische Eignung mit Gültigkeitsdauer ;
- die Qualifikation, erfahrene oder qualifizierte Person ;
- die erworbene(n) Berechtigungsstufe(n) ;
- die Liste der bestimmten Arbeiten, für die die Berechtigung gilt ;
- die einschlägigen Vorschriften, die auf der Grundlage der geltenden elektrotechnischen Normen erstellt wurden, gegebenenfalls ergänzt durch besondere Sicherheitsanweisungen für die ausgeführte Arbeit ;
- zusätzliche Angaben zu etwaigen Genehmigungen oder Einschränkungen ;
- das Datum der Ausstellung der elektrischen Berechtigung ;
- das Enddatum der Gültigkeit der elektrischen Ermächtigung ;
- die Unterschrift des Arbeitgebers oder seines Vertreters mit Angabe seiner Funktion ;
- die Unterschrift des Inhabers.

Anbei ein Standardmuster der Bescheinigung :

**Kopf des Unternehmens**

Ich, der/die Unterzeichnete (Name und Vorname des Arbeitgebers oder seines Vertreters, ggf. der Arbeitgeber oder Auftraggeber eines Subunternehmers) :

\_\_\_\_\_

Bescheinigt, dass (Name und Vorname)

\_\_\_\_\_

I Für den Arbeitsplatz medizinisch geeignet erklärt wurde ( Elektrizität ) durch den Arbeitsmediziner  
(Name, Vorname) : \_\_\_\_\_

eine "elektrische Berechtigung" besitzt, die von der Ausbildungsorganisation/dem Ausbilder (Name)  
ausgestellt wurde  
am (Datum)  
für das Gerät (Angabe der Gerätefamilie und des Gerätetyps)

Wurde auf dem verwendeten spezifischen Gerät begleitet und hat die Anweisungen erhalten, die an  
dem/den Einsatzort(en) von (Name(n)) zu befolgen sind.

Zu Urkund dessen ermächtige ich ihn (Name und Vorname des Fahrers) :

das (die) folgende(n) Gerät(e) zu führen:

\_\_\_\_\_

Geschehen zu \_\_\_\_\_ Am \_\_\_\_\_

Unterschrift des Arbeitgebers oder seines Vertreters,  
ggf. des entleihenden Unternehmens oder des  
Auftraggebers  
des Auftraggebers eines Subunternehmers

## 2. Die elektrotechnischen Vorschriften

### 2.1. Allgemeines

Die Anlagen zur Erzeugung, Verteilung, Übertragung und Umwandlung elektrischer Energie sowie deren Installationen müssen den im Großherzogtum Luxemburg geltenden Normen, Anforderungen und Sicherheitsrichtlinien entsprechen, d. h. :

1. Deutsche Regelungen zu den DIN/VDE-Normen.
2. Europäische CENELEC-Normen, sobald sie erscheinen und die oben genannten DIN / VDE-Anforderungen ersetzen.
3. Ministerialerlasse über die Anforderungen für den Anschluss an die Verteilung elektrischer Niederspannungsenergie im Großherzogtum Luxemburg.

Neue Normen, die von CENELEC (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) erarbeitet und veröffentlicht werden, werden von ILNAS in nationale Normen umgesetzt, die im Großherzogtum Luxemburg gelten. Die Verfügbarkeit der Normen und ihre Bereitstellung werden vom ILNAS (Organisme luxembourgeois de normalisation) sichergestellt. Beispiel: EN 60204-33 - Elektrische Ausrüstung von Maschinen.

Betriebsgenehmigungen werden von der Inspection du Travail et des Mines (ITM) für Gebäude oder Objekte (z. B. einen Aufzug) gemäß dem *Texte coordonné du 13 juin 1979 relatif aux lignes directrices pour la sécurité dans les bâtiments publics (écoles, bâtiments municipaux, ...)* ausgestellt.

## 2.2. Regelungen

### Luxemburgische Normen :

- ITM-CL 7.1 Bezüglich Hochspannungsumspannstationen ;
- ITM-ET 32.10 Bezüglich Arbeitnehmerschutz ;
- ITM-CL 52 Bezüglich Stromerzeugungsaggregate ;
- TAB-BT-HT Technische Anschlussbedingungen: Niederspannungsnetz ;
- Hochspannungsnetz des Großherzogtums Luxemburg Kategorie 1.

### Deutsche Normen:

- VDE 0100 - Regeln für Installationen für Spannungen von 1000 V Wechselstrom ;
- VDE 0101 - Regeln für Anlagen für Spannungen > 1000 V AC ;
- VDE 0108 und/oder VDE - Regeln für Installationen in öffentlichen Räumen ;
- VDE 0100 Teil 718 - Regeln für Starkstromanlagen und Notstromversorgung ;
- DIN 4102 Teil 12 - Regeln zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit von Notstromkabeln.

### Beispiel für andere angewandte Normen :

- VDE 0165 betrifft elektrische Geräte für explosionsgefährdete Bereiche oder explosionsgefährdete Anlagen an gefährlichen Standorten ;
- EN 1838 bezüglich der Notbeleuchtung ;
- VDE 105-100 über den Betrieb elektrischer Anlagen, als Anwendung der europäischen Norm EN 50110 "über den Betrieb elektrischer Anlagen".

## 2.3. Normalisierung



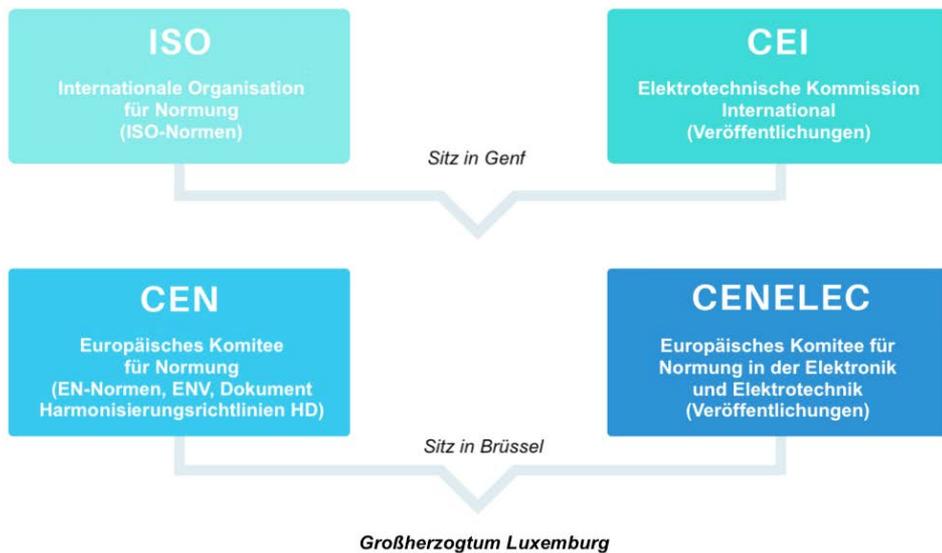
Eine ISO-Norm ist eine Norm, die von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) herausgegeben wird.

ISO-Normen werden als Europäische Normen (EN ISO) übernommen.

ISO-Normen werden auch als DIN ISO umgesetzt und in DIN registriert, wenn sie keine Europäischen Normen sind (DIN EN ISO).

Eine IEC-Norm ist eine Norm, die von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) herausgegeben wird.





Das Europäische Komitee für Normung (CEN) ist eine private, gemeinnützige Organisation, deren Aufgabe es ist, die europäische Wirtschaft im Welthandel zu fördern, das Wohlergehen der Bürger zu sichern und den Umweltschutz zu fördern. Zu diesem Zweck stützt es sich auf eine effiziente Infrastruktur für die Entwicklung, Verwaltung und Verbreitung von europaweit einheitlichen Normen und Spezifikationen, die für alle interessierten Parteien zugänglich sind. CEN ist eine der drei wichtigsten Normungsorganisationen in Europa.



Das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC; französisch: Comité Européen de Normalisation Électrotechnique; englisch: European Committee for Electrotechnical Standardization) ist ebenfalls Bestandteil der drei großen Normungsorganisationen in Europa.



CENELEC ist für die europäische Normung im Bereich der Elektrotechnik zuständig (ENEC-Kennzeichnung).

ETSI (Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen) ist eine unabhängige, gemeinnützige Normungsorganisation im Bereich der Information und Kommunikation. ETSI unterstützt die Entwicklung und Prüfung globaler technischer Normen für IKT-gestützte Systeme, Anwendungen und Dienste.



ETSI, CEN und CENELEC bilden das europäische System für technische Normen - European Standards Organization (ESO) -, das offiziell anerkannt ist durch die Europäische Kommission als europäische Normalisationsorganisation.

## 3. Die Präventionsorganismen

### 3.1. Einführung

Im Folgenden werden die verschiedenen Präventionsorganismen und ihre Rolle erläutert, die für die sichere Ausübung von handwerklichen Tätigkeiten von entscheidender Bedeutung sind.

Es steht ohne Zweifel fest, dass elektrotechnische Arbeiten dem Risiko von Unfällen ausgesetzt sind.

Die Besonderheit von Arbeitsunfällen mit elektrischem Ursprung ist ihre Schwere.

**Arbeitsunfälle mit elektrischem Strom sind 15-mal tödlicher als "normale" Arbeitsunfälle.**

**Sie führen regelmäßig zu schweren und oft irreversiblen Verletzungen, wenn sie nicht tödlich sind.**

Um Verletzungen, dauerhaften Arbeitsunfähigkeiten und Todesfällen vorzubeugen, hat der luxemburgische Gesetzgeber zahlreiche Vorschriften erlassen. Für weitere Einzelheiten verweisen wir auf die Lektüre des Arbeitsgesetzbuchs und insbesondere auf dessen Buch III mit dem Titel "Schutz, Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer".

Mehrere Organisationen überwachen die Einhaltung dieser Vorschriften und geben Empfehlungen ab.

### 3.2. Der Unfallversicherungsverband (Association d'Assurance Accidents, AAA)



Der Unfallversicherungsverband (Association d'Assurance Accident, AAA) ist eine öffentliche Einrichtung, die für die Verhütung und Entschädigung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten zuständig ist.

Die AAA wurde 1901 vom Gesetzgeber gegründet und untersteht der Aufsicht des Ministeriums für soziale Sicherheit. Die AAA wird von einem Verwaltungsrat verwaltet, der sich wie folgt zusammensetzt:

- 1 Vorsitzender ;
- 8 Delegierte der Arbeitgeber ;
- 8 Delegierte der Arbeitnehmer.

Die AAA ist für die Prävention und die Entschädigung von Arbeitsunfällen, Wegeunfällen und Berufskrankheiten zuständig. Im Bereich der Prävention hat die AAA eine Abteilung für Prävention eingerichtet, die sich auf Information, Beratung und Schulung in Unternehmen konzentriert. Im Bereich der Entschädigung ist die Leistungsabteilung der Unfallversicherungsgenossenschaft für die Untersuchung der Fälle zuständig, um die Entscheidung über die Übernahme als Arbeitsunfall, Wegeunfall oder Berufskrankheit zu treffen und die Versicherten zu entschädigen.



### **Aufgaben der Präventionsabteilung**

1. Information, Beratung und Sensibilisierung in Bezug auf Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz (SST).
2. Bereitstellung von Lehrmaterial wie Broschüren oder Plakate.
3. Finanzielle Hilfen für das Management von Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in Unternehmen.
4. Schulungen.
5. Kontrollen und Überwachung der gesetzlichen und regulatorischen Bestimmungen im Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit.
6. Erarbeitung von Präventionsempfehlungen.
7. Präventionskampagnen.
8. Analyse der Ursachen von Unfällen und Berufskrankheiten, Untersuchungen und Arbeitsplatzstudien.
9. Verwaltung des Bonus-Malus-Systems.

### **Aufgaben der Leistungsabteilung**

1. Bearbeitung von Akten zu Arbeitsunfällen, Wegeunfällen oder Berufskrankheiten.
2. Einholung medizinischer Gutachten bei der Verwaltung des Medizinischen Dienstes der Sozialversicherung.
3. Entscheidungen über die Genehmigung oder Ablehnung der Übernahme eines Falls.
4. Betreuung von Fällen und Zusammenarbeit mit anderen Sozialversicherungsträgern auf nationaler und internationaler Ebene.
5. Bearbeitung von Leistungsanträgen, z. B. für Sachschäden, Entschädigungen für nichtvermögensrechtliche Schäden, Unfallrenten oder Wiederaufnahme von Fällen.
6. Berechnung der zu gewährenden Leistungen.
7. Beratung und Information der Versicherten über ihren Fall.
8. Untersuchung und Vorbereitung aller besonderen Leistungsanträge, die von den Versicherten bearbeitet und vom AAA-Verwaltungsrat entschieden werden muss.
9. Bearbeitung von Rechnungen und deren Weiterleitung an die Nationale Gesundheitskasse.
10. Bearbeitung von Rückforderungen im Rahmen von internationalen Abkommen.

Die Abteilungen Unfallverhütung und Leistungen sind die beiden wichtigsten Verwaltungsabteilungen der AAA. Sie sind für die Beziehungen zu den Arbeitgebern und Versicherten zuständig.

Gegen Einzelentscheidungen der AAA gegenüber Versicherten und Arbeitgebern kann innerhalb von 40 Tagen Einspruch eingelegt werden, der vom Vorstand zu bestätigen ist. Gegen dessen Entscheidung kann wiederum innerhalb der gleichen Frist beim Schiedsrat der Sozialen Sicherheit Einspruch eingelegt, gegen dessen Urteil wiederum Berufung beim Obersten Rat der Sozialen Sicherheit eingelegt werden kann. Die AAA ist an die medizinischen und individuellen Stellungnahmen der Verwaltung des Medizinischen Dienstes der Sozialversicherung (Administration du Contrôle médical de la Sécurité sociale) gebunden.



### 3.3. Die Arbeitsmedizin



Der Arbeitsmediziner hat eine präventive Rolle, um zu verhindern, dass die Gesundheit der Arbeitnehmer aufgrund ihrer Arbeit beeinträchtigt wird. Er berät den Unternehmensleiter insbesondere in Bezug auf :

- Die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen im Unternehmen.
- Die Anpassung der Arbeitsplätze, der Arbeitstechniken und des Arbeitsrhythmus.
- Schutz der Arbeitnehmer vor sämtlichen Belästigungen.
- Die Risiken, die mit der Verwendung gefährlicher Produkte verbunden sind.
- Allgemeine Hygiene im Betrieb.

Er führt auch medizinische Untersuchungen durch, und zwar bei folgenden Anlässen :

- Einstellungsuntersuchung.
- Regelmäßige Untersuchung.
- Wiederaufnahmeuntersuchung nach einem Unfall oder einer Krankheit.
- Vom Arbeitgeber beantragte Untersuchung bei einem Arbeitsplatzwechsel.
- Untersuchung, der von einem Arbeitnehmer beantragt wird.

### 3.4. Die Gewerbeaufsicht (Inspection du Travail et des Mines, ITM)



Die Arbeits- und Bergbauinspektoren überwachen die Einhaltung des Arbeitsrechts, sie überprüfen die Existenz und die Funktionsweise der Institutionen, führen Beratungsaufgaben durch und untersuchen Unfälle und Arbeitsbedingungen.

Um diese Aufgaben zu erfüllen, verfügen sie über zahlreiche Befugnisse:

- Anrufung des Richters für einstweilige Verfügungen.
- Analyse von gefährlichen Produkten.
- Anhalten oder Schließen einer Baustelle.
- Recht, Unternehmen tagsüber und nachts zu betreten.
- Protokolle bei Verstößen und Weiterleitung an die Staatsanwaltschaft.
- Aufforderungen, gefährliche Situationen zu beenden.
- Möglichkeit, die vorgeschriebenen Überprüfungen oder den Konformitätsstatus durchführen zu lassen.

Hier das funktionale Organigramm, das den Weg zur ITM darstellt.



### 3.5. Die Polizei



Wenn ein Arbeitsunfall gemeldet und der Rettungsdienst unter der Nummer 112 gerufen wird, trifft die Polizei immer automatisch am Unfallort ein. Sie führt eine Untersuchung der Unfallursache durch.

Je nach Schwere des Unfalls können die Ergebnisse der Untersuchung zu einer strafrechtlichen Verfolgung führen. Schwere und tödliche Unfälle sowie Katastrophen müssen sofort der Polizei und der Arbeitsaufsichtsbehörde gemeldet werden.

### 3.6. Die Steuer- und Zollbehörden (Administration des Douanes et des Accises)



Gemäß dem Gesetz vom 17. Juni 1994 über Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz, kann die Steuer- und Zollverwaltung Untersuchungen durchführen sowie die gemäß diesem Gesetz festgestellten Verstöße ahnden.

Wenn ein Zoll- oder Steuerbeamter einen Verstoß feststellt, ist er verpflichtet, einen Bericht zu verfassen und diesen an die ITM weiterzuleiten.

### 3.7. Der Arbeitgeber

Der Arbeitgeber hat eine allgemeine Sicherheitspflicht. Er muss Berufsrisiken durch die Bereitstellung konformer Arbeitsmittel, die Durchführung von Risikoanalysen, die Einführung organisatorischer Maßnahmen und Arbeitsanweisungen oder die Schulung der Arbeitnehmer vorbeugen. Der Arbeitgeber hat verschiedene Rollen:

- Er sorgt für die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer.
- Er stellt ihnen konforme, geeignete und in Stand gehaltene Arbeitsmittel zur Verfügung.
- Er legt die Arbeitsorganisation und die Arbeitsanweisungen fest, mit denen die Sicherheit gewährleistet werden kann.
- Er bildet die Fahrer aus und stellt ihnen die Fahrberechtigungen aus.
- Er führt die Prüfungen bei der Inbetriebnahme durch oder lässt sie durchführen und führt anschließend regelmäßige Prüfungen durch. Er unterzeichnet die elektrische Berechtigung.

Der Arbeitgeber hat auch verschiedene Verantwortlichkeiten:

- zum einen die zivilrechtliche, die durch Versicherungen abgedeckt ist,
- und zum anderen die strafrechtliche, insbesondere im Falle eines Arbeitsunfalls.



### 3.8. Der Arbeitnehmer

Gemäß der Betriebsordnung und den Anweisungen des Arbeitgebers ist jeder Arbeitnehmer dafür verantwortlich, entsprechend seiner Ausbildung und seinen Möglichkeiten, für seine Sicherheit und Gesundheit sowie für die Sicherheit und Gesundheit anderer betroffener Personen aufgrund seiner Handlungen oder Unterlassungen bei der Arbeit zu sorgen.

Das Arbeitsgesetzbuch sieht die Verpflichtung des Arbeitnehmers vor, den Arbeitgeber oder seinen Vertreter unverzüglich über jede Arbeitssituation zu informieren, bei der er einen vernünftigen Grund zu der Annahme hat, dass sie eine ernste und unmittelbare Gefahr für seine Gesundheit oder sein Leben darstellt.

In diesem Fall kann der Arbeitnehmer seine Tätigkeit einstellen, indem er von seinem Rückzugsrecht Gebrauch macht und verlangt, dass er in Sicherheit gebracht wird.



## 4. Die Vorbeugeempfehlungen des Unfallversicherungsverbandes

### 4.1. Einführung

Ziel des Unfallversicherungsverbandes ist es, Arbeitgebern und Arbeitnehmern dabei zu helfen, ihre gesetzlichen und behördlichen Verpflichtungen im Bereich der Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz bestmöglich zu erfüllen. Diese Empfehlungen wollen Arbeitnehmer und Arbeitgeber auf die Risiken aufmerksam machen, die entstehen, wenn keine Präventionsmaßnahmen ergriffen werden.

Ein Beispiel: Eine fehlerhafte elektrische Anlage stellt ein großes Risiko dar, sich zu elektrisieren, und verursacht zahlreiche Brandausbrüche. 30 % aller Brände sind auf elektrische Ursachen zurückzuführen.

Aber Vorsicht! Unfälle sind nicht nur auf den Ausfall elektrischer Anlagen zurückzuführen.

Die Beteiligten müssen die mit Elektrizität verbundenen Risiken kennen und sich einfache Regeln zu eigen machen, um Probleme zu vermeiden.

Zu diesem Zweck hat die AAA eine Reihe von Empfehlungen zur Vermeidung von Unfällen verfasst.



## 4.2. Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen und Materialien



Die Empfehlung, die in dem von der AAA veröffentlichten Dokument die Nummer 14 trägt, gilt für elektrische und nicht-elektrische Arbeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln. Diese Empfehlung ist nicht Teil der Gesetzgebung, sondern bietet eine Ergänzung zu den geltenden Rechtsvorschriften.

Die Rechtsvorschriften bestehen aus drei Hauptteilen:

- dem Arbeitsgesetzbuch und insbesondere dessen Buch III über den Schutz, die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer ;
- die großherzoglichen Verordnungen, die durch die Mustervorschriften der Arbeits- und Bergbauaufsicht umgesetzt wurden ;
- die geltenden europäischen elektrotechnischen Normen.

In dieser Empfehlung werden Lösungen zur Vermeidung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten vorgeschlagen.

## 4.3. Verantwortung des Arbeitgebers

Auch die Verantwortung des Arbeitgebers ist in der Empfehlung festgelegt.

Der Arbeitgeber muss dafür sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel gemäß den elektrotechnischen Regeln verwendet werden. Außerdem muss der Zugang zu elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln deutlich gekennzeichnet und überwacht werden bzw. auf befugte Personen beschränkt sein.

Der Arbeitgeber oder der Subunternehmer müssen :

- die auszuführenden Arbeiten festlegen ;
- ihre ordnungsgemäße Durchführung organisieren ;
- dafür sorgen, dass die elektrischen Anlagen unter Anwendung der elektrotechnischen Vorschriften von Arbeitnehmern installiert, geändert und instand gehalten werden, die über eine elektrische Berechtigung für die festgelegten Arbeiten verfügen.

Wenn ein Mangel an elektrischen Anlagen oder Materialien festgestellt wird, muss der Arbeitgeber dafür sorgen, dass der Mangel unverzüglich behoben wird. Bei drohender Gefahr muss er die Benutzung der fehlerhaften elektrischen Anlage oder des fehlerhaften elektrischen Materials verhindern.



Der Arbeitgeber muss den Arbeitnehmern PSA und KSA zur Verfügung stellen, d. h. persönliche und kollektive Schutzausrüstungen, Sicherheitswerkzeuge sowie Hilfsschuttmittel.



Der Arbeitgeber muss sicherstellen, dass die PSA, KSA und die Hilfsschutzmittel den geltenden elektrotechnischen Normen entsprechen. Er muss auch dafür sorgen, dass seine Mitarbeiter geschult werden, damit sie sie richtig verwenden.

Zur Erinnerung: Arbeitnehmer sind ihrerseits verpflichtet, die persönliche Schutzausrüstung und die Hilfsschutzmittel ordnungsgemäß zu verwenden.



#### 4.4. Verantwortung des Arbeitnehmers

Der Arbeitnehmer muss alle Unregelmäßigkeiten, die er an elektrischen Anlagen und Geräten feststellt, dem für die Überwachung der Anlagen zuständigen Mitarbeiter melden. Jeder kann im Falle eines Unfalls als verantwortlich angesehen werden.



#### 4.5. Grundsatz bei fehlenden elektrotechnischen Regeln

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen sich in einem sicheren Zustand befinden und in diesem Zustand gehalten werden.



Ein sicherer Zustand bedeutet, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel so gestaltet sein müssen, dass keine direkten oder indirekten Gefahren entstehen und dass der Arbeitnehmer sie ordnungsgemäß bedienen kann.

Der erforderliche sichere Zustand umfasst :

- den Schutz vor vorhersehbaren äußeren Einwirkungen ;
- die Wahl der Schutzart ;
- sowie die Schutz- und Isolationsklasse.

Bei der Auswahl sind immer die besonderen Einsatzbedingungen zu berücksichtigen (Baustellen, landwirtschaftliche Bereiche, Schulen, Krankenhäuser, Schwimmbäder, usw.).

Aktive Teile von elektrischen Anlagen und Geräten müssen in Abhängigkeit von :

- ihrer Spannung,
- ihrer Art der Verwendung,
- ihrer Frequenz,
- ihrem Arbeitsort,
- und durch eine Isolierung oder durch feste Maßnahmen

vor direktem Kontakt geschützt werden.

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel dürfen nur verwendet werden, wenn sie den Sicherheitsanforderungen des Betriebes und der Arbeitsstätten im Zusammenhang mit der Betriebsweise und den Einflüssen aus der Umgebung entsprechen.

Aktive Teile von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln müssen je nach Spannung und Frequenz, Art der Verwendung und Arbeitsort durch Isolierung oder fest installierte Vorrichtungen gegen direktes Berühren geschützt sein.

## 5. Die PSA und KSA

Es ist wichtig, im spannungsfreien Zustand zu arbeiten. Trotzdem muss man sicherstellen, dass man sicher arbeitet, indem man persönliche und kollektive Schutzausrüstungen sowie geeignete Werkzeuge verwendet. Dies ist eine zusätzliche Sicherheit für den Fall, dass man einen unter Spannung stehenden Teil nicht erkannt hat.

### 5.1. PSA: Definition



Das Akronym PSA steht für Persönliche Schutzausrüstungen. Es handelt sich dabei um persönliche Schutzeinrichtungen oder -mittel. Sie sind dazu bestimmt, vom Arbeitnehmer getragen oder gehalten zu werden, um ihn vor möglichen elektrischen Risiken zu schützen, die seine Sicherheit oder Gesundheit bei der Arbeit gefährden könnten.

### 5.2. Rolle und Verantwortung des Arbeitgebers

In Bezug auf die PSA hat der Arbeitgeber mehrere Rollen und Verantwortlichkeiten:

- sensibilisieren und über elektrische Risiken informieren,
- geeignete Ausrüstungen zur Verfügung stellen,
- für die Wartung der Ausrüstungen sorgen.

Er muss sicherstellen, dass seine Arbeitnehmer über die bestehenden Risiken informiert sind, insbesondere wenn mit elektrischem Strom gearbeitet wird. Er muss auch die notwendigen und den Risiken angemessenen Ausrüstungen zur Verfügung stellen und dafür sorgen, dass diese auch tatsächlich benutzt werden. Er muss auch für den Ersatz, die Wartung und die Aufrechterhaltung der Konformität der Ausrüstungen sorgen und die Nutzer über die Risiken informieren, denen sie ausgesetzt sein werden.

## 5.3. Vorstellung der PSA

### ISOLIERENDER SCHUTZHELM

Es ist wichtig, seinen Kopf mit einem isolierenden Helm zu schützen. Bei einem Sturz oder einem versehentlichen Schlag auf den Kopf macht ein Helm einen großen Unterschied aus. Bei der Montage von Stromleitungen muss der Bauarbeiter einen Helm mit Kinnriemen tragen.

*EN 50365 in NS - EN 397 - EN 160 - EN 170*



### GESICHTSSCHIRM ODER INTEGRIERTES VISIER

Bei Arbeiten oder Eingriffen in der Nähe von unter Spannung stehenden blanken Teilen sowie bei Kontrollen, Tests oder Messungen ist es unerlässlich, einen Gesichtsschutzschirm oder ein integriertes Visier zu tragen. Dieser Schutz schützt vor Blendung durch Lichtbögen und vor Verbrennungen durch Spritzer von geschmolzenem Metall.

*EN 166 und EN 170*



## ISOLIERENDE HANDSCHUHE

Sie sind unerlässlich, um die Gefahr eines elektrischen Schlages zu vermeiden.

Sie müssen für die Betriebsspannung geeignet sein und alle sechs Monate auf ihre Isolationsfähigkeit getestet werden. Zur Sicherheit sollten sie in ihrer Schutzhülle aufbewahrt werden. Es ist darauf zu achten, die Handschuhe vor jedem Gebrauch zu überprüfen! Schnittfeste oder Kevlar-Handschuhe sorgen außerdem für maximale Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Abriebrisiken.

EN 60903 und IEC 60903



## ISOLIERENDE SCHUTZKLEIDUNG

Es ist ratsam, den gesamten Rest des Körpers mit isolierender Schutzkleidung zu schützen. Sie sollte Arme und Beine bedecken, eng anliegen, flammenhemmend und isolierend sein, um das Risiko einer elektrischen Leitung zu vermeiden. Für Techniker, die in der Nähe von Verkehrswegen arbeiten, ist Kleidung mit hoher Sichtbarkeit erforderlich. Das Tragen dieser Art von Arbeitskleidung dient dazu, die Folgen der Auswirkungen eines Lichtbogens zu mildern.

EN 531 - EN 1149-5 - EN 470 - IEC 61482-1-2 Klasse 1



### **ISOLIERSTIEFEL**

Der Arbeiter sollte darauf achten, isolierende Stiefel zu tragen, um die Füße vor herabfallenden Gegenständen zu schützen. Sie bilden eine wirksame Barriere gegen den Stromfluss.

Schuhe werden als ESD-Schuhe bezeichnet und markiert (ESD = Electro Static Discharge), wenn der elektrische Übergangswiderstand nach EN 61340-5-1 im empfohlenen Bereich zwischen  $7,5 \times 10^5$  und  $3,5 \times 10^7$  Ohm liegt.

Das Tragen von ESD-Schuhen wird empfohlen, wenn es notwendig ist, eine elektrische Ladung durch Ableitung von Ladungen zu reduzieren.

*EN 50321:2018 - EN ISO 20345*



## AUFFANGGURT

Elektriker, die in der Höhe arbeiten, insbesondere bei der Wartung von Stromleitungen, müssen eine Absturzsicherung, auch Auffanggurt gebannt, anlegen.

Absturzsicherungs-ausrüstungen sichern die Person und sorgen gleichzeitig für Komfort und flexible Bewegungen.



### Achtung: nicht zu tragen

Es gibt verschiedene Kleidungsstücke oder Accessoires, die man bei einem Einsatz auf keinen Fall tragen sollte: Schmuck, eine Uhr, eine Sonnenbrille, einen Reißverschluss, kurze Ärmel oder auch kurze Hosen. Diese Kleidungsstücke erfüllen nicht die Sicherheitsanforderungen.



## 5.4. KSA: Definition



Das Akronym KSA steht für Kollektive Schutzausrüstungen. Dabei handelt es sich um technische Vorrichtungen, mit denen eine Person während eines elektrischen Eingriffs von der Gefahr isoliert und geschützt werden kann. Im Gegensatz zur PSA schützt die KSA jede Person, die sich in der Nähe der Gefahr befindet.

### ISOLIERENDE MATTE

Die isolierende Matte isoliert den Benutzer (Isolationsspannung des Geräts) :

1. vom Boden, so dass bei direktem oder indirektem Kontakt kein elektrischer Strom durch ihn fließt, und
2. vor der Schrittspannung.



### ISOLIERENDE MAPPE

Eine Isoliermatte oder ein Isolierschirm wird verwendet, um blanke oder unzureichend isolierte leitfähige Teile für die Dauer der Arbeiten zu isolieren. Sie wird mithilfe von Isolierklemmen befestigt.



## ISOLIERHOCKER

Ein isolierender Hocker muss aus einem nicht leitenden Material bestehen. Er soll den Arbeiter vom Boden isolieren, um ihn vor elektrischen Gefahren zu schützen.



## PERIMETERMARKIERUNG

Die Abgrenzung des Arbeitsbereichs erfolgt durch Markierung des gesamten Umfangs. Es können Kugeln, Zäune, Stangen, die Struktur des SAT selbst ... verwendet werden.

Das Band oder die Kette muss rot und weiß sein.

Wenn ein Band verwendet wird, muss es in zwei verschiedenen Höhen angebracht werden.

Innerhalb des Arbeitsbereichs muss ein 1 m hoher Kegel oder eine Bake aufgestellt werden, der/die auf allen Seiten mit Schildern mit der Aufschrift: "Arbeitsbereich" bedeckt ist.

Zwei 1 m hohe Kegel (= Tor zum Arbeitsbereich) müssen im Bereich des Ein-/Ausgangs des Arbeitsbereichs aufgestellt werden.

Die beiden Kegel sind durch eine Kette verbunden, die ein Schild (und den Kasten) mit einer Legende trägt:

- "Arbeitsbereich + Piktogramm für elektrische Gefahr" (von außerhalb des Arbeitsbereichs aus gesehen),
- "Verlassen Sie den Arbeitsbereich nicht ohne Begleitung einer autorisierten oder qualifizierten Person" + Piktogramm für elektrische Gefahr (von der Innenseite des Arbeitsbereichs aus gesehen).



Exemple de mise en  
place des  
équipements de  
protection  
collective.

### BEGRENZUNGSKETTE

Eine Absperrkette für Markierungen dient dazu, einen Einsatzbereich abzugrenzen, um den Durchgang an dieser Stelle zu verhindern.



**PFOSTEN**

Ein Pfosten dient als Halterung für Absperrketten, die zur Markierung eines Einsatzgebiets angebracht werden.



## VERKEHRSSCHILD

Mit einem Verkehrsschild können Personen vor einer Gefahrenzone gewarnt werden.



## 5.5. Die Werkzeuge

Es gibt komplette Ausrüstungssets. Sie bestehen aus verschiedenen isolierten Werkzeugen: Zangen, Steckschlüssel, Messer und Kabelschneider, Schlüssel oder auch Schraubendreher.

Mit diesen Werkzeugen kann der Benutzer eine wirksame Barriere schaffen, um den Stromschlag abzufangen und Unfälle zu vermeiden. Es wird dringend empfohlen, mit Werkzeugen zu arbeiten, die die europäische Norm IEC 60900 tragen, die die Garantie gibt, dass die Ausrüstung einer Spannung von bis zu 1000 Volt (V) Wechselstrom und 1500 Volt (V) Gleichstrom standhält.

### Die Leitern

Die Verwendung einer Fiberglasleiter bestimmt ihr optimales Design. Es gibt zum Beispiel auch Stufenleitern aus Kunststoff. Diese können frei aufgestellt werden und benötigen nur eine solide Basis für einen sicheren Halt. Stufenleitern können von beiden Seiten betreten werden und haben eine besonders breite Trittpläche. Im letzteren Fall gibt es auch einen Griff, der das sichere Arbeiten in der Höhe ermöglicht.

Anlegeleitern bestehen ebenfalls aus Verbundmaterial. Sie werden hauptsächlich für Arbeiten an der Fassade oder hoch oben in geschlossenen Räumen verwendet.

Eine besondere Art von Anlegeleiter ist die Schiebeleiter aus Verbundwerkstoff, die aus zwei oder drei Teilen besteht, die je nach Bedarf auf verschiedene Höhen eingestellt werden können.

Auch Podestleitern aus Verbundwerkstoff sind erhältlich. Für eine flexible Nutzung sind sie mit Rollen ausgestattet, die ein schnelles und einfaches Bewegen ermöglichen.

Bei Kunststoffleitern ohne obere Stufe verhindert eine Spreizsicherung das Umklappen der Leiter. Diese Spreizsicherung kann mit einer Hand gelöst werden, so dass die Leiter für den Transport schnell und einfach zusammengeklappt werden kann.

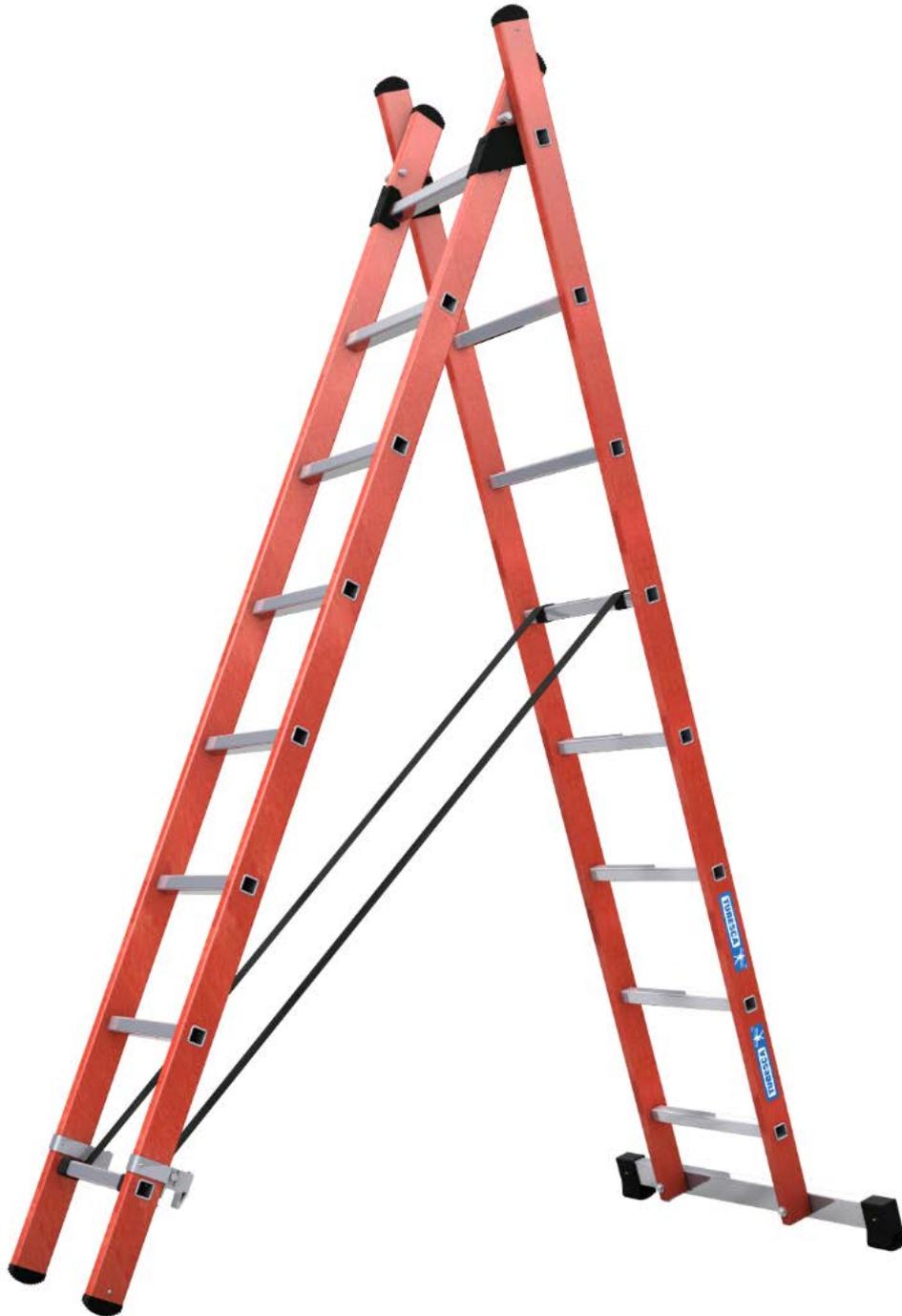
Leiterfüße gehören bei den meisten Leitern zur Ausstattung. Diese Füße sind in der Regel aus Gummi, rutschfest und sicher.

Vorteile von Verbundwerkstoff als Material für Leitern :

- geringes Gewicht,
- leichter Transport,
- Witterungsbeständigkeit,
- und - im Falle einer GFK-Verbundkonstruktion - chemikalienbeständig.

Im Gegensatz zu Metall, kann eine Leiter aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) keine Elektrizität leiten. Deshalb gehört eine stabile Kunststoffleiter zur Grundausrüstung eines Elektrikers und von allen Berufen, die mit Stromkreisen arbeiten.





## 5.6. Die Sicherheitsvorkehrungen



Photos :  
disjoncteurs à gauche,  
fusibles à droite

Sicherungsautomaten und Sicherungen sind Sicherheitsvorrichtungen, die vor Kurzschlüssen oder Überspannungen schützen sollen. Der Schmelzsicherungsschalter, kurz Sicherung genannt, hat die Aufgabe, einen Stromkreis zu öffnen, wenn der elektrische Strom in diesem Stromkreis über einen bestimmten Zeitraum einen bestimmten Wert erreicht.

Der Name kommt daher, dass sie durch das Schmelzen eines leitenden Fadens aufgrund des durch den Überstrom verursachten Temperaturanstiegs funktionieren. Sie haben jeweils ein Ausschaltvermögen: Das ist die maximale Stromstärke, bei der das Gerät seine Funktion, den Strom im Falle eines Kurzschlusses zu unterbrechen, erfüllen kann.

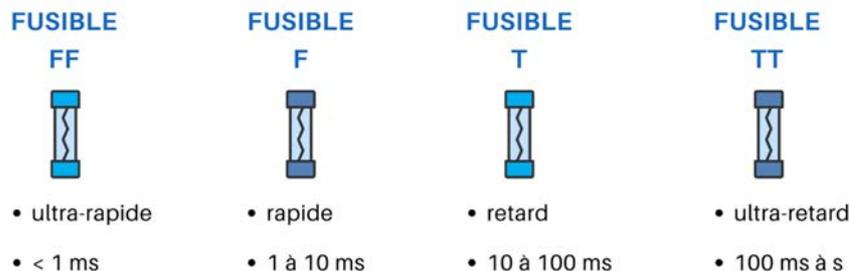
Es gibt verschiedene Stufen des Ausschaltvermögens: bis zu 4 kA im Haushalt und zwischen 20 und 120 kA in der Industrie. Alle Sicherungen funktionieren durch Stromunterbrechung, aber die Sicherung muss sowohl in Bezug auf die Größe als auch auf die Ansprechkurve richtig ausgewählt werden.

Gemäß der Norm IEC 60269 gibt es im Wesentlichen drei Funktionsweisen von Sicherungen:

- Die Allzwecksicherung, die Schutz vor Überlast und Kurzschluss bietet. Sie ist am häufigsten in Hausinstallationen anzutreffen.
- Die motorbegleitende Sicherung wird nur zum Schutz vor Kurzschlüssen eingesetzt. Sie ist häufig mit einem anderen Element verbunden, das vor Überlastungen schützt. In der Industrie wird sie hauptsächlich für den Einsatz bei Lasten mit hohem Einschaltstrom verwendet, wie z. B. Motoren oder Transformatoren.
- Die ultraflinke Sicherung wird ihrerseits zum Schutz von Halbleitern eingesetzt.

Allgemeine und motorbegleitende Sicherungen werden gemäß IEC 60269 in vielen verschiedenen Technologien und Formen angeboten, die durch lokale Normen wie z. B. die englische, französische oder deutsche Norm festgelegt sind.

Die Formen können vielfältig sein: zylindrische CP, zylindrische BS88 mit versetzten Messerkontakten, NH mit Messerkontakten oder auch flaschenförmige D Diazed.



Die Norm IEC 60127 sieht vier Sicherungstypen vor, die jeweils nach der Zeit definiert sind, die zur Unterbrechung des zehnfachen Nennstroms erforderlich ist: FF-Sicherung, ultraflink, unter 1 ms, F-Sicherung, flink, 1-10 ms, T-Sicherung, träge, 10-100 ms, und TT-Sicherung, ultraträge, 100 ms bis 1 s. Die Sicherung ist in der Regel in der Lage, den Nennstrom zu unterbrechen. Für höhere Abschaltanforderungen gibt es auch den Typ HPC: High Power of Cutoff, der bis zu 100 kA reicht.

## 6. Prinzipien und Regeln zum Schutz

Die Vorbeugung von elektrischen Risiken beruht auf Vorschriften, die im Arbeitsgesetzbuch festgehalten sind. Sie betrifft die Sicherheit von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, und sollte bereits bei der Planung erfolgen. Ziel ist es, jeden direkten oder indirekten Kontakt mit blanken Teilen, die unter Spannung stehen oder versehentlich unter Spannung gesetzt werden, zu vermeiden. Außerdem muss das Material den geltenden Vorschriften entsprechen, um die Nutzer zu schützen.

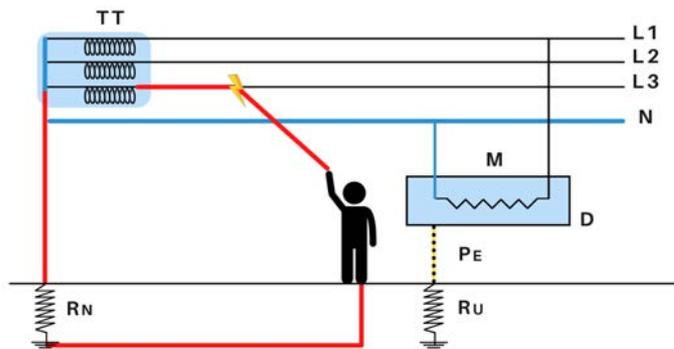


## 6.1. Der direkte Kontakt



**Définition**

Direkter Kontakt ist, wenn eine Person mit einem leitenden Teil in Berührung kommt, das normalerweise unter Spannung steht. Bei Unachtsamkeit oder Ungeschicklichkeit besteht die Gefahr eines Stromschlags.



### Schutz vor direktem Kontakt

Es gibt drei Möglichkeiten, sich vor direktem Kontakt zu schützen. Zunächst gibt es den **Schutz durch Entfernung**, bei dem die Gefahrenquelle von einer Person ferngehalten wird: Bei einer Hochspannungsleitung wird das leitfähige Teil aus der Reichweite gehalten.

Dann gibt es den Schutz durch **Isolierung**; d. h. die Isolierung und die Spannung der Kabel müssen für die Installation geeignet sein.

Und schließlich der Schutz durch **Hindernisse**; dabei handelt es sich um ein Element, das zwischen der Person und dem blanken Teil angebracht wird, um eine Schutzbarriere zu schaffen. Hierfür können Maschendraht, Wände oder auch verschlossene Schaltschränke verwendet werden.

### Indizes für den Schutz von Hindernissen

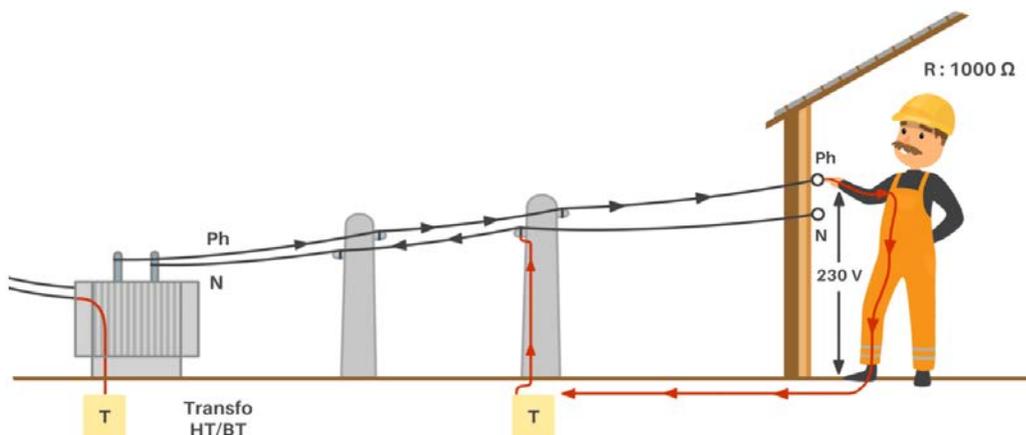
Hier sind die verschiedenen Indizes für den Schutz von Hindernissen:

INDEX	1. Ziffer (zehn) = Staubschutz	2. Ziffer (Einheit) = Wasserschutz
0	Kein Schutz	Kein Schutz
1	Geschützt gegen feste Gegenstände größer als 50 mm	Geschützt gegen senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Geschützt gegen feste Gegenstände größer als 12 mm	Geschützt gegen fallendes Tropfwasser bis 15° aus der Senkrechten
3	Geschützt gegen feste Gegenstände größer als 2,50 mm	Geschützt gegen Regenwasser bis 60° aus der Senkrechten
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 1 mm	Geschützt gegen Spritzwasser aus allen Richtungen
5	Geschützt gegen Staub	Geschützt gegen Strahlwasser aus allen Richtungen mit Lanze (Düse 6,3 mm)
6	Absolut staubgeschützt	Geschützt gegen Seepakete
		Geschützt gegen die Einwirkung von Eintauchen (bis 1 m)
		Ausrüstung tauchfähig unter spezifizierten Bedingungen (längeres Eintauchen) über 1 m
		Material tauchfähig unter spezifizierten Bedingungen (längeres Eintauchen) über 1 m Schutz gegen Hochdruckreinigung.
		Ausrüstung tauchfähig unter spezifizierten Bedingungen (längeres Eintauchen) über 1 m Schutz gegen Hochdruckreinigung

Der IP-IK-Index gibt Auskunft darüber, wie gut ein Material gegen äußere Einflüsse und direkten Kontakt geschützt ist.

Der IP-Index besteht aus zwei Ziffern: Eine erste, von 0 bis 6, bestimmt den Schutzgrad gegen das Eindringen von Festkörpern. Mit der zweiten, die von 0 bis 8 reicht, kann der Grad des Eindringens von Flüssigkeiten angegeben werden. Der IK-Wert, der von 0 bis 10 reicht, zeigt den Schutz gegen mechanische Stöße an.

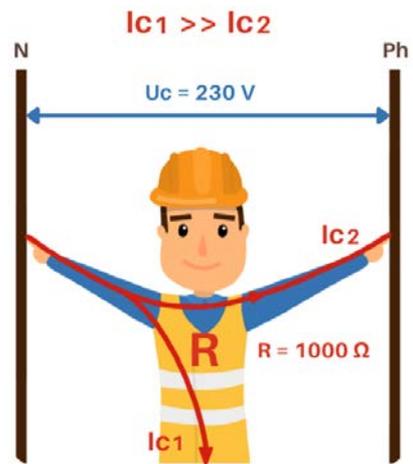
Im ersten Fall handelt es sich um einen Stromschlag durch direkten Kontakt. Eine Person, die direkt mit einer Phase in Berührung kommt, wird der Netzspannung ausgesetzt. Der Strom fließt von der Phase durch den Körper der Person und dann über die Erde zurück zum Neutralleiter des Transformators. Die Stromstärke ist geringer, wenn der Grad der Isolierung vom Boden groß ist.



Es gibt eine zweite Art der **Elektrifizierung durch direkten Kontakt**, die jedoch nicht sehr häufig vorkommt.

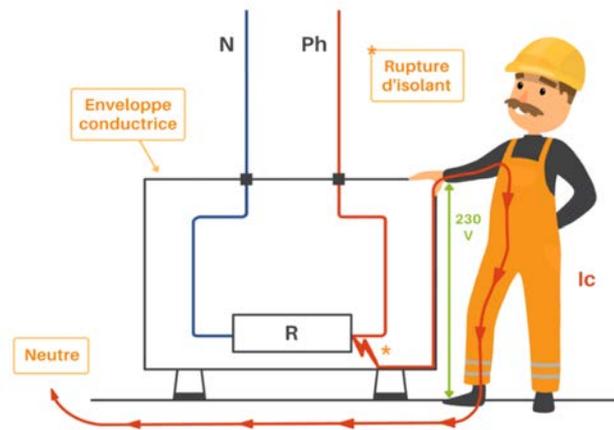
Da die Person vom Boden isoliert ist, wird der Strom direkt durch den Brustkorb über das Atem- und Herzsystem fließen.

Die Person wird vom Netzwerk als klassische Last betrachtet!



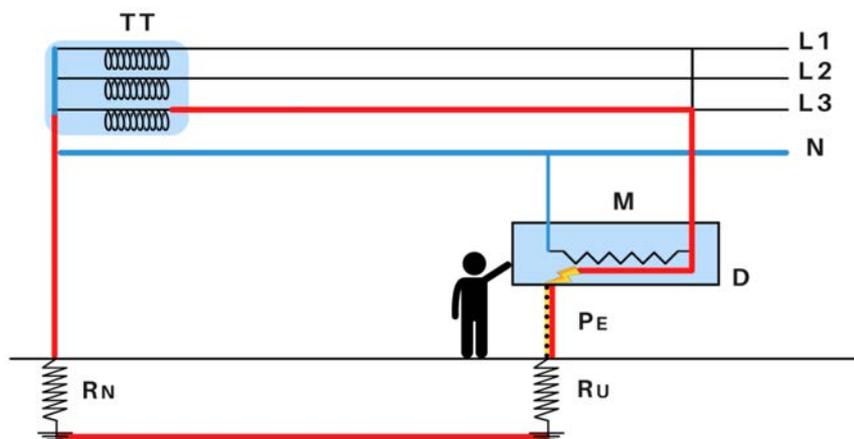
## 6.2. Indirekter Kontakt

Es gibt auch die **Elektrifizierung durch indirekten Kontakt**. Dies ist ein sehr gefährlicher Fall, da die Elektrisierung nicht auf Unachtsamkeit oder Ungeschicklichkeit des Benutzers zurückzuführen ist, sondern auf einen Isolationsfehler! Der Kontakt ist nicht sichtbar und man kann ihn nicht vorhersehen.



### Définition

Hier ein zweites Schema zur Veranschaulichung dieser Situation: Eine Person mit einer Masse, die aufgrund eines Isolationsfehlers versehentlich unter Spannung gesetzt wird.



### 6.3. Die verschiedenen Klassen von Materialien

Im Bereich der Elektrotechnik werden Schutzklassen verwendet, um elektrische Betriebsmittel (z. B. Geräte und Anlagenteile) entsprechend den vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung von Stromschlägen zu klassifizieren und zu kennzeichnen.

Je nach Art der elektrischen Niederspannungsausrüstung unterscheidet man 3 Schutzklassen :

Schutzklasse	Bedeutung	Symbol
0	Es ist eine Basisisolierung vorhanden, jedoch sonst kein weiterer Schutz. Nicht zugelassen in Österreich und Deutschland.	
1	Ein Schutzleiter im Betriebsmittel ist vorhanden. Bei beweglichen Geräten ist der Schutzleiter im Stecker verbaut.	
2	Eine doppelte oder verstärkte Isolierung als Schutz zwischen Netzstromkreis und Ausgangsspannung ist vorhanden. Es gibt keine Verbindung zum Schutzleiter.	
3	Das Gerät ist mit einer Schutzkleinspannung (SELV/PELV) gesichert. Ein Sicherheitstransformator nach DIN VDE 0570-2-6 / EN 61558-2-6 wird benötigt.	

#### Schutzklasse 1

Schutzvorrichtungen der Klasse I haben die wirksamste Schutzmaßnahme von allen. Sie ist für große Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen und Geschirrspüler bestimmt. Die Schutzklasse 1 wird auch als "Schutzleiterklasse" bezeichnet. Sie bezieht sich auf Geräte, die mit dem benannten Schutzleiterstecker ausgestattet sind. Es gibt kein Symbol im eigentlichen Sinne für die Schutzklasse 1, aber die Schaltung mit dem Erdungspiktogramm ist für die Schutzklasse 1 zulässig.

Beim Austausch eines Verschlusses eines Geräts der Schutzklasse 1 muss sichergestellt werden, dass der Verschluss mit einer Zugentlastung versehen ist. Diese wird durch eine schraubbare Kunststoffflasche erzeugt, die das Kabel und die Isolierung mithilfe von zwei Schrauben fest auf das Gehäuse drückt. Der Schutzleiter, erkennbar am gelb-grünen Kabel, muss so konstruiert sein, dass er beim Abreißen des Kabels als letztes abreißt. Die Herstellung ist sehr einfach: Das Kabel des gelb-grünen Schutzleiters wird einfach länger gelassen als das schwarze oder blaue Kabel. Eine Verlängerung von zwei Zentimetern ist ausreichend.

Ein Grund, warum Haushaltsgeräte mit dem schweren "Schuko"-Stecker ausgestattet werden müssen, ist unter anderem ihr Metallstecker.

Aber auch ein Kunststoffgehäuse kann nur einen begrenzten Schutz vor Stromausfällen bieten. Als Richtwert kann man jedoch davon ausgehen, dass jedes Gerät mit einem großen Elektromotor der Schutzklasse 1 angehört.

Natürlich hängt die Qualität eines Schutzkontaktsteckers von der Qualität des Schutzleiters zwischen der Steckdose und dem Sicherungskasten ab. Der gelb gestreifte Schutzleiter ist bei älteren Steckdosen oft noch nicht vorhanden. Um weiterhin elektrisch funktionieren zu können, wird die Neutralleitung dieser Steckdosen oft mit der Erdleitung verbunden. Diese als PEN-Leiter ausgeführte Installation ist heute bei Neuinstallationen nicht mehr zulässig. Wir empfehlen jedoch auch, die alten Leitungen durch neue Zuleitungen mit Schutzleiter zu ersetzen. Das Risiko von Stromausfällen in Geräten der Schutzklasse I ist einfach zu hoch. Die einzige Lösung ist, das gesamte Kabel fachmännisch auszutauschen und die Sicherung wieder einzuschalten. Mit etwas Glück wurden die Leitungen in

Leerrohren verlegt, so dass der Austausch sehr einfach ist. Wenn nicht, muss die Wand geöffnet und ein völlig neuer Kabelkanal verlegt werden. Das ist eine ziemlich komplizierte und schmutzige Sache, aber es verbessert die elektrische Sicherheit im Haus erheblich.

### Schutzklasse 2

Geräte der Schutzklasse II haben in der Regel keine Verbindung zum Schutzleiter. Sie haben jedoch eine besonders starke Abschirmung gegen elektrische Entladungen. Die Norm spricht in der Regel von verstärkter oder verdoppelter Isolierung. Sie wird in vielen tragbaren Elektrogeräten mit einem mittelstarken Motor mit einer Leistung von 500 bis 2000 Watt verwendet.

Auch wenn das Gerät ein Metallgehäuse hat, muss es nicht unbedingt nach Schutzklasse 1 abgeschirmt und mit einem Schutzleiter versehen sein. Es ist auch technisch möglich, eine doppelte Isolierung mit einem Metallgehäuse herzustellen.

Bei Geräten der Schutzklasse II ist der übliche Stecker der "Konturenstecker". Dieser sieht dem "Schuko"-Stecker sehr ähnlich. Allerdings fehlen ihm die Metallhalterungen, die ihn mit dem Schutzleiter verbinden. Die Konturstecker tragen ihren Namen, weil sie eine Buchse von der Kontur her vollständig ausfüllen. Dies sorgt für einen besonders festen Sitz.

### Schutzklasse 3

Geräte der Schutzklasse III erfordern den geringsten Schutz gegen elektrische Ausfälle. Sie arbeiten mit einer Sicherheits-Kleinspannung (SELV) oder einer Schutz-Kleinspannung (PELV). Diese Geräte arbeiten mit einer maximalen Wechselspannung von 50 Volt oder einer Gleichspannung von 120 Volt. Wenn sie mit höheren Spannungen arbeiten, müssen sie mit einem eingebauten Schutztransformator ausgestattet sein. Dazu gehören z. B. elektrische Rasierapparate oder Ladegeräte für Mobiltelefone.

Wenn kein eingebauter Transformator vorhanden ist, der die angegebenen Höchstspannungen erzeugt, ist eine zulässige Stromquelle für Geräte der Schutzklasse III z. B. ein Sicherheitstransformator oder ein Batterieanschluss mit einer ausreichenden Spannung. Das Symbol für die Schutzklasse III ist ein Diamant mit drei parallelen vertikalen Linien. Typische Geräte der Schutzklasse III sind z. B. elektrische Handlampen.

Bei geringeren Strömen im Gerät kann jedoch auch ein "Eurostecker" verwendet werden. Dabei handelt es sich um einfache, flache Stecker mit einem recht lockeren Einrasten in der Steckdose, die ebenfalls keinen Schutzleiter haben. Euro-Stecker werden jedoch in der Regel nur für Geräte der Schutzklasse III verwendet.

## 7. Elektriker und Personen mit elektrotechnischer Ausbildung

### 7.1. Der qualifizierte Elektriker



In den deutschsprachigen Ländern wird eine Person als Elektrofachkraft bezeichnet, wenn sie berechtigt ist, professionelle elektrotechnische Arbeiten auszuführen und zu überwachen.

Gemäß der europäischen Norm EN 50110-1:2008-09-01 Abschnitt 3.2.3 wird die Elektrofachkraft definiert als "eine Person mit angemessener Berufsausbildung, Kenntnissen und Erfahrungen, die in der Lage ist, Gefahren zu erkennen und zu vermeiden, die durch Elektrizität verursacht werden können".

Die berufliche Qualifikation wird in der Regel durch den erfolgreichen Abschluss einer Ausbildung nachgewiesen (als Elektroingenieur, Elektrotechniker, Elektromeister, Elektrogeselle... ). Sie kann auch durch eine mehrjährige Tätigkeit nachgewiesen werden, die eine theoretische und praktische

Ausbildung umfasst, die durch eine von einer Elektrofachkraft abgenommene Prüfung bestätigt wird, oder durch die Anerkennung der erworbenen Kompetenzen (Validation des acquis de l'expérience - VAE). Der Nachweis muss dokumentiert werden.



## 7.2. Die elektrotechnisch unterwiesene Person



Eine elektrotechnisch unterwiesene Person ist eine Person, die "von einer Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterwiesen, erforderlichenfalls geschult und in die für die Sicherheit notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen eingewiesen worden ist." (DIN VDE 0105-100)

Sie ist in der Lage, festgelegte Aufgaben auszuführen und kennt die örtlichen Gegebenheiten, die zu treffenden Schutzmaßnahmen und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten.



## 7.3. Der Nichtprofi



Ein Nichtprofi ist eine Person, die nicht mit den Gefahren der Elektrizität vertraut ist und nur mit nicht-elektrischen Arbeiten betraut werden kann. In der Umgangssprache: Person, die keine Fachkenntnisse in einem bestimmten Bereich hat.

## 8. Elektrischer Strom mit Niederspannung

### 8.1. Elektrischer Strom mit Niederspannung



Ein Spannungsbereich ist eine Klassifizierung von elektrischen Anlagen. Man findet dort sowohl die Art des Stroms als auch die Art der Spannung.

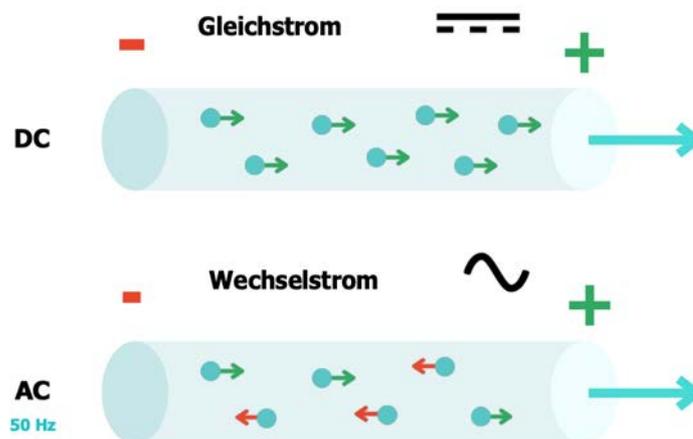
Alle elektrischen Bauwerke und Anlagen werden in Spannungsbereiche eingeteilt, die nach dem Standard VDE 0100 definiert sind. Ein Spannungsbereich ermöglicht es, den Einsatzbereich des Personals zu bestimmen, je nachdem, welche Berechtigung es hat.

Nebenstehend befindet sich eine repräsentative Tabelle mit den verschiedenen Werten der Nennspannung. Der Niederspannungsbereich wird durch eine Nennspannung von bis zu 1000 Volt bei Wechselstrom oder 1500 Volt bei Gleichstrom definiert.

NIEDRIGE SPANNUNG	HOHE TENSION
Wechselstrom < 1000 V	Wechselstrom > 1000 V
Gleichstrom < 1500 V	Gleichstrom > 1500 V

Der Hochspannungsbereich wird durch eine Nennspannung von mehr als 1000 Volt Wechselstrom oder 1500 Volt Gleichstrom definiert.

Strom kann entweder als Wechselstrom oder als Gleichstrom auftreten. Beide Arten von Strom werden im Alltag für die Übertragung, die Verteilung und den Verbrauch von Elektrizität verwendet. Ihre Eigenschaften sind jedoch nicht dieselben.



Elektrischer Strom wird durch die Bewegung von Elektronen in einem leitenden Medium unter dem Impuls einer elektrischen Spannung erzeugt. Diese Spannung kann, je nachdem, ob es sich um eine Gleich- oder Wechselspannung handelt, zwei Arten von Strom erzeugen:

- Beim Gleichstrom fließt der Elektronenfluss immer in die gleiche Richtung, vom Minuspol zum Pluspol.
- Beim Wechselstrom fließen die Elektronen abwechselnd in beide Richtungen des Stromkreises. Konkret bedeutet dies, dass die Elektronen einer Hin- und Herbewegung folgen. Sie schwingen und diese Schwingung sorgt dafür, dass die Schwingungsenergie bis zum Ende des Leiters weitergegeben wird.

Wechselstrom und Gleichstrom werden jedoch nicht auf die gleiche Weise erzeugt:

Wechselstrom wird mithilfe eines Wechselstromgenerators erzeugt. Dieser Wechselstromgenerator hat einen "Rotor", der sich um sich selbst dreht und den Elektronen eine sinusförmige Bewegung verleiht. Die Drehgeschwindigkeit des Rotors bestimmt die Frequenz des Stroms.

Wechselstrom ist in der Regel der Strom, der in Haushalten für Beleuchtung, Heizung, Kochen usw. verwendet wird.

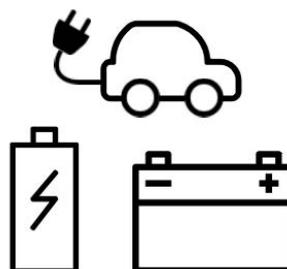
Gleichstrom hingegen wird von elektrochemischen oder elektronischen Generatoren erzeugt, d. h. von allen Arten von Batterien, Akkus oder Solarmodulen.

Er ist auch in unserem Alltag weit verbreitet. Alle Gegenstände, die mit Batterien oder Akkus betrieben werden, sind auf Gleichstrom angewiesen. Das gilt also für Laptops, Mobiltelefone oder Taschenlampen. Auch Elektroautos funktionieren mit einem Gleichstrommotor, der mit einer oder mehreren Batterien verbunden ist und so elektrische Energie in mechanische Energie umwandelt.

**WECHSELSTROMGLEICHSTROM**



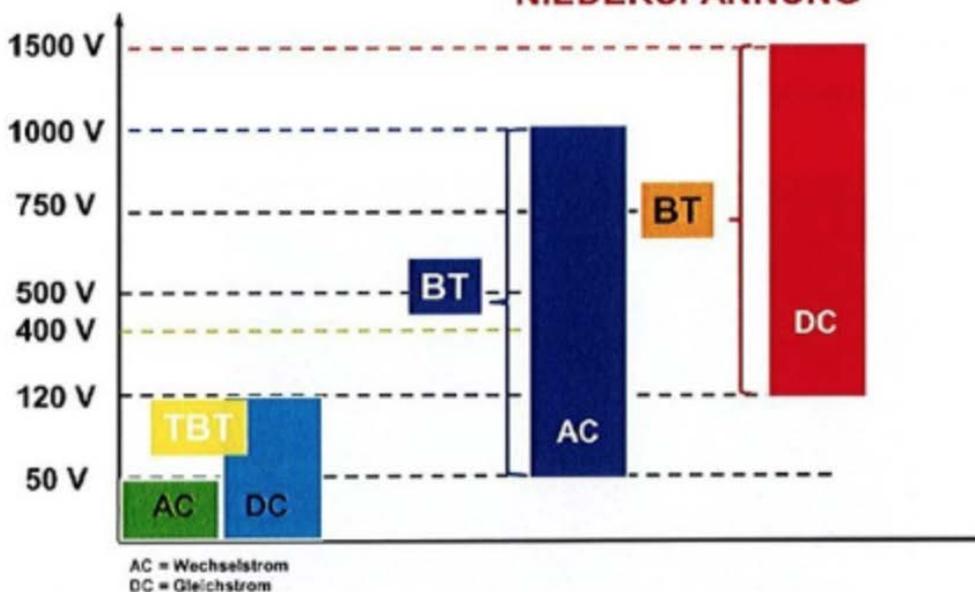
**GLEICHSTROM**



Plage de tension selon VDE 0100

**Basse Tension**

**NIEDERSPANNUNG**



## 9. Elektrischer Hochspannungsstrom

### 9.1. Definition

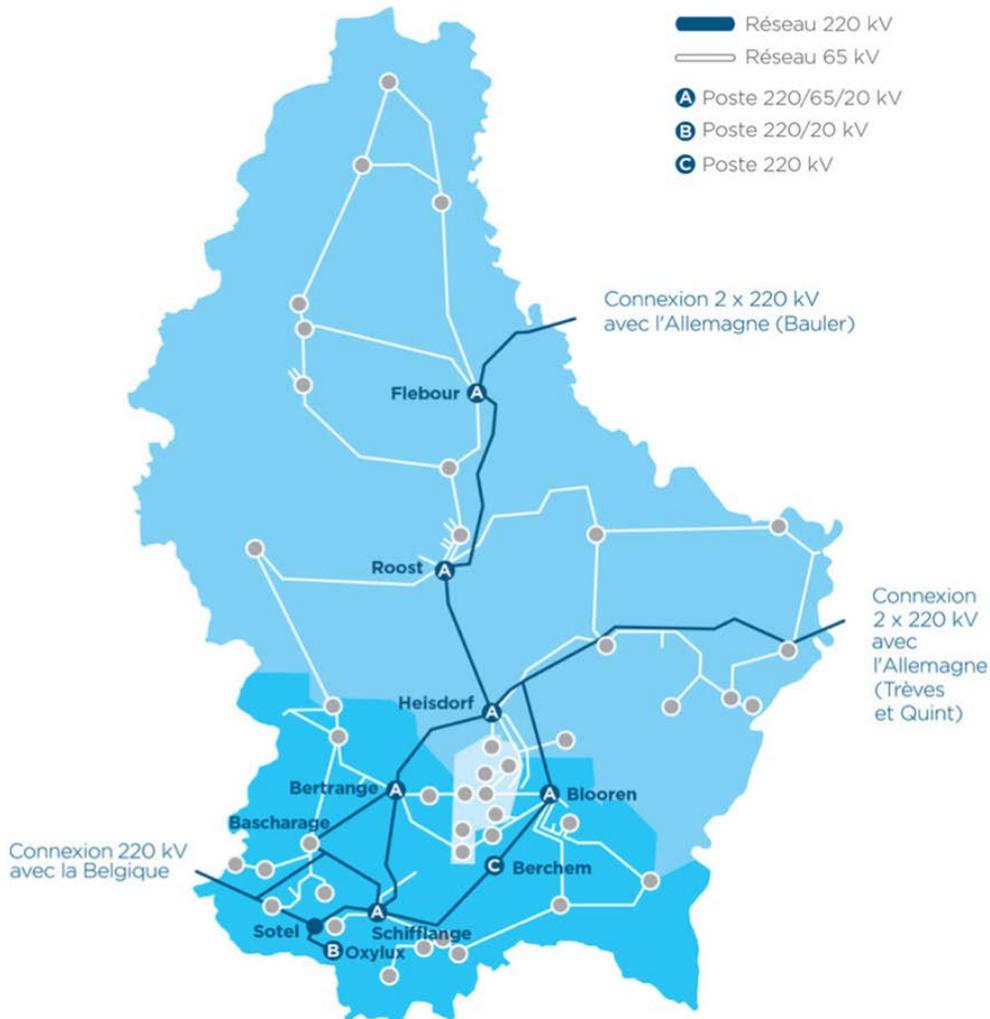
Hochspannung ist ein Begriff, der nach europäischen Normen die Werte der elektrischen Spannung ab 1 000 Volt Wechselstrom und 1 500 Volt Gleichstrom kennzeichnet.

Der Hochspannungsbereich (HV), betrifft elektrische Anlagen, in denen die Spannung:

- bei Wechselstrom 1 000 Volt und mehr beträgt,
- bei Gleichstrom 1 500 Volt und mehr beträgt.

### 9.2. Hochspannung in Luxemburg - Das Stromübertragungsnetz der Creos Luxembourg S.A.

Der größte Teil unseres Stroms kommt über zwei doppelte 220.000-Volt-Hochspannungsleitungen aus Deutschland. Die Länge des von Creos verwalteten nationalen Stromnetzes beträgt derzeit etwa 10.270 Kilometer, davon sind 593 km Hochspannungsleitungen, 3.780 km Mittelspannungsleitungen und 5.895 km Niederspannungsleitungen! Mehr als 8.540 km - also 83% des Netzes - sind unterirdisch verlegt, eine Leistung auf europäischer Ebene!



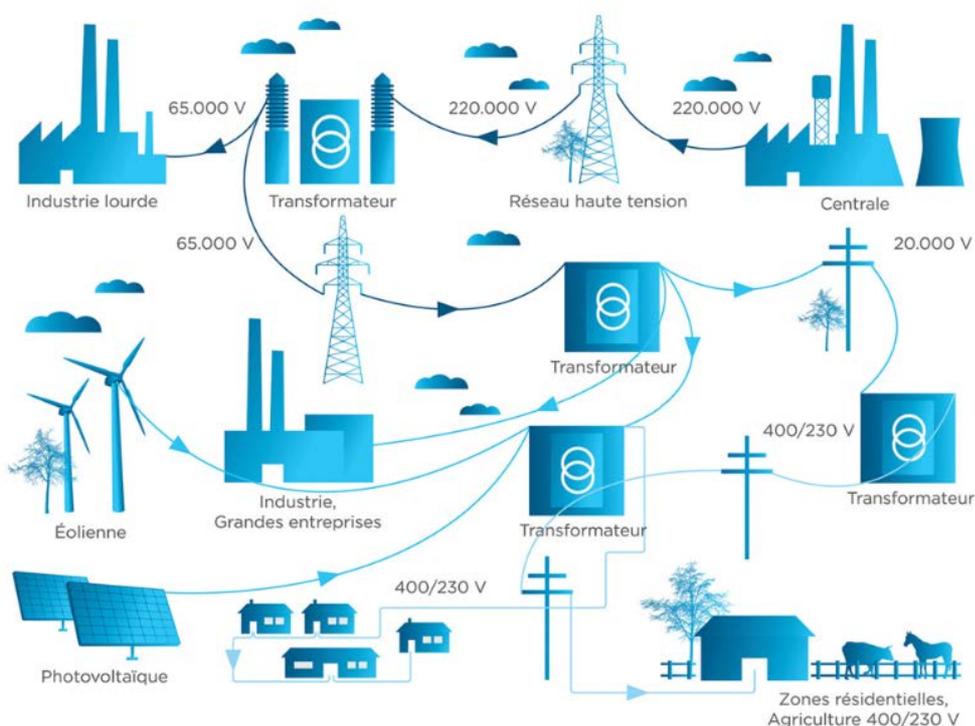
### 9.3. Die Weiterleitung an den Verbraucher

Das luxemburgische Stromnetz ist an das deutsche Netz angeschlossen. Der Strom wird über zwei doppelte 220 kV (= 220.000 Volt) Hochspannungsleitungen nach Heisdorf und Flebour geleitet, bevor er an die Verbraucher verteilt wird.

### 9.4. Verarbeitung und Verteilung

Creos Luxembourg S.A. verfügt über 6 Transformatorstationen, in denen die Spannung zunächst mit Hilfe von Transformatoren von 220 kV auf 65 kV gesenkt wird, bevor sie an die Großkunden (d.h. Industrie und große Gemeindeverteilungen) verteilt wird. Die Umspann- und Verteilerstationen befinden sich in Heisdorf, Flebour, Roost, Blooren, Schifflange und Bertrange.

Die Spannung von 65 kV wird in den Umspann- und Verteilerstationen nochmals auf 20 kV herabgesetzt, so dass eine Spannung entsteht, die gemeinhin als Mittelspannung bezeichnet wird. Die so gewonnene elektrische Energie wird dann an kleine und mittlere Unternehmen, Städte und Dörfer verteilt.



Transformatoren in jeder Ortschaft senken die Spannung des Stroms ein letztes Mal auf 0,4 kV; diese Energie wird an den Endverbraucher weitergeleitet.

Die Niederspannung wird dann an den Endverbraucher verteilt.

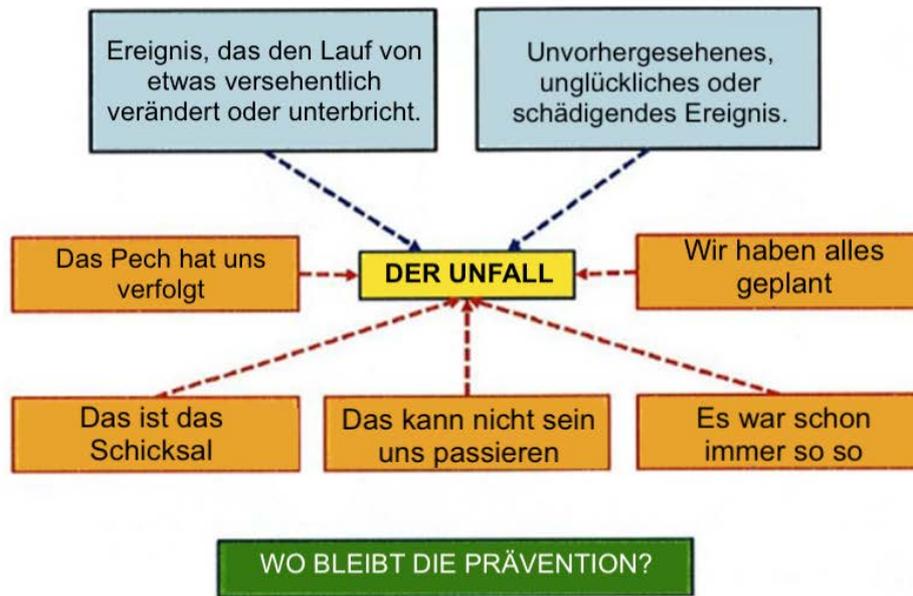
## 10. Analyse von Risiken

### 10.1. Definition eines Unfalls



**Définition**

Ein Unfall ist ein plötzliches, zeitlich und örtlich bestimmtes Ereignis mit äußerer Ursache, bei dem eine natürliche Person unfreiwillig einen Körperschaden oder einen Schaden an einem unfreiwilligen Gut erleidet.



Um Risiken zu bewerten, müssen sie analysiert werden.

Die Risikobewertung ist abgeschlossen, wenn ein perfektes Sicherheitsstadium erreicht ist.

## DIE PHASEN DES VORGEHENS

1 - Bestimmung des Ausmaßes der Arbeitssituation

2 - Risikosituationen identifizieren

3 - Das Risiko einschätzen

4 - Das Risiko bewerten

4a - Das Risiko analysieren

4b - Ist das Risiko beherrscht?

4c - Das Risiko verringern oder beseitigen

## 10.2. Vorbeugung

Unter Vorbeugung versteht man Maßnahmen zur Vermeidung von Ereignissen, Zuständen, unerwünschten Ereignissen, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreten könnten, wenn keine entsprechenden Maßnahmen unternommen wird.

Vorbeugung setzt zunächst einmal voraus, dass geeignete Maßnahmen zur Verfügung stehen, um das Eintreten dieser Ereignisse zu beeinflussen. Der Begriff Prävention wird synonym verwendet.

Präventive Maßnahmen werden z. B. in Bereichen wie der Drogenprävention (z. B. Nichtraucherschutz), der Gewalt- und Kriminalitätsprävention, der Unfallprävention, der Brandverhütung und ganz allgemein der Krisenprävention in der Politik ergriffen.



Die Prävention steht zunehmend im Mittelpunkt der Sozial- und Gesundheitspolitik. Prävention ist ein zentrales Handlungsfeld in der Medizin (siehe Verhütung von Krankheiten) und in der Zahnheilkunde (siehe Prophylaxe in der Zahnheilkunde).

ABER:

- Ein Nullrisiko gibt es nicht.
- Jede Situation birgt Risiken.

Mit einer sich ändernden Situation ändern sich auch die Risiken.

Es ist daher notwendig, die Situation systematisch zu analysieren.

Durch die Analyse werden :

1. die Risiken identifiziert, von denen die Sicherheit abhängt,
2. entsprechende Maßnahmen definiert und umgesetzt, um die Risiken zu minimieren.

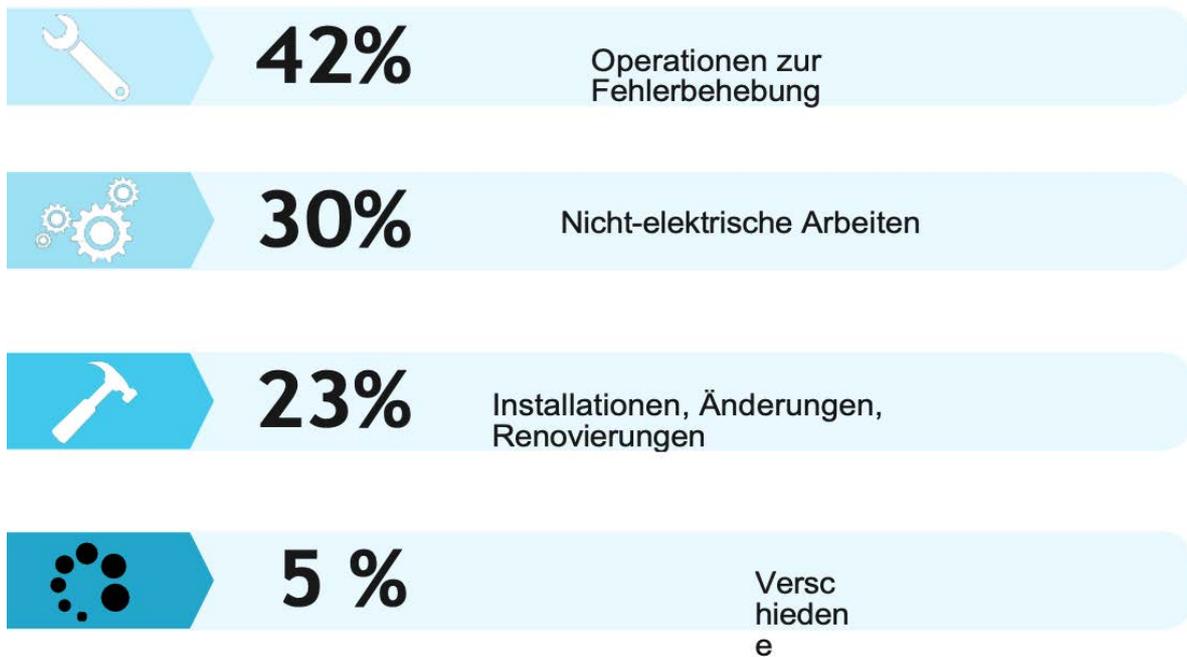
## 11. Elektrisch bedingte Unfälle und ihre Folgen

Die Folgen eines elektrischen Unfalls können schwerwiegend und langwierig sein :

1. körperliche Folgen ;
2. materielle Folgen ;
3. wirtschaftliche Folgen ;
4. soziale Folgen ;
5. finanzielle Folgen ;
6. psychologische Folgen.



## 11.1. Die Statistiken zu Unfällen durch Strom

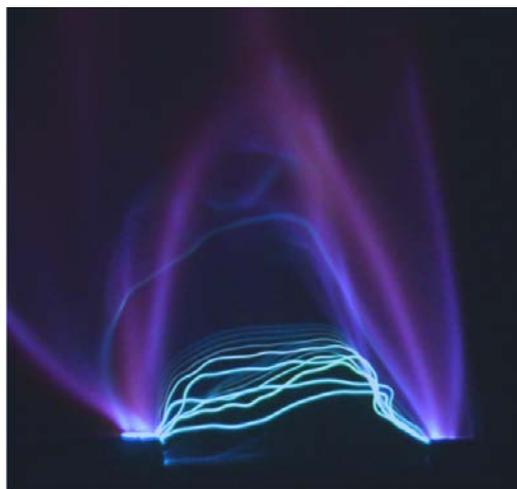


## 11.2. Der Lichtbogen

Es gibt verschiedene Arten von Risiken, die mit Elektrizität verbunden sind. Es handelt sich dabei vor allem um die Risiken der Elektrisierung, des Stromschlags und von Verbrennungen. Diese Risiken entstehen durch direkten oder indirekten Kontakt und durch Lichtbögen.

Ein Lichtbogen kann mehr oder weniger schwere Verbrennungen verursachen und bei elektrischen Anlagen zu Bränden oder Explosionen führen.

Ein Lichtbogen kann entstehen, wenn ein Stromkreis geöffnet oder geschlossen wird. Unter dem Einfluss der elektrischen Spannung, die zwischen den Enden der Leiter entsteht, die man trennt oder einander nähert, treten freie Elektronen aus dem Metall aus und stoßen heftig auf die Luftmoleküle im Zwischenraum. Dies hat zur Folge, dass den Atomen der Luft Elektronen entrissen werden und sie plötzlich leitfähig werden. Der elektrische Strom, der von einem Punkt in der Luft zu einem anderen fließt, wird sichtbar. Dieses Phänomen umfasst sowohl den elektrischen Funken als auch den Blitz.



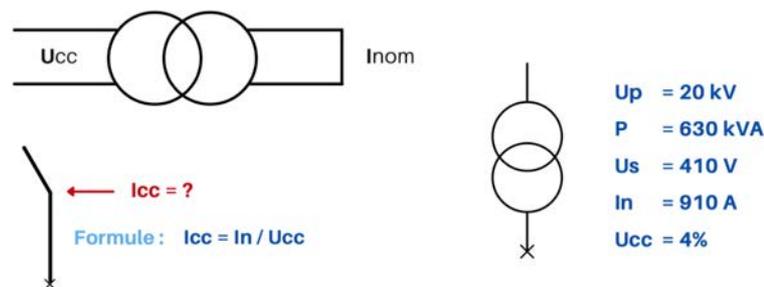
## Der Kurzschluss

Ein Kurzschluss kann einen Lichtbogen verursachen. Wenn ein Lichtbogen entsteht, führt dieser zu verschiedenen Effekten:

- Ionisationseffekte mit der Möglichkeit der Zündung von Sekundärlichtbögen.
- Lichteffekte sowie Druckeffekte als Folge der thermischen Effekte.
- Lärmeffekte, die aus der Addition der thermischen Effekte mit der Bewegung der nahezu Schallgeschwindigkeit resultieren.
- Auch Materialprojektionen bei Geschwindigkeiten von 1100 km/h können auftreten.

## Der Kurzschlussstrom

Betrachten wir den Strom, der in einem Kurzschluss vorhanden ist, etwas genauer. Die Kurzschlussspannung eines Transformators ist die Spannung, die an die Primärwicklung angelegt werden muss, um den Nennstrom der Sekundärwicklung zu erhalten, wenn diese kurzgeschlossen ist. Zur Erinnerung: Der Strom fließt durch magnetische Induktion in die erste Spule, die Primärspule, und dann in die andere Spule, die Sekundärspule. Aus diesem Grund spricht man bei einem Transformator von Primär- und Sekundärspannung, da die Spannung am Eingang der Primärspule nicht dieselbe ist wie am Ausgang der Sekundärspule.



Oben ist ein Schema zur Veranschaulichung des Kurzschlussstroms abgebildet. Um den Kurzschlussstrom an einem Transformator zu messen, muss die angegebene Formel angewendet werden, d. h. den Nennstrom des Transformators, der durch die Kurzschlussspannung des Transformators geteilt wird.

Mit den Daten, die aufgrund dieses Schemas zur Verfügung stehen, müssen 910 Ampere durch 4 % geteilt werden, was ein Ergebnis von 22 750 Ampere liefert.

Zur Erinnerung: Jede Schutzeinrichtung gegen Kurzschlüsse muss ein Bemessungsausschaltvermögen haben, das mindestens so hoch ist wie der angenommene Kurzschlussstrom an der Stelle, an der sie installiert wird.

## 11.3. Intensität des Stroms, der durch den menschlichen Körper fließt

Es wurde experimentell nachgewiesen, dass die Stromstärke ( $I$  = Ampere), die durch den menschlichen Körper fließt, und nicht die Spannung, bei einem Stromunfall zu Verletzungen führt. Es ist wichtig, zwischen diesen beiden Elementen zu unterscheiden:

Die Wahrnehmungsschwelle, das ist der Wert der Stromstärke, den eine Person wahrzunehmen beginnt, wenn sie mit der Hand einen Leiter berührt, verursacht ein leichtes Kribbeln. Sie wurde für Wechselstrom bei 1 mA getestet.

Die Grenzstromstärke, also die maximale Stromstärke, bei der eine Person noch in der Lage ist, den Leiter loszulassen, wurde experimentell für Wechselstrom auf 10 mA festgelegt.

Es gibt zwei Auswirkungen von elektrischem Strom auf den Körper.

1. **die Stimulation** : Muskeln und Nerven werden durch eine geringe Stromstärke angeregt. Jeder hat schon einmal ein kribbelndes oder prickelndes Gefühl verspürt, ohne eine Verletzung davongetragen zu haben. Diese Effekte können schon bei Strömen von 0,25 Milliampere (mA) auftreten. Ab 10 mA können die meisten Menschen nicht mehr loslassen, weil sich ihre Muskeln verkrampfen. Bei mehr als 50 mA kann es zu einem Herzstillstand kommen, wenn der Strom durch das Herz fließt.
2. **die elektrische Verbrennung** : Gewebe und Organe sind betroffen. Bei mehr als 100 mA gibt es elektrische Markierungen an den Kontaktstellen am Körper. Bei mehr als 10 000 mA oder 10 A kommt es zu schweren Verbrennungen, die zu Amputationen führen können.

### Schutz vor Kurzschlussstrom

Es gibt mehrere Regeln zum Schutz vor Kurzschlussströmen:

1. Messgeräte mit HH-Sicherungen verwenden;
2. beim Austausch von Geräten die Kurzschlussfestigkeit überprüfen ;
3. Tragen von PSA (Gesichtsschutz, Handschuhe, ... ) bei der Arbeit;
4. daran denken, dass Leistungsschalter mit zunehmender Anzahl von Schaltvorgängen ihre Unterbrechungsfähigkeit verlieren;
5. die Einstellungen der Schutzvorrichtungen beachten ;
6. Erdungsvorrichtungen für Arbeiten identifizieren;
7. isolierende Schutzschirme verwenden, um einen versehentlichen Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen zu verhindern;
8. Baustellen vor einer Wiederinbetriebnahme inspizieren.

1

## 11.4. Elektrisierung - Stromschlag



**Définition**

Eine **Elektrifizierung** tritt dann auf, wenn das Fließen von elektrischem Strom durch den Körper zu mehr oder weniger schweren Verletzungen führt.



**Définition**

Bei einem **Stromschlag** kommt es zu einem Todesfall. Erst ab 50 Volt (V) und 50 Milliampere (mA) besteht eine tödliche Gefahr.

1. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)



Ein Stromschlag ist ein Fall von Elektrifizierung, der zum Tod führt.



Unser Körper hat die Fähigkeit, Unfällen zu widerstehen. Das hängt von verschiedenen Elementen ab, die es zu berücksichtigen gilt: Kontaktfläche, Kontaktdruck, Hautdicke, Feuchtigkeit, aber auch Gewicht, Größe und Müdigkeit. Daher ist es schwierig, die physiologischen Auswirkungen eines Stromschlags genau abzuschätzen.

### **Einflussfaktoren auf einen Stromschlag**

Verschiedene Faktoren spielen eine Rolle bei Stromunfällen. Wenn elektrischer Strom durch den menschlichen Körper fließt, reagiert dieser wie ein Widerstand, und gemäß dem Ohmschen Gesetz, wird die Stärke des fließenden Stroms durch drei Elemente bestimmt:

- I, das die Stärke des Stroms darstellt, der durch den menschlichen Körper fließt, wobei die Maßeinheit Ampere ist.
- R, das den Widerstand darstellt, den der Körper beim Durchgang des Stroms entgegensetzt, und der in Ohm gemessen wird.
- U, die Kontaktspannung zwischen dem Stromeintrittspunkt und dem Stromaustrittspunkt bezeichnet, gemessen in Volt.

## **11.5. Die Auswirkungen von elektrischem Strom auf den menschlichen Körper**

Elektrischer Strom, der durch den Körper fließt, erzeugt Hitze, die das Gewebe verbrennt und zerstört. Verbrennungen können sowohl das innere Gewebe als auch die Haut betreffen. Die elektrische Entladung kann die körpereigenen elektrischen Systeme (Nervenimpulse) kurzschließen (stören) und zu Funktionsstörungen des Nervensystems führen, indem die Übertragung von Nervenimpulsen gestoppt oder beeinträchtigt wird.

Gezielt und in geringen Mengen eingesetzt, kann es in der Medizin heilende Wirkungen haben, wie z. B. bei der Reizstromtherapie oder zur Reaktivierung des Herzmuskels (Defibrillation). Auf dieser Seite werden nur die gefährlichen Wirkungen des elektrischen Stroms beschrieben, vor denen wir uns bestmöglich schützen wollen.

Die Beeinträchtigung der Übertragung von Nervenimpulsen kann folgende Faktoren beeinflussen:

- Muskeln, indem sie zu heftigen Kontraktionen führen ;
- das Herz, indem es nicht mehr schlägt (Herzstillstand) ;
- das Gehirn, indem es zu Krämpfen, Bewusstlosigkeit oder anderen Anomalien kommt.



Der Schweregrad der Verletzungen reicht von geringfügig bis lebensbedrohlich und hängt von folgenden Faktoren ab:

- Stromstärke ;
- Art des Stroms ;
- Weg des Stroms durch den Körper ;
- Dauer der Stromeinwirkung ;
- elektrischer Widerstand, der dem Strom entgegengesetzt ist.

**Thermischer Effekt**

Die thermische Wirkung des elektrischen Stroms führt bei hoher Stromstärke zu Verbrennungen an den Ein- und Austrittsstellen. Körperteile können durch die entstehenden Lichtbögen verkohlt werden. Infolge dieser starken Verbrennungen werden die Nieren überlastet, was zum Tod führt.

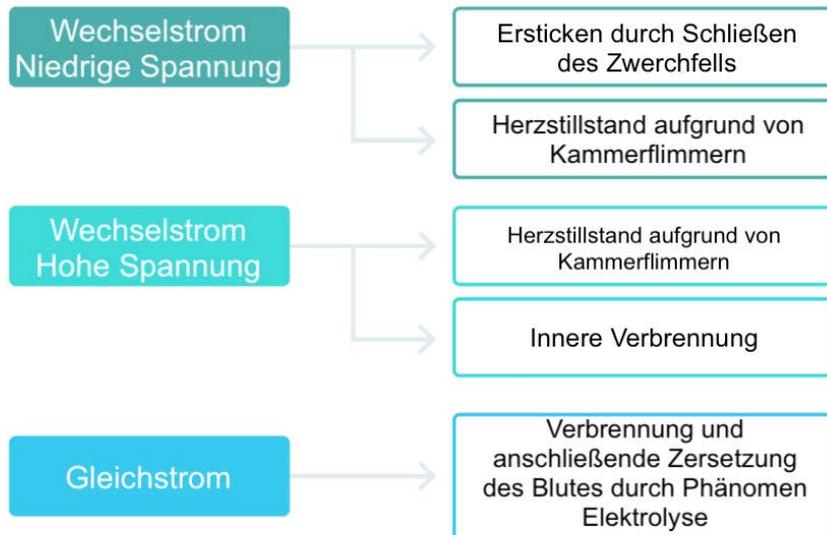
**Chemischer Effekt**

Die Flüssigkeiten des menschlichen Körpers, wie Schweiß, Speichel, Blut und Zellflüssigkeit, sind Elektrolyte. Das bedeutet, dass sie den elektrischen Strom besonders gut durch unseren Körper leiten. Die chemische Wirkung des Stroms kann, vor allem bei längerer Exposition, zu einer elektrolytischen Zersetzung des Blutes führen. Die Folge sind schwere Vergiftungserscheinungen! Diese Folgeerscheinungen können auch erst nach einigen Tagen auftreten und sind daher besonders heimtückisch.

**Stimulierende Wirkung auf die Muskeln**

Fast alle menschlichen Organe funktionieren auf der Grundlage von elektrischen Impulsen, die vom Gehirn ausgesendet werden. So steuern schwache Impulse von etwa 50 mV die Bewegung der Muskeln in unserem Körper. Die Impulse werden vom Gehirn über Nerven an die Muskeln weitergeleitet. Wenn ein Nerv unterbrochen wird, funktioniert der Muskel nicht mehr richtig. Wenn der Stromfluss groß genug ist, zieht sich ein Muskel zusammen. Handelt es sich dabei um die Muskeln einer Hand, kann man einen ergriffenen Gegenstand nicht mehr loslassen. Wenn der Brustkorb getroffen wird, setzt die Atmung aus. Es kann ein Herzstillstand ausgelöst werden oder der regelmäßige Ablauf der verschiedenen Bewegungen des Herzmuskels wird so stark gestört, dass es zu einer ungeordneten Bewegung ohne Pumpwirkung kommt - Kammerflimmern.

Bedingungen	Wirkungen
Hoher Strom, wie bei einem Blitzschlag oder Hochspannung	Thermische Wirkungen
Gleichstrom, lange Wirkungsdauer	Chemische Effekte
Wechselstrom, elektrische Impulse die die Muskeln stimulieren oder paralysieren.	Effekte Stimulation Muskel



## 11.6. Der Ort und die Art der Schädigung durch elektrischen Strom

Das Hauptsymptom ist häufig eine Hautverbrennung, aber nicht alle schweren Schädigungen sind sichtbar. Ärzte untersuchen Menschen auf Herzrhythmusstörungen, Knochenbrüche, Verrenkungen, Rückenmarksverletzungen oder andere Verletzungen.

Herzrhythmusstörungen werden überwacht, Verbrennungen behandelt und, wenn eine Verbrennung ausgedehnte innere Schäden verursacht hat, werden Flüssigkeiten und andere Behandlungen intravenös verabreicht.

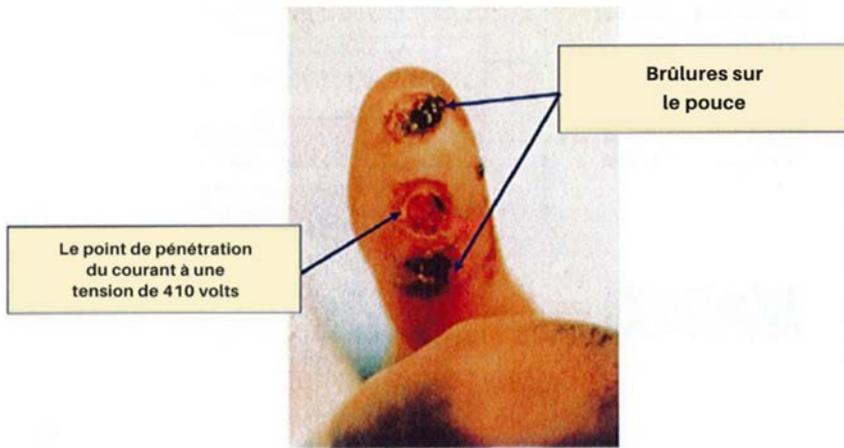


Stromverletzungen können auf verschiedene Weise entstehen: Kontakt mit einer defekten Maschine oder einem elektrischen Gerät, versehentlicher Kontakt mit einer elektrischen Anlage im Haushalt oder - im Freien - mit den Leitungen des Stromversorgungsnetzes. Ein Stromschlag infolge des Kontakts mit einer Haushaltssteckdose oder einem kleinen Elektrogerät ist selten schwerwiegend, aber die versehentliche Exposition gegenüber hohen Spannungen ist die Ursache für etwa 300 Todesfälle pro Jahr in den USA.

### Verbrennungen an einem Daumen

Verbrennungen an den Händen, die durch das Hantieren mit unter Spannung stehenden Geräten verursacht werden, sind unter Elektrikern weit verbreitet. Solche, die durch Strom mit einer Spannung von 410 Volt verursacht werden, sind beeindruckend, führen aber selten zu Amputationen. Bei Hochspannungsstrom ist dies nicht der Fall.

Strom fließt durch den menschlichen Körper von einer Eintrittspforte bis zu einer Austrittspforte. Die Austrittspforte ist zufällig; sie hängt von der Nähe oder dem Kontakt mit einer Masse ab (der leitfähigsten, wenn es mehrere gibt).



### Verbrennungen nach Kontakt mit einer Spannung von 5000 V

Elektrische Unfälle durch Hochspannung (>1000 V) führen zu tiefen Verbrennungen durch den Joule-Effekt entlang der Gefäß-Nerven-Achsen zwischen den Ein- und Austrittspunkten.



Der Joule-Effekt ist eine thermische Reaktion, die auftritt, wenn Elektrizität durch leitfähige Materialien fließt. Er wurde 1940 von einem englischen Physiker namens James Prescott Joule entdeckt und hat sich seitdem als unwiderlegbare Norm etabliert.

Der Joule-Effekt äußert sich in der Wärme, die entsteht, wenn elektrischer Strom durch leitende Materialien wie Kupferkabel fließt. Diese Wärme entsteht durch den Widerstand, den die Leiter und ihre Atome dem elektrischen Strom entgegensetzen. Der Joule-Effekt macht es daher erforderlich, die elektrische Leistung am Anfang des Stromkreises zu überdimensionieren, um am Ende des Weges die richtige Menge an Energie zu liefern.

Der Strom fließt durch den Körper und verbrennt durch den Joule-Effekt ( $J = R \times I^2 \times T$ ). Dieses Gesetz lehrt uns, dass die abgegebene Wärmemenge im Verhältnis zur Spannung steht ( $U = R \times I$ ) und proportional zum Widerstand des Körpers (R), der elektrischen Stromstärke (I) und der Kontaktzeit (T) ist].

## 11.7. Die Folgen eines Unfalls

Für die Opfer hat ein Unfall verschiedene Folgen:

- verminderte körperliche Fähigkeiten ;
- vorübergehende oder endgültige Arbeitsunfähigkeit ;
- Verlust von Errungenschaften ;
- Verlust des Gehalts ;
- Verringerung der Lebensqualität.

Auch psychologische Folgen für das Opfer und sein Umfeld sind festzustellen. Für das Unternehmen und die Allgemeinheit sind die Folgen vielfältig.

Was die finanziellen Kosten betrifft, so werden die Entscheidungsgremien der Geschäftsleitung, die Hierarchie sowie die Personalvertreter in Frage gestellt.

Die organisatorischen Kosten und die Produktionskosten werden darunter leiden.

Der Unfall wird nämlich Folgendes mit sich bringen:

- Desorganisation,
- geringere Qualität der Leistungen ;
- Erhöhung der Risiken und Verzögerungen.

Außerdem muss ein Ersatz gefunden werden, der die Arbeit des verletzten Arbeitnehmers übernimmt. Das Unternehmen kann auch Bußgelder erhalten und zur Zahlung von Gerichtskosten gezwungen werden. Die Folgen können demnach für die finanzielle Situation des Unternehmens schwerwiegend sein.

## 11.8. Die Kosten von Unfällen

Die finanziellen Kosten von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten lassen sich in zwei Kategorien unterteilen.

### Direkte Kosten

Ständige Zulagen, Arztkosten, Renten usw. müssen gezahlt werden. Woran in der Regel nicht gedacht wird, ist, dass das Unternehmen diese in Form von Sozialversicherungsbeiträgen zahlt.

Vom Opfer wird eine umfangreiche Unterstützung verlangt.

### Indirekte Kosten

- die erforderliche Zeit für die administrative Bearbeitung des Schadensfalls ;
- die Genesungszeit des Verletzten ;
- der mögliche Bruch von Material ;
- die Verzögerung der Lieferung, der Produktion, des Projekts usw. ;
- möglicher Verlust von Verträgen ;
- mögliche Kosten für die Ausbildung der Ersatzkraft ;
- das Image des Unternehmens (Schädigung des Rufs).

Je nach Art des Unfalls und seiner Schwere unterscheiden sich der rechtliche Rahmen und die Folgen.



## 12. Verhaltensweisen bei Stromunfällen

### 12.1. Verhalten bei einem Unfall

Auf jeder Baustelle befinden sich verschiedene Plakate. Auf diesen Plakaten sind die Adressen und Telefonnummern der Notdienste sowie der Name des Ersthelfers der Baustelle angegeben. Wenn eine Person Zeuge eines Stromunfalls wird, sollte sie als Erstes den Baustellensanitäter benachrichtigen.



FEUER	EVAKUATION	ERSTE HILFE
 <b>ALARMIEREN</b> - Ruhe bewahren - Feuerwehr alarmieren, Tel: 112 oder Handfeuermelder betätigen	 <b>ZUHÖREN UND BEFOLGEN</b> - Anweisungen der Alarmorganisation und der Pikettpersonen befolgen	 <b>GRUNDSATZ</b> - Schauen (Situation überblicken) - Denken (Gefahren erkennen) - Handeln (Sich schützen, Hilfe leisten)
 <b>RETTEN UND WARNEN</b> - Hilfe leisten - Gefährdete Personen warnen - Behinderte und Verletzte retten	 <b>RETTEN UND WARNEN</b> - Behinderte Mitmenschen nicht vergessen	 <b>ALARMIEREN</b> - Ruhe bewahren! - Ambulanz, Tel: 112 - Hausdienst benachrichtigen über Zentrale Int.Tel:
 <b>LÖSCHEN</b> - Feuer mit Handfeuerlöschern und/oder Wasserlöschposten bekämpfen - Sich nicht in Gefahr begeben!	 <b>GEBÄUDE VERLASSEN</b> - Den Fluchtwegbezeichnungen folgen - Aufzüge nicht benutzen - Persönliche Wertsachen mitnehmen	 <b>RETTEN</b> - Nur bei akuter Gefahr - Vorsichtig arbeiten - Patienten aus Gefahrenzone bringen
 <b>SICHERN</b> - Beim Hinausgehen: Fenster und Türen schliessen	 <b>SAMMELPUNKTE</b> - Bei den Sammelpunkten auf Anweisungen warten; - Interventionskräfte nicht behindern	 <b>HILFE LEISTEN</b> - Allgemeinzustand beurteilen - Sich selber schützen - 1. Hilfemaßnahmen leisten
 <b>AUFZÜGE NICHT BENÜTZEN</b>	 <b>RÜCKKEHRVERBOT</b> - Nicht in den Gefahrenbereich zurückgehen - Anweisungen des Notfallteams und der Feuerwehr / Polizei befolgen	 <b>BETREUEN</b> - Patienten bis zum Eintreffen der Rettungskräfte betreuen - Rettungskräfte unterstützen

Wenn es sich um einen Stromschlag handelt, darf man das Opfer auf keinen Fall berühren, sondern muss sofort den Strom abschalten!

Achtung: Das Opfer darf nicht bewegt werden und man darf ihm auch nichts zu trinken geben.

**Wenn man nicht ausgebildet oder qualifiziert ist, sollte man keine Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen.**

Wenn man in Erster Hilfe ausgebildet ist, kann man sofort mit der Mund-zu-Mund-Beatmung und der Herzmassage beginnen, bis Hilfe eintrifft.

# Erste Hilfe

## bei Unfällen durch elektrischen Strom

Bei jedem Stromunfall muss mit Kreislaufstillstand gerechnet werden

**Allgemeine Maßnahmen**

- Auf Selbstschutz achten
- In jedem Fall zunächst für Stromunterbrechung sorgen

**Niederspannung (üblich im Haushalt und Gewerbe bis maximal 1000 Volt)**

- Stecker ziehen
- Ausschalten
- Sicherung/Sicherungsautomat betätigen



**Hochspannung (durch Warnschild mit Blitzpfeil gekennzeichnete Anlagen über 1000 Volt)**

- Abstand halten (5 m Abstand) und sofort Notruf „Elektronfall“ veranlassen
- Fachpersonal herbeirufen (zwecks Ausschalten)
- Rettung aus Hochspannungsanlagen nur durch Fachpersonal!
- Hilfeleistung erst nach Eingreifen von Fachpersonal

**Maßnahmen am Patienten**

- Bei jedem Elektronfall ständige Kontrolle von Bewusstsein und Atmung (Kreislauf)
- Versorgung des Verletzten je nach Zustand (Verbrennung)
- Ärztliche Behandlung veranlassen

**Grundsätze**

- Ruhe bewahren
- Unfallstelle sichern
- Eigene Sicherheit beachten

**Notruf**

- Wo geschah es?
- Was geschah?
- Wie viele Verletzte?
- Welche Art von Verletzungen?
- Warten auf Rückfragen!

**Bewusstsein prüfen**  
laut ansprechen, anfassen, rütteln

vorhanden

Situationsgerecht helfen  
z.B. Wunde versorgen

nicht vorhanden

um Hilfe rufen

**Atmung prüfen**  
Atemwege freimachen, Kopf nackenwärts beugen, Kinn anheben, sehen/hören/fühlen

normale Atmung

Stabile Seitenlage

**30 x Herzdruckmassage**  
Hände in Brustmitte  
Drucktiefe 5 – 6 cm  
Arbeitstempo 100 – 120/min

keine normale Atmung

Notruf

**2 x Beatmung**  
1s lang Luft in Mund oder Nase einblasen

rettungsteilstelle (Notruf):

Ersthelfer:

Betriebsanführer:

Erste-Hilfe-Material bei:

Erste-Hilfe-Raum:

Ärzte für Erste Hilfe:

Berufsgenossenschaftliche Durchgangsarzt:

Berufsgenossenschaftlich zugelassene Krankenhäuser:



Bei einem Stromunfall gibt es drei wichtige Schritte:

1 - SCHÜTZEN: Als Erstes müssen alle Personen am Unfallort geschützt und dafür gesorgt werden, dass der Strom abgeschaltet wird.

2 - ALARMIEREN: Als Nächstes soll der Notruf gewählt werden, den Namen und die Telefonnummer des Anrufers angeben werden, und niemals als Erster auflegen.

3 - RETTEN: Und schließlich sollte gewartet werden, bis die zuständigen Personen an den Ort des Geschehens kommen, um dem oder den Opfern zu helfen.

## 12.2. Unfall mit Niederspannung

Welche Maßnahmen sind bei einem Unfall mit Niederspannung zu ergreifen?

- für die eigene Sicherheit sorgen ;
- die Stromquelle ausschalten ;
- den Stecker aus der Steckdose ziehen ;
- den elektrischen Leiter mit einem nicht leitenden Gegenstand (Besenstiel usw.) fernhalten ;
- mit dem Opfer sprechen, Bewusstsein und Atmung kontrollieren, ggf. den Puls kontrollieren ;
- Rettungsdienste über die europäische Notrufnummer 112 alarmieren ;
- sich für Wiederbelebensmaßnahmen bereithalten ;
- Wiederbelebung bei Bewusstlosigkeit und Atemstillstand (nicht normale Atmung) ;
- einen funktionstüchtigen AED (Defibrillator) anlegen ;
- bei Bewusstlosigkeit in die sichere Seitenlage bringen ;
- körperliche Ruhe, wenn die Person bei Bewusstsein ist ;
- Behandeln von Verbrennungen ;
- Wärme aufrechterhalten ;
- kontinuierliche Überwachung und Pflege bis zur Übernahme durch den Rettungsdienst.

# Verhalten im Notfall

## Ruhe bewahren

---

<b>1. Alarm melden</b>		<p>WER meldet? WAS ist passiert? WO ist es passiert? Sind Menschen in Gefahr?</p>
<hr/>		
<b>2. Sofortmaßnahmen</b>		<p>Anweisungen beachten Gefahrenstelle absichern Erste Hilfe leisten Gefahr bekämpfen</p>
<hr/>		
<b>3. In Sicherheit bringen</b>		<p>Gefährdete Personen warnen Hilflose mitnehmen Gegensichtswegen Fluchtwegen folgen Aufzug nicht benutzen</p>

Elektrische Anlagen können gefährlich sein, selbst wenn sie den Sicherheitsvorschriften aus der Zeit entsprechen, in der sie auf den Markt gebracht wurden. Denn sie altern aufgrund ihrer Nutzung und der natürlichen Abnutzung der Materialien.

Außerdem haben sich die Haushaltsgeräte vervielfacht und die verbrauchte Leistung ist gestiegen. In älteren Installationen können diese Geräte nicht mehr richtig mit Strom versorgt werden. Die Anzahl der Steckdosen ist oft nicht ausreichend und die Verwendung von Mehrfachsteckdosen und Verlängerungskabeln kann zu Beschädigungen und Fehlkontakten in der Steckdose führen.

Hier sind einige Beispiele für Installationen, die, wenn sie einen Fehler aufweisen, einen Brand verursachen können: unzureichende Schutzvorrichtungen, unzureichende oder beschädigte Isolierung, fehlerhafte Verbindungen, ein überlastetes Gerät, ein schlecht belüftetes Gerät oder ein schlecht belüfteter Schaltschrank, elektrostatische Entladung oder auch Blitzschlag.

### Unfall mit Hochspannung

Achtung!

1. Der Stromkreis darf nur von einem Fachmann (Netzbetreiber) freigegeben werden ;
2. Bergung nur auf isolierendem, trockenem Boden und mit geeignetem Bergungswerkzeug durchführen (isolierende Handschuhe, Gummischuhe oder Kleidung reichen auf keinen Fall aus) ;
3. Unfallstelle räumen, 10 bis 20 m ins Freie wegen der Spannungstrichter. Gefahr eines Lichtbogens bei auf dem Boden liegenden Kabeln (1 cm / 1000 V) ;
4. der Unfall dem ESTI melden ;
5. nichts verändern ;
6. Fotos und Notizen machen.



Die **Schrittspannung** ist die Spannung zwischen den Füßen einer Person, die in der Nähe eines Stromeinspeisungspunktes auf der Erde steht. Sie ist gleich der Spannungsdifferenz, die sich aus der Spannungsverteilungskurve ergibt, zwischen zwei Punkten, die sich in unterschiedlicher Entfernung vom Einspeisepunkt befinden

- Vor dem Berühren des Opfers muss der Strom ausgeschaltet werden. Dieses Manöver darf nur von einer qualifizierten Person durchgeführt werden, die mit der Anlage vertraut ist. Die Isolierung des Retters reicht nicht aus.
- Das Opfer mit isolierendem Material (z. B. einer Rettungsstange) aus der Gefahrenzone ziehen.
- Es sollte vermieden werden, sich dem unter Spannung stehenden Leiter zu nähern.
- Sich durch aufeinanderfolgende Sprünge oder kleine Schritte (Schrittspannung) fortbewegen.

Sobald der Verunglückte dem Kontakt, der den Unfall verursacht hat, entzogen ist, muss geprüft werden, ob er atmet.

Ist dies nicht der Fall, muss unverzüglich mit der Wiederbelebung begonnen werden, vorzugsweise mit einer oralen Methode wie Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung. Alle anderen Wiederbelebungsverfahren, insbesondere die externe Herzdruckmassage, die bei Kreislaufstillstand unerlässlich ist, sollten durchgeführt werden, wenn der Helfer dafür ausgebildet und trainiert ist. Diese Wiederbelebungsmaßnahmen sollten so lange fortgesetzt werden, bis spezialisierte Hilfe eintrifft.

Wie bereits erwähnt, führt Hochspannung zu schweren äußeren und inneren Verbrennungen.



In jedem Fall gilt es :

1. den Verunglückten nicht aus den Augen verlieren ;
2. den Verunglückten auf den Boden legen ;
3. die Verbrennungen schützen ;
4. eine Auskühlung vermeiden ;
5. 112 anrufen.

Um mit den lebensrettenden Maßnahmen vertraut zu sein, ist es sehr ratsam, regelmäßig an einer Erste-Hilfe-Ausbildung teilzunehmen.

### 12.3. Verhalten im Brandfall

Die drei häufigsten Ursachen für Brände sind: Abnutzung, Nichtkonformität oder auch eine falsche Verwendung der Installation.

Eine elektrische Anlage kann aus verschiedenen Gründen einen Brand verursachen:

- ein Versagen der Erdung,
- eine schlechte Isolierung der elektrischen Leitungen,
- eingeklemmte, gequetschte oder unter einem Teppich versteckte Stromkabel,
- zu viele und überlastete Verlängerungskabel und Mehrfachsteckdosen, oder auch
- mangelnde Wartung oder fehlende regelmäßige Kontrollen.

#### Brand an elektrischen Anlagen

Damit es zu einem Feuer kommt, müssen drei Elemente zusammenkommen:

1. **Ein Brennstoff**, d. h. ein Material, das brennen kann, wie z. B. Holz, Benzin oder Öl.
2. **Ein Oxidationsmittel**, d. h. Sauerstoff, der sich mit dem Brennstoff verbindet und die Verbrennung ermöglicht.
3. **Eine Aktivierungsenergie**, die den Start der chemischen Reaktion ermöglicht, z. B. Wärme oder eine Flamme.



Um ein Feuer zu löschen, gibt es verschiedene Löschrinzipien:

- Zunächst muss der Brennstoff entfernt werden, indem der Gashahn abgedreht wird.
- Danach muss auf die Aktivierungsenergie einwirkt werden, indem sie durch Wasserspritzen abgekühlt wird.
- Um auf den Oxidator einzuwirken, muss dieser z. B. mit Sand oder einem Tuch erstickt werden.
- Und schließlich müssen der Brennstoff und das Oxidationsmittel durch eine dichte Barriere getrennt werden, z. B. durch Pulver oder Schaum.

Brandklasse	 A	 B	 C	 D	 F
	Brände fester Stoffe	Brände flüssiger Stoffe (ohne Speiseöle und -fette)	Brände von Gasen	Brände von Metallen	Brände von Speiseölen und -fetten
Beispiele der brennenden Stoffe	Holz, Papier, Stroh, Textilien, Kohle, Autoreifen, nicht schmelzende Kunststoffe	Benzin, Benzol, Öle, Fette, Lacke, Teer, Stearin, Paraffin, schmelzende Kunststoffe	Methan, Propan, Wasserstoff, Acetylen, Erdgas, Stadtgas	Aluminium, Magnesium, Lithium, Natrium, Kalium und deren Legierungen	(pflanzliche und tierische) in Frittier- und Fettbackgeräten sowie anderen Kücheneinrichtungen und -geräten
Erscheinungsbild	Glut und Flammen	Flammen	Flammen	Glut	Flammen
Geeignete Löschmittel	- Wasser - ABC-Löschpulver - Fettbrand-Löschmittel - Schaumlöschler - BC-Löschpulver	- Schaumlöschler - ABC-Löschpulver - BC-Löschpulver - Fettbrand-Löschler - Sand - Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) - Wasser (nur FW-Sprühstrahl)	- BC-Löschpulver - ABC-Löschpulver - Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	- D-Löschpulver - Sand	- Fettbrand-Löschmittel

Bei einem Brand in einer elektrischen Anlage sollte ein CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher verwendet werden. Das in diesem Feuerlöschertyp enthaltene Kohlendioxid liegt in komprimierter, verflüssigter und gasförmiger Form vor. Es wird durch Ersticken auf Brände der Klasse B wirken: Brände von Flüssigkeiten.

Das CO<sub>2</sub> verlässt den Feuerlöscher bei einer Temperatur von -78 °C in Form von Trockeneis und bewirkt einen starken Temperaturabfall. CO<sub>2</sub> hat die Eigenschaft, dass es bei einem starken Temperaturanstieg direkt vom gasförmigen in den festen Zustand übergeht, weshalb es sich in Trockeneis verwandelt. Dieser verdampft bei Kontakt mit brennenden Produkten und bildet eine Gasdecke, die die Flammen kühlt und erstickt.

Hier ist eine Zusammenfassung der verschiedenen Arten von Feuerlöschern und ihrer unterschiedlichen Verwendungszwecke :



#### Wasser + Zusatzstoff

- Wirksam gegen Brände der Klasse B (nicht empfohlen für elektrische Brände).
- Erzeugt einen luftdichten, isolierenden Film.
- Wirkt durch Abkühlung.



#### Schaum

- Wirkt gegen Brände der Klasse B, in geringerem Maße auch gegen Brände der Klasse A.
- A.
- Isoliert die Luft.
- Wirkt durch Kühlung.
- Löscht die Flammen vollständig aus, ohne dass ein Wiederaufflammen möglich ist.



#### Pulver

- Schnellster Feuerlöscher zum Löschen von Bränden.
- Sehr wirksam bei Gasbränden mit großen Amplituden (Klassen ABC).
- und elektrische Brände mit einer Spannung von weniger als 1000 V.
- Einziger Feuerlöscher, der bei Minustemperaturen eingesetzt werden kann.



#### Gas

- Hinterlässt keine Rückstände und verursacht keine Schäden.
- Praktisch für Brände der Klasse B, in elektrischen, Elektronik (Computer usw.) und in der Küche.
- Kühlt überhitzte Geräte.

## 13. Die Kontrolle und Wartung der Installationen

### 13.1. Das Verfahren

Vorgehen :

1. Kontrolle und Inbetriebnahme ;
2. visuelle Kontrolle ;
3. Prüfung der Funktionsfähigkeit ;
4. Kontinuität der Schutzleiter und der Haupt- und zusätzlichen Potenzialausgleichsverbindungen ;

5. Zustand der Isolierung der elektrischen Anlage ;
6. Überprüfung der Schutzbedingungen durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ;
7. Festigkeit von Böden und Wänden ;
8. Schutz durch SELV oder PELV oder durch Trennung der Stromkreise Funktionsprüfung.

Für Spezifikationen bezüglich der Probezeit und der Inspektion von ortsfesten elektrischen Anlagen und Geräten kann der Auftragnehmer auf die AAA-Tabelle 14.6.4 Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen und Geräten verweisen.

Elektrische Anlagen und Geräte für den Betrieb	Periodizität	Art der Kontrolle	Verantwortlich für die Kontrolle
Anlagen und Material Ortsfeste elektrische	4 Jahre	Gesetzlicher Status	Qualifizierte Person
Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel in Werkstätten, Räumen und besonderen Einrichtungen	1 Jahr	Gesetzlicher Status	Qualifizierte Person
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstromschutzschaltern in nicht stationären Anlagen	1 Monat	Effizienz	Qualifiziertes Personal oder erfahrene Person unter Verwendung geeigneter Mess- und Kontrollgeräte.
Fehlerstromschutzschalter Differenzstromschutzschalter, Auslösung durch Fehlerstromspannung in - Stationären Anlagen - Nicht stationären Anlagen	6 Monate Journalistisch	Kontrolle der korrekten Funktion durch Betätigung der Kontrollvorrichtung.	Benutzer

**Tabelle: Prüfintervalle für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel**

Anlagen / elektrische Betriebsmittel	Periodizität Richtwert und Höchstwert	Art der Kontrolle	Verantwortlich für die Kontrolle
Bewegliches elektrisches Material Verlängerungs- und Anschlusskabel von Geräten die mit Steckern versehen sind Anschlusskabel mit Steckern Mobile Kabel mit Steckern und festen Steckdosen	Richtwert: 6 Monate Baustelle: 3 Monate Wenn die Fehlerquote Mängel <2%  Höchstwerte: auf Baustellen, in Produktionsstätten und unter ähnlichen Bedingungen: ein Jahr In Büros oder unter ähnlichen Bedingungen: zwei Jahre.	Regulatorischer Staat	Qualifizierte Person Bei Verwendung geeigneter Mess- und Kontrollgeräte auch eine sachkundige Person

## 14. Die Funktionen von elektrischen Geräten

### 14.1. Der Sicherheitsschalter



Der Sicherheitsschalter hat eine trennende Funktion. Sie ermöglicht es, im Falle einer Gefahr oder eines Eingriffs die Zwangsabschaltung der Stromversorgung vorzunehmen. Die Trennung sorgt dafür, dass die gesamte Anlage oder nur ein Teil davon spannungsfrei geschaltet wird.

### 14.2. Das Schutz- oder Leistungsrelais



Das Schutz- und Leistungsrelais hat eine Steuerungsfunktion. Es kann die Energiezufuhr herstellen oder unterbrechen, aber auch modulieren (Dimmer oder Geschwindigkeitsregler).

### 14.3. Die Sammelschienenverbindung



Die Sammelschienenverbindung dient dazu, Strom anzuschließen und zu verteilen.

## 14.4. Der Leistungsschalter



Der Leistungsschalter schützt vor Kurzschlüssen und vor Überlastungen.

## 14.5. Der Trenner



Der Trennschalter isoliert den Stromkreis vom Rest der Anlage, um die Sicherheit der Personen zu gewährleisten, die an diesem Stromkreis arbeiten. Ein Trennschalter ist nicht in der Lage, einen Strom zu unterbrechen, da er keine Trennkraft besitzt.

Es ist verboten, einen Trennschalter unter Last zu öffnen, d. h. wenn durch die Pole ein Strom fließt.

Dies kann durch ein Leistungsrelais, ein Schutz- oder Sicherungstrennschalter, ein Sicherheitsschalter oder auch ein 380er-Stecker erfolgen.

## 14.6. Die Notabschaltung



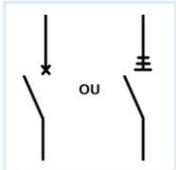
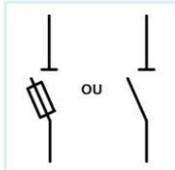
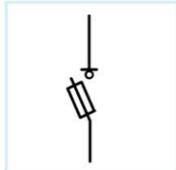
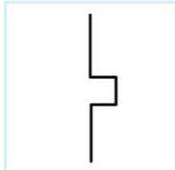
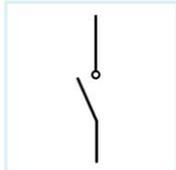
Die Notabschaltung ist dazu bestimmt, Gefahren, die durch elektrischen Strom unvorhergesehen entstehen können, so schnell wie möglich zu beseitigen.

Die Unterbrechung bezieht alle aktiven Leiter ein. Die Wirkung ist so direkt wie möglich und erfolgt mit einer einzigen Betätigung des Betätigungsorgans.

Die Manipulation ist leicht, einfach und schnell zugänglich.

Außerdem muss der Schutz von Gütern und Personen vor Überlast, Kurzschluss, Isolationsfehlern und Überspannungen gewährleistet sein. Dies kann durch einen thermischen Schutz, einen Sicherungseinsatz, einen Sicherungshalter oder ein Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter) erreicht werden.

## 14.7. Die Symbole im Stromlaufplan

Leistungsschalter	Sicherungstrennschalter	Trennschalter mit Sicherungen	Thermisches Relais	Schütz
				
				

## 15. Die Bedeutung des Wetters bei Elektroarbeiten im Freien

### 15.1. Die Hitze

Wenn es heiß ist, neigen die Menschen dazu, zu schwitzen. Schwitzen ist ein ganz normaler Körperprozess, der dabei hilft, die Körpertemperatur zu regulieren. Wenn unser Körper sich erwärmt, leitet er die Wärme über die Haut ab. Der Schweiß, der hauptsächlich aus Wasser besteht, verdunstet und kühlt so den Körper ab. Je wärmer wir uns fühlen, sei es durch Stress, Sport oder das Wetter, desto mehr schwitzen wir und haben das Bedürfnis, uns auszuziehen.

Was an sich normal ist, kann sich jedoch als gefährlich erweisen, da dann die Tendenz besteht, auf persönliche Schutzausrüstung zu verzichten. Bei hohen Außentemperaturen sollte es daher vermieden werden, Arbeitnehmern, die mit einem isolierenden Schutzanzug ausgestattet sind, schwere körperliche Arbeit zuzumuten.

Bei Arbeiten in Kabelgräben bietet das Aufstellen von Sonnenschirmen einen angemessenen Schutz vor der Sonne.



### 15.2. Der Niederschlag

Niederschläge wie Regen, Schnee, Hagel, Nieselregen, Sprühregen oder Reif sind bei der Durchführung von Elektroarbeiten ebenfalls zu berücksichtigen. Je nach Spannungsebene, Art der Anlage und Arbeitsmethode müssen die Arbeiten unterbrochen werden, wenn diese Niederschläge zunehmen. Schutzzelte oder große Regenschirme können die durch Niederschläge verursachten Risiken verringern. Es ist jedoch wichtig, dass die Füße trocken bleiben.



### 15.3. Der Nebel

Nebel ist ein natürliches Phänomen aus Wasserdampf, der knapp über dem Boden eine Wolke bildet, die die Sicht behindert. Nebel gilt als dicht, wenn er die Sicht so stark beeinträchtigt, dass die Sicherheit gefährdet ist, insbesondere wenn der Leiter der Arbeiten die Arbeiter nicht mehr deutlich sehen kann.

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die unter Spannung stehenden Teile, an denen oder in deren Nähe Menschen arbeiten, deutlich unterschieden werden können. Ist dies nicht der Fall, muss die Arbeit unbedingt unterbrochen werden.



## 15.4. Die Stürme

Ein Gewitter ist eine atmosphärische Störung konvektiven Ursprungs, die mit einer bestimmten Wolkenart verbunden ist: der Cumulonimbus. Die Cumuluswolke hat eine große vertikale Ausdehnung und führt zu starken Regenfällen bis hin zu Gewittern.

Es kommt zu starken Regenfällen und elektrischen Entladungen durch Blitze mit Donner. In extremen Fällen kann ein Gewitter auch Hagelschlag oder sehr starke Winde verursachen. Gewitter können zu jeder Jahreszeit auftreten, solange die Bedingungen für Instabilität und Luftfeuchtigkeit gegeben sind. In den mittleren Breitengraden schwankt die Anzahl mit der Jahreszeit. Gewitter äußern sich in Blitzen und Donnerschlägen.



Sobald ein Arbeiter einen Blitz wahrnimmt oder einen Donnerschlag hört, muss er die Arbeiten sofort unterbrechen.

Dies gilt umso mehr, wenn diese Arbeiten an blanken Leitern, Freileitungen oder an angeschlossenen Schaltanlagen durchgeführt werden.

## 15.5. Die Winde

Wind ist definiert als eine horizontale Luftbewegung vom hohen zum niedrigen Luftdruck. Je näher der Hochdruck am Tiefdruckgebiet liegt, desto stärker ist der Wind.

Der Wind kann in m/s oder km/h gemessen werden, er ist variabel und unbeständig, hat mehrere Richtungen und kann in einer sogenannten Windrose dargestellt werden. Der Wind gilt als stark, wenn er den Arbeitnehmer daran hindert, seine Werkzeuge und Geräte mit ausreichender Präzision zu bedienen. In diesem Fall ist es besser, die Arbeit zu unterbrechen.



## 16. Der Bauleiter

### 16.1. Die Aufgaben des Bauleiters

#### Bevor Sie mit der Arbeit beginnen

Stellen Sie vor Beginn der Arbeit sicher, dass :

- die Arbeit klar definiert wurde ;
- die elektrischen oder nicht-elektrischen Risiken analysiert wurden ;
- das Personal über die Schutz- und Sicherheitsausrüstung verfügt ;
- die entsprechenden Kompetenzen verfügt ;
- besondere Genehmigungen vorliegen.



#### Vor Beginn der Arbeit

- Von der Person, die für die Abschaltung verantwortlich ist, die Abschaltbescheinigung erhalten.
- Spannungsfreiheit feststellen/prüfen und erden und kurzschließen.
- Arbeitsbereich abgrenzen.
- das Personal über die Art der Arbeiten, die Grenzen des Arbeitsbereichs und die zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen informieren.
- Anweisungen zum Beginn der Arbeiten geben.

#### Während der Bauarbeiten

- Stets auf die Anwendung von Sicherheitsmaßnahmen achten.
- Die Aufsicht über die Mitarbeiter übernehmen.
- Auf die korrekte Ausführung der Arbeiten achten.
- Auf die richtige Verwendung von Sicherheitsausrüstung und -material achten.

#### Am Ende der Arbeit

- Sicherstellen, dass die Arbeit ordnungsgemäß ausgeführt und dass alle Werkzeuge / Zählungen entfernt wurden.
- Das Personal versammeln zum Debriefing.



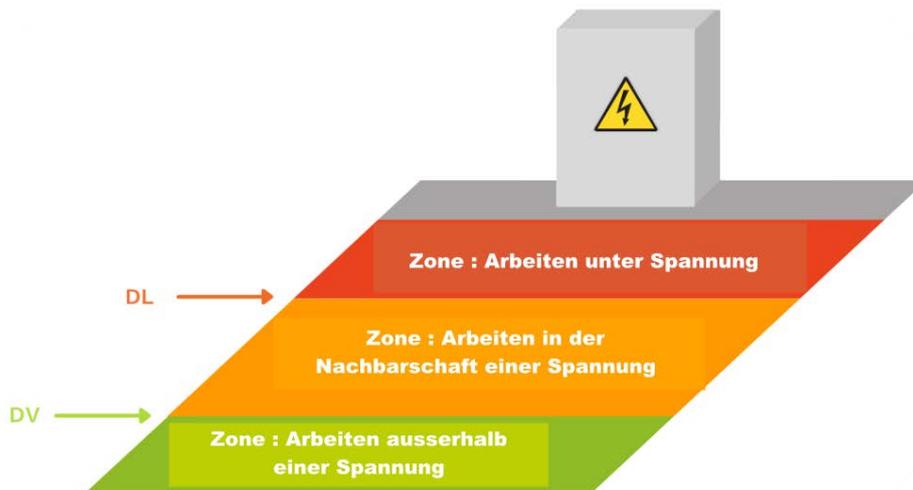
- Material, das den Arbeitsbereich abgrenzt, entfernen.
- Die Erdungs- und Kurzschlussvorrichtungen entfernen.
- Den Bericht über den Abschluss der Arbeiten dem Verantwortlichen übergeben, der die Anlage wieder in Betrieb nehmen wird.

## 17. Arbeiten in der Nähe von aktiven Teilen

### 17.1. Nachbarschaftszonen und Zonen unter Spannung

Bei elektrischen Arbeiten werden 3 Zonen in Bezug auf unter Spannung stehende blanke Teile definiert:

- Die **Zone für Arbeiten unter Spannung**: Der Abstand ist so gering, dass man davon ausgeht, dass man mit elektrischen Quellen in Berührung kommt (nur bei Hochspannung).
- Der **Nachbarschaftsbereich**: Der Abstand ist ausreichend, aber ein falscher Handgriff oder ein Fehler könnte dazu führen, dass eine Person mit elektrischen Quellen in Berührung kommen. Es ist wichtig, darauf zu achten, persönliche Metallgegenstände zu entfernen, Gefahrenbereiche zu markieren usw. Das Tragen der persönlichen Schutzausrüstung und die Wahl einer stabilen Arbeitsposition sind ebenfalls unerlässlich.
- Der **spannungsfreie Bereich**: Das Material befindet sich außerhalb der normalen Reichweite.



### 17.2. Arbeiten in der Nähe von aktiven Teilen

Unter Arbeiten in der Nähe aktiver Teile durch erfahrene oder qualifizierte Personen sind Tätigkeiten aller Art zu verstehen, bei denen diese Personen mit Körperteilen oder Gegenständen in den Nachbarschaftsbereich eindringen können, ohne dabei aktive Teile zu berühren oder in die Gefahrenzone zu gelangen.

Zu jedem Zeitpunkt muss sichergestellt sein, dass die Grenzen der Gefahrenzone DL nicht erreicht werden können. Die Sicherheitsabstände müssen auch beim Schwingen von Lasten, Hebezeugen, Lastaufnahmemitteln oder bei Schwingungen von Leiterseilen eingehalten werden.

Der Arbeitgeber (oder die Firma, die den Arbeitsplatz nutzt) ist für die Kontrolle und Einhaltung der Sicherheitsabstände verantwortlich.

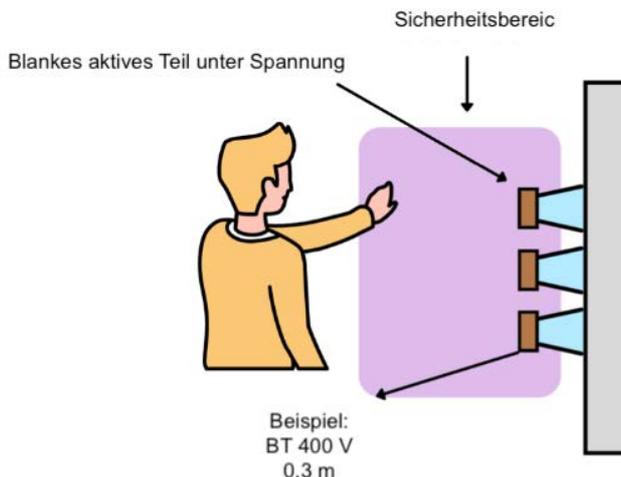
Je nach Art der auszuführenden Arbeiten sind die geltenden Normen zu beachten, in denen unter Umständen höhere Sicherheitsabstände angegeben sind. Die Grenze der Gefahrenzone entspricht dem Mindestabstand in der Luft. Das Erreichen der äußeren Grenze der Gefahrenzone ist gleichbedeutend mit dem Berühren des aktiven Teils.

Effektive Nennspannung (kV)	Grenzabstand Bereich unter Spannung DL (mm)	Grenzabstand Nachbarschaftsbereich DV (mm)
≤ 1	Pas de contact	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3000
150	1200	3000
220	1600	3000
275	1900	4000
380	2500	4000
480	3200	6100
700	5300	8400

In solchen Situationen können erfahrene oder qualifizierte Personen mit Körperteilen oder Gegenständen in den Nachbarschaftsbereich eindringen, ohne jedoch die aktiven Teile zu berühren oder in den Gefahrenbereich einzudringen.

PSA ist Pflicht.

Nennspannung	Sicherheitsabstand
< 1000 V	0,3 m



Bei nicht-elektrischen Arbeiten, die von gewöhnlichen Personen in der Nähe aktiver Teile in Räumen oder Bereichen ausgeführt werden, die nur für erfahrene oder qualifizierte Personen bestimmt sind, muss der Sicherheitsabstand von 1 Meter für Niederspannung eingehalten werden.

Der Sicherheitsabstand kann bei nicht-elektrischen Arbeiten auf 0,5 m reduziert werden, sofern gewöhnliche Personen jederzeit unter der ständigen Aufsicht einer erfahrenen oder qualifizierten Person stehen.

Die für die Aufsicht zuständige Person darf nicht gleichzeitig andere Arbeiten ausführen, die geeignet sein könnten die Aufsicht behindern.

Nennspannung	Sicherheitsabstand
< 1000 V	0,5m

## 18. Spannungslose Schaltung und elektrische Arbeiten

Eine spannungslose Schaltung entspricht einer Abfolge von Schritten, mit denen der Schutz von Personen vor einer möglichen Spannungswiederkehr oder -einschaltung sichergestellt wird. Bevor Sie mit einer Konsignation beginnen, müssen Sie mehrere Schritte durchführen.

Die Arbeit im Vorfeld vorzubereiten besteht aus :

- Die elektrischen Risiken, aber auch andere Risiken wie die Umgebung oder die Höhe analysieren.
- Über die Schutz- und Manövrierausrüstung wie PSA und EPC verfügen.
- Den ordnungsgemäßen Zustand der Sicherheits- und Rangierausrüstung überprüfen.
- Den Wetterbericht konsultieren.

Vor jeder Arbeit, die an einer verriegelten Anlage durchgeführt werden soll, muss überprüft werden, ob keine Spannung anliegt.

### 18.1. Einrichten einer spannungslosen Schaltung

Um einen Lockdown einzurichten, muss die

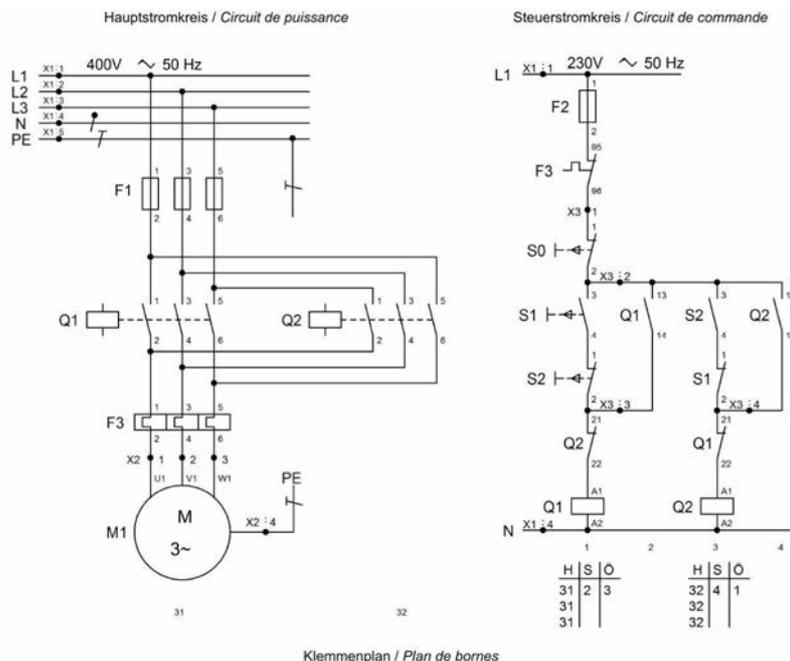
1. die Stromversorgung abgeschaltet werden ;
2. die Verschließung durchgeführt werden, die aus Vorhängeschloss und Etikettierung besteht ;
3. die Spannungsfreiheit nach der 3A-Methode überprüft werden und kurzschließen und schließlich ;
4. die aktiven Teile durch das Anbringen einer Isoliermatte isolieren.

#### Die Trennung

Diese besteht darin, die Stromversorgung zu unterbrechen, damit Sie ohne Gefahr eines Stromschlags gearbeitet werden kann.

In diesem Schritt wird die Arbeitsfläche von allen Spannungsquellen getrennt. Diese Trennung kann durch verschiedene dafür vorgesehene Geräte erfolgen, z. B. durch einen Trennschalter, einen Leistungsschalter oder ein steckbares Gerät, aber auch durch das Entfernen von Sicherungen, Brücken oder das Ziehen eines Steckers aus einer Steckdose.

**Achtung, unbedingt PSA verwenden!**

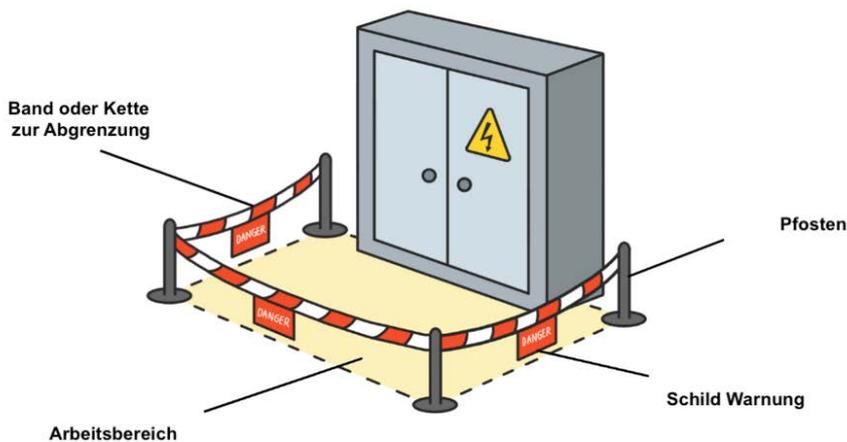


Es ist wichtig, den Schaltplan des Geräts, an dem man arbeitet, zu konsultieren: Anhand dieses Schaltplans, der einen Stromkreis mit indirekter Umkehrung der Drehrichtung eines Motors zeigt, kann man erkennen, wo man die Stromversorgung unterbrechen muss. Die Geräte sollten auf Plänen und vor Ort markiert werden, um Verwechslungen zu vermeiden.

**Die Verurteilung**

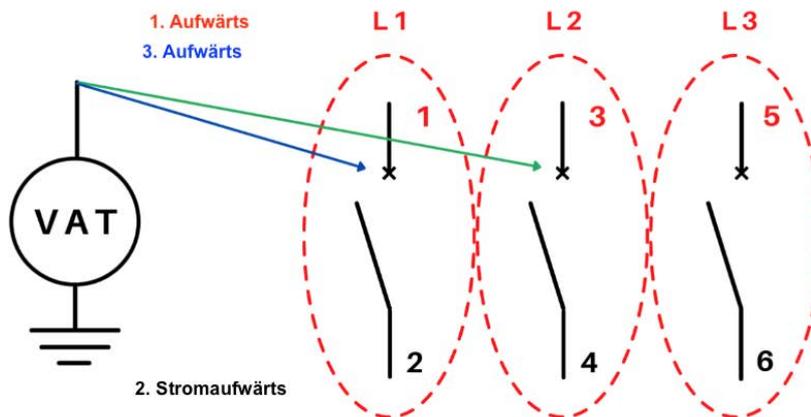
Bei der Sperrung wird der Trenner verriegelt, um zu verhindern, dass er wieder unter Spannung gesetzt wird.

Dazu wird der Arbeitsbereich mit Ketten und Pfosten markiert, die im vorherigen Schritt genannten Geräte werden mit einem Vorhängeschloss gesichert und ein Signalisierungsständer wird angebracht, der ein obligatorisches Element ist.



## Die Überprüfung auf Spannungsfreiheit

Dieser Vorgang wird auch als VAT bezeichnet und mithilfe eines speziellen, genormten Geräts durchgeführt. Mit diesem Vorgang kann unmittelbar vor dem Arbeiten an einem Bauwerk kontrolliert werden, dass keine Restenergie vorhanden ist und ein Kurzschluss bei der Erdung vermieden wird.



Man kann die Messungen nach der 3A-Methode durchführen: zuerst vor, dann hinter und dann wieder vor dem Trennschalter.

Der Elektriker muss kommen und die Spannung zwischen jeder Phase überprüfen. Wenn er feststellt, dass tatsächlich keine Spannung vorhanden ist, kann er gefahrlos arbeiten.

## Die Erdung und der Kurzschluss

Dabei sollen potenzielle Restspannungen abgeleitet werden, um eine mögliche Neueinspeisung der Anlage zu vermeiden.



So sieht die Ausrüstung aus, die diesem Schritt gewidmet ist. Um den Erdungsstern zu installieren, muss zuerst der Erdungskontakt und dann die aktiven Stromkreiskontakte verlegt werden.

Eine Erdung ist nicht unbedingt notwendig, aber bei Niederspannung sollte sie vorgenommen werden, wenn Kondensatorbatterien vorhanden sind, die Gefahr einer induzierten Spannung besteht, lange Kabel verlegt werden oder ein Generator wie ein Wechselrichter oder ein Generator vorhanden ist.

## Die Isolierung der aktiven Teile

Bei Nennspannungen bis 1 kV sind die aktiven Teile durch eine Abdeckung isoliert, um zumindest einen teilweisen Berührungsschutz zu gewährleisten.

Bevor Sie die Anlage wieder in Betrieb nehmen, d. h. wieder unter Strom setzen, ist es wichtig, die Risiken eines Kurzschlusses oder auch eines mechanischen Bruchs zu analysieren.

## 18.2. Wiederherstellung der Spannung



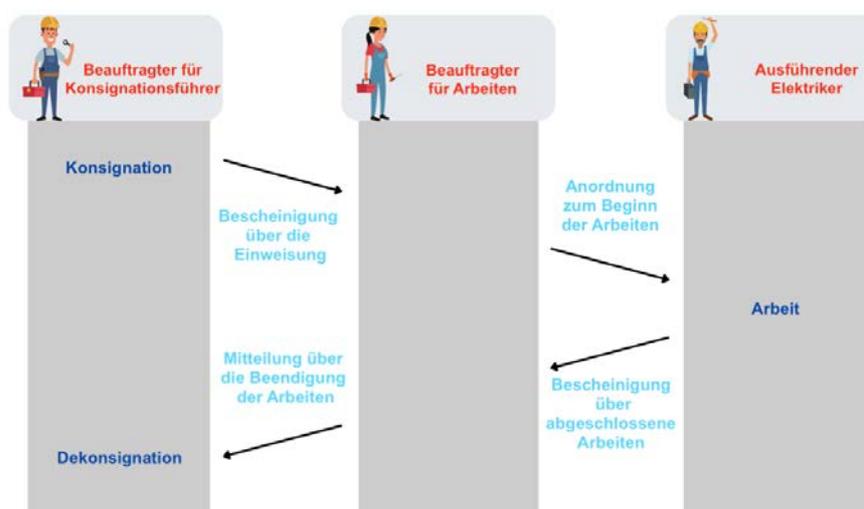
Bei der Dekonsignierung wird die Anlage wieder in Betrieb genommen.

Am Ende der Intervention muss jede Vorrichtung von der Person, die sie angebracht hat, entfernt werden.

Sie muss :

- eventuelle Schutzvorrichtungen, Markierungen oder andere Elemente entfernen ;
- die Kurzschlüsse und dann die Erdungen entfernen ;
- die Trennschalter oder Schalter für die Erdung und den Kurzschluss öffnen ;
- die Verriegelung des Trennorgans entfernen ;
- das Trennorgan in die Betriebsstellung bringen.

Dann kann man nach dem Wiedereinschalten alle betroffenen Mitarbeiter informieren.



## 19. Die Intervention und die Fehlerbehebung

### 19.1. Risikoanalyse vor einer Intervention

Bevor der Arbeitgeber einen Eingriff an Arbeitsmitteln vornimmt oder vornehmen lässt, muss er sich vergewissern, dass :

- die anzuwendenden Arbeitsverfahren festgelegt sind, dass die Risiken analysiert wurden ;
- die geeigneten Maßnahmen zur Beseitigung dieser Risiken ergriffen wurden ;

- das mit diesem Eingriff beauftragte Personal über die erforderlichen Fähigkeiten und Kompetenzen verfügt ;
- dieses Personal über die für den ordnungsgemäßen Ablauf des Eingriffs erforderlichen Unterlagen und Mittel verfügt ;
- dass es diese in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Hersteller und des Unternehmens verwendet.



## 19.2. Durchführung einer Intervention

Eine Fehlerbehebung erfolgt in drei Schritten:

1. Suche und Lokalisierung von Fehlern,
2. Beseitigung des Fehlers/der Fehler,
3. Einstellen und Überprüfen der Funktion.

Es gibt verschiedene Bestimmungen, die das Personal bei der Fehlerbehebung betreffen. Es muss die Funktionsweise der Geräte kennen, über geeignete Messgeräte und Werkzeuge verfügen und für seine eigene Sicherheit und die Sicherheit Dritter sorgen, indem es den Arbeitsbereich abgrenzt, darauf achtet, keine Metallgegenstände mit sich zu führen, und vieles mehr.

Bei Schritt 2 - der Beseitigung des Fehlers/der Fehler - müssen Sie das Pfandverfahren anwenden und die Restrisiken analysieren.

Für den letzten Schritt - die Einstellung und Funktionsprüfung - gilt der Vorgang als abgeschlossen, wenn die Ausrüstung mit den üblichen Bedienelementen, den normalen Einstellungen und den funktionierenden mechanischen Schutzvorrichtungen und Verriegelungen normal funktioniert.

Nach Abschluss des Eingriffs informiert man den Betreiber und stellt ihm die Ausrüstung wieder zur Verfügung. Man kann auch eine endgültige oder provisorische Fehlerbehebung durchführen.

**Achtung: Die Aktualisierung der Elektropläne darf nie vergessen werden!**

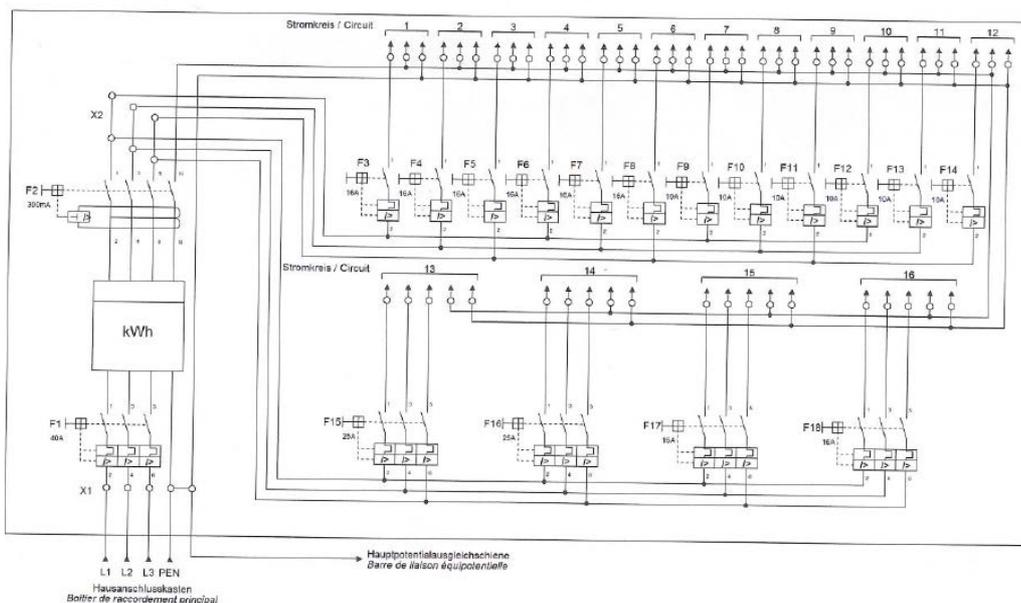


## 20. Anschlusschema

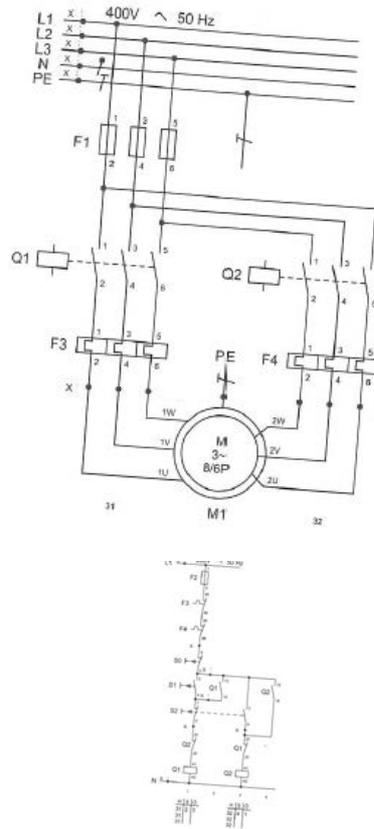
Ein Schaltplan ist eine grafische Darstellung eines Stromkreises, die in der Elektrotechnik und der Elektroinstallationstechnik verwendet wird. In der Regel findet man ihn auf der Ebene einzelner Baugruppen oder Elemente wie Schalter, Sicherungen, Schütze, Elektromotoren oder Glühlampen. Er berücksichtigt nicht die tatsächliche Form und Anordnung der Komponenten, sondern ist eine abstrakte Darstellung der elektrischen Funktionen und der aktuellen Kurse. Ein Schaltplan wird im Allgemeinen als ein Dokument verstanden, das an den Kunden, eine Zulassungsbehörde, den Hersteller oder den Wartungselektriker gerichtet ist. Die verwendeten Symbole überschneiden sich teilweise mit den in der Elektronik verwendeten Schaltplänen.

### 20.1. Einige Beispiele

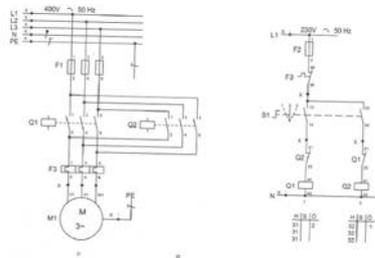
#### Zähltablette



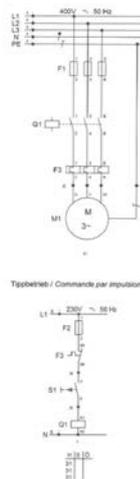
## Polkopplung



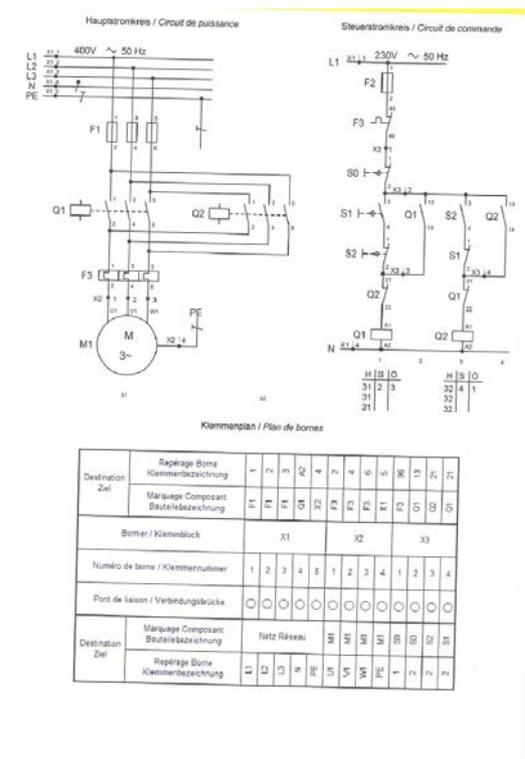
## Umkehrschaltung Drehrichtung



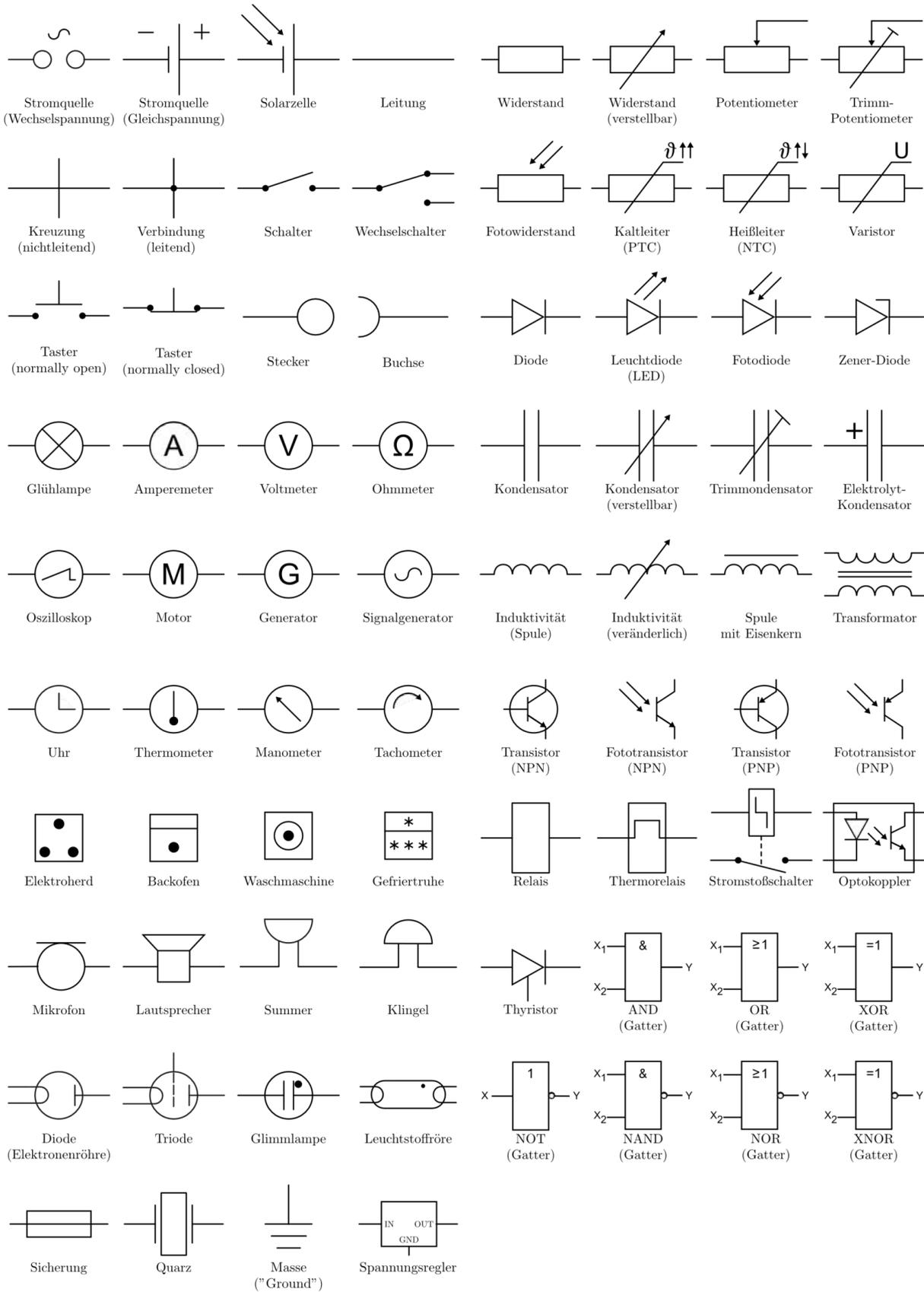
## Motorsteuerung



# Schaltungsdokumente



### Erklärende Legende zu den Schemata



## 21. Das Erdungssystem

### 21.1. Bedeutung der Erdung

Es ist wichtig, dass das Potenzial des Neutralleiters mit dem Potenzial des Erdungssystems verbunden wird, um Überspannungen zu vermeiden oder zu begrenzen. Die Gestaltung des Erdungssystems hat einen Einfluss auf das Auftreten gefährlicher Spannungen im Falle eines Isolationsfehlers und während des Betriebs von Schutzvorrichtungen.

Die verschiedenen Geräte sind :

1. Buchstabe: Typ des Sternpunkts (geerdet oder isoliert) ;
2. Buchstabe: Art der Erdung.

TT-System	Terre - Terre
TN-System (TNC-TNS)	Terre - Neutre
IT-System	Isolation - Terre

### 21.2. Schemata für die Erdung

Das TNS-Schema kann einem TNC-Schema folgen, aber niemals umgekehrt!

In einem TN-C-System (kombinierter Erd- und Neutralleiter) wird ein PEN-Leiter verwendet, der sowohl Schutzleiter (PE) als auch Neutralleiter (N) ist.

Wird ein PEN-Leiter in einer Installation unterbrochen, werden die leitenden Gehäuse der vor der Unterbrechungsstelle angeschlossenen Geräte - aufgrund der Verbindung zwischen dem Außenleiter und dem PEN-Leiter des Geräts - mit der vollen Spannung des geerdeten Außenleiters versorgt, d. h. normalerweise 230 V. Ein TN-C-System in Haushalten, wie es vor Jahrzehnten häufig der Fall war, stellt daher eine erhebliche potenzielle Gefahrenquelle dar.

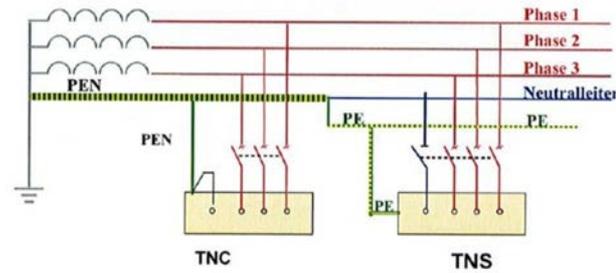
Auch im Normalbetrieb liegt an den Gehäusen eine gewisse Spannung gegen die Erde an, die nach dem Ohmschen Gesetz durch den Widerstand des PEN-Leiters und den durch ihn fließenden Strom verursacht wird. In mehrphasigen Anlagen führen ungleiche Belastungen der Außenleiter ebenfalls zu Nullpunktverschiebungen und in ungünstigen Fällen kann fast die gesamte Spannung zwischen den Außenleitern (bis zu 400 V) am Gerät anliegen, was in den meisten Fällen zur elektrischen Zerstörung der betroffenen Geräte führt.

In einem TN-S-System (Getrennte Neutralleiter-Erde) werden getrennte Neutral- und Schutzleiter vom Transformator zu den Verbrauchsgütern geführt.

Ein TN-S-System ist sicherer als ein TN-C- oder TN-C-S-System. Die Probleme, die sich aus einer Unterbrechung des PEN-Leiters ergeben können, treten hier nicht auf, der Schutz ist deutlich besser gewährleistet. Die Verwendung ist jedoch nicht sehr häufig und kommt vor allem in großen kommerziellen Anlagen vor, die in der Regel mit Mittelspannung versorgt werden und über eigene Transformatoren verfügen (entspricht einem TN-C-S-System).

Der Übergang von einem TN-C-System zu einem TN-S-System wird durch eine blaue Linie angezeigt.





## 21.3. Erdungsnetzwerk

### Implementierung eines guten Erdungsnetzes

Egal, ob es sich um bestehende oder neue Gebäude handelt, ein funktionierendes Erdungsnetz ist notwendig, um Menschen vor Hochspannungen zu schützen und den Betrieb von elektrischen und Kommunikationssystemen in Gebäuden zu gewährleisten.

Ein Erdungssystem bildet die Grundlage für einen reibungslosen Betrieb für :

- elektrische Systeme (Energieversorgung)
- elektronische Systeme (Datennetzwerke)
- den Potentialausgleich
- das System zum Schutz vor äußeren Blitzeinschlägen
- die Blitzableiter
- die elektromagnetische Buchführung (EMV)
- die Erdung von Antennen

Bei Neubauten muss eine Erdungselektrode gemäß DIN 18014 im Fundament vergraben werden. Sie muss vom Elektriker angebracht und als konform bescheinigt werden.

**A- Erdungselektrode**

**Conducteur rivet**  
Conducteur en acier inoxydable conforme à la norme NF EN 62561-2 avec recouvrement zinc, valeur mesurée à 30 µm (environ 300 g/m<sup>2</sup>), pour la mise en œuvre dans des installations de protection contre la foudre et de mise à la terre.

**Conducteur plat**  
Conducteur plat en acier inoxydable de la norme NF EN 62561-2 avec recouvrement zinc, valeur mesurée à 20 µm (environ 500 g/m<sup>2</sup>), pour la mise en œuvre dans des installations de protection contre la foudre et de mise à la terre.

**B-Ring-Erdelektrode**

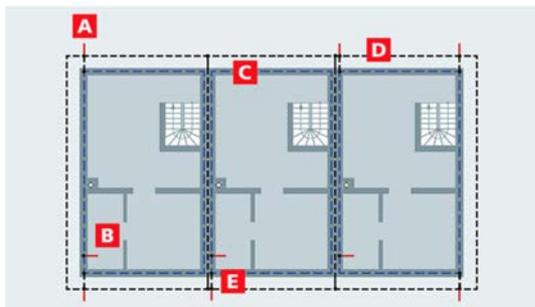
**Conducteur rivet**  
Conducteur en acier inoxydable, conforme à la norme NF EN 62561-2, pour la mise en œuvre dans des installations de protection contre la foudre, de mise à la terre ou de liaison équipotentielle.

**C-Hauptpotentialausgleichsverbinding**

**Barre de liaison équipotentielle / Informations sur le produit**  
Barre de liaison équipotentielle A13 conformément à la norme DIN 18014-1, pour la liaison équipotentielle fondamentale de protection conformément à la norme DIN IEC 60364-4-410/411 dans le cadre de la mise à la terre et de la protection contre la foudre conformément à la norme DIN EN 62561-2 (VDE 0185-303-03).

### Äquipotentielle Verbindungen

Die DIN 18014 beschreibt Erdungsanlagen für Fundamente mit erhöhtem Widerstand gegen Erdkontakt. In diesem Fall sind ein Ringender mit einem funktionierenden Verbindungsleiter im Fundament und die entsprechenden Anschlüsse erforderlich (siehe Blitzplaner Seite 149 ff.). In der Praxis hat sich ein Ringender mit Querverbindungen um die Doppelhaushälfte herum als gute Lösung erwiesen, da die Bodenplatte in der Regel in einem Stück gegossen wird. Der Ringender sollte an Kreuzungen mit dem funktionalen Potentialausgleich verbunden werden.



- A - Anschluss an den äußeren Blitzschutz
- B - Anschluss an den BPT
- C - Funktionaler Potenzialausgleichsanschluss
- D - Ringerdungselektrode
- E - Verbindung der Ringerdungselektrode mit der Verbindung Funktionspotentialausgleich

**Wozu dient der Potentialausgleich?**

Der Zweck von diesen Verbindungen ist es, Menschen vor einem Stromschlag zu schützen.

Um der Gefahr eines Stromschlags vorzubeugen, genügt es nicht, eine Erdung vorzunehmen, Fehlerstromschutzschalter vorzusehen oder einen Schutzleiter zu installieren. Es kann zum Beispiel vorkommen, dass ein Rohr einer Heizungsanlage irgendwo (direkt oder indirekt) mit einem elektrischen Leiter in Berührung kommt, wodurch eine gefährliche Spannung zwischen dem Rohr und den Heizkörpern entstehen kann. Dank des Potenzialausgleichs fließt der Leckstrom eines Heizkörpers nicht in den Körper desjenigen, der ihn berührt, sondern in Richtung Erde.

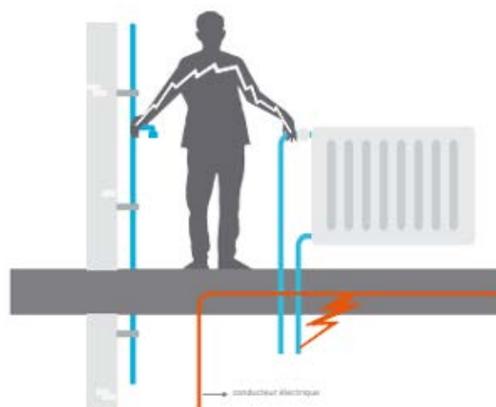
**Hauptpotentialausgleichsverbinding**

Der Hauptpotentialausgleich geht von der Haupterdungsklemme aus.

Auch bei einer guten Erdung besteht immer die Gefahr, dass an leitenden Teilen, die nicht Teil der elektrischen Anlage sind, Spannung anliegt.

Deshalb müssen die folgenden Teile geerdet werden:

- die Hauptleitungen für Gas und Wasser.
- die Hauptleitungen der Zentralheizung.
- zugängliche Metallteile des Gebäudes.



**Der Hauptpotentialausgleich geht von der Haupterdung aus**

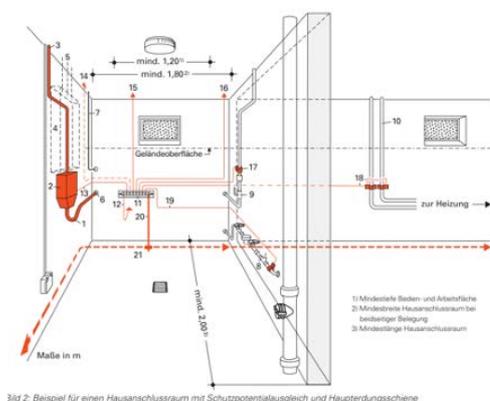


Bild 2: Beispiel für einen Hausanschlussraum mit Schutzpotentialausgleich und Haupterdungsschiene

- 1 Hauptnetzeinspeisung
- 2 Anschlusskasten CREOS
- 3-6 Interne Verteilung mit Zählung
- 7 Telekom-Kabel
- 11 Äquipotentielle Schiene
- 12 Verbindung der Ringerde mit dem Erdungsstab
- Funktionaler Potentialausgleich
- 20 Anschluss an den BPT
- 21 Funktionaler Potentialausgleich

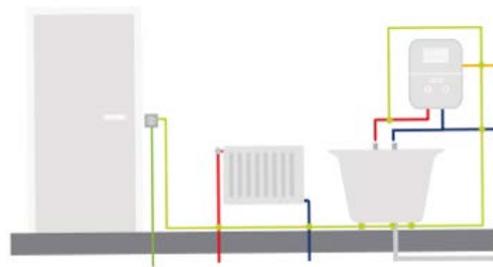
## Querschnitt des Schutzleiters

Der Schutzleiter muss in der gesamten Anlage verteilt werden und zu allen Verbrauchsgeräten wie Steckdosen, Leuchten, ortsfesten Geräten und anderen führen, mit Ausnahme von elektrischen Geräten mit Schutzkleinspannung (SELV).

Fahrer	Min. Abschnitt
Erdungsleiter	16 mm <sup>2</sup>
Hauptschutzleiter	6 mm <sup>2</sup>
Hauptpotentialverbindungen	6 mm <sup>2</sup>
Zusätzliche äquipotentielle Verbindungen	4 mm <sup>2</sup>
Schutzleiter Steckdosen	2.5 mm <sup>2</sup>
Schutzleiter Beleuchtungen	1.5 mm <sup>2</sup>

### Zusätzliche Potentialausgleichsverbindungen

Alle fremden leitfähigen Teile (Badewanne, Duschröhr...) und die Massen der elektrischen Niederspannungs- und Kleinspannungsgeräte müssen lokal mit den Schutzleitern der Stromkreise verbunden werden, die im Badezimmer enden.

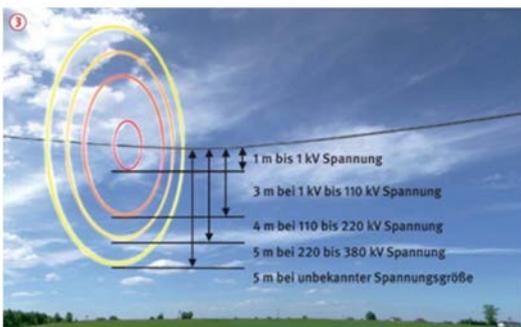


### Beheizung des Bodens

Elektrische Heizstäbe müssen mit einem Metallgitter abgedeckt werden, das mit dem zusätzlichen Potentialausgleich verbunden ist.

## 22. Arbeit in der Nähe von aktiven Teilen

### 22.1. Sicherheitsabstand zu unter Spannung stehenden Freileitungen



Sicherheitsabstand von unter Spannung stehenden Oberleitungen :

- 1 m bis 1 000 V
- 3 m von 1 000 bis 110 000 V
- 4 m von 110 000 bis 220 000 V
- 5 m von 220 000 bis 380 000 V
- 5 m bei unbekannter Spannung

Bei der Bemessung des Sicherheitsabstands ist das Schwingen der Kabel unter Windeinfluss zu berücksichtigen. Ihr spannungsfreier Zustand muss hergestellt und während der gesamten Dauer der Arbeiten sichergestellt werden. Oder die unter Spannung stehenden Teile müssen durch eine Verkleidung oder Absperrungen geschützt werden.

## 23. Schäden an der Hochspannung

Während die elektrischen Leiter in der Freileitung "blank" sind, benötigen sie in der Erdleitung eine spezielle Isolierung, deren Dicke mit der Spannung zunimmt. Freileitungen bestehen aus blanken Leitern aus Aluminiumlegierungen, die die der Elektrizität schlechter leiten als Kupfer, die aber den Vorteil haben, dass sie eine viel geringere Masse haben (mechanische Beanspruchung).

Kabel mit synthetischen Isolatoren sind die heute am häufigsten verwendete Technologie. Die Variation ihrer Zusammensetzung (Blei, Aluminium, Kupfer) bedingt ihr Gewicht und ihre Fähigkeit, mehr oder weniger hohe Stromstärken zu verkraften.

Unterirdische Netze sind auf Spannungen von höchstens 225 000 Volt beschränkt, da bei 400 000 Volt die unterirdische Technik schwer umzusetzen ist (Bodenfläche, Kühlung des Kabels). Die unterirdischen Netze sind schlecht an die Betriebsanforderungen des Verbundnetzes angepasst.



### 23.1. Fehler in unterirdischen Hochspannungsnetzen

Die häufigsten Ursachen für Fehler sind Alterung, mechanische Schäden, Überspannung, thermische Überlastung, Korrosionsschäden, unsachgemäße Verlegung von Kabeln, Bearbeitungsfehler und Schäden durch Transport und Lagerung. Die häufigsten Fehlerarten sind Kurzschlüsse, Kabelbrüche, Isolations- und Mantelfehler.

**Kurzschluss** : Beschädigte Isolierungen führen zu einer niederohmigen Verbindung von zwei oder mehr Leitern an der Fehlerstelle.

**Erdschluss**: Ausfälle können durch einen Erdschluss (niederohmige Verbindung zur Masse) eines entfernten oder isoliert betriebenen Netzes und/oder durch einen Kurzschluss eines geerdeten Netzes verursacht werden.

**Kabelbruch**: Mechanische Beschädigungen und Bodenbewegungen können zum Bruch eines oder mehrerer Leiter führen.

**Isolationsfehler**: Häufig treten Fehler nicht kontinuierlich auf, sondern nur von Zeit zu Zeit und in Abhängigkeit von der Belastung des Kabels. Ein Grund für dieses Phänomen ist das Trocknen ölisolierter Kabel bei geringer Belastung. Ein weiterer Grund ist die Teilentladung aufgrund von Alterung oder "elektrischen Bäumen" in kunststoffisolierten Kabeln.

**Mantelfehler**: Schäden am Außenmantel des Kabels führen nicht immer zu direkten Ausfällen, können aber langfristig Kabelfehler erzeugen, insbesondere infolge von eindringender Feuchtigkeit und Isolationsschäden.

Auch wenn sie bei ihrem Auftreten nicht immer den Betrieb des Kabels beeinträchtigen, können Defekte im Laufe der Zeit zu einer Störung führen und einen Stromausfall verursachen. Das Auffinden von Fehlern in unterirdischen Verbindungen ist daher eine große Herausforderung.



Unterirdische Leitungen mit hoher Leistung und großer Länge sind mit einer speziellen Erdungsvorrichtung ausgestattet, die unverzichtbar ist. Diese Vorrichtung macht die zur Fehlerortung eingesetzten Detektionsmethoden unwirksam, da sie das Signal stört, das in die Leitung eingespeist wird, um den Fehler mittels Echometrie zu orten.

Die Technik beruht auf der Eigenschaft eines elektrischen Signals, das durch einen Leiter fließt, ein Echo zu erzeugen, wenn es eine Impedanzänderung stattfindet. Das Gerät sendet einen kalibrierten Impuls in das Kabel. Das Signal läuft durch das Kabel und erzeugt beim Passieren eines Fehlers ein Echo, das zum Gerät zurückkehrt.

Auf dem Bildschirm des Echometers, einem oszilloskopähnlichen Gerät mit der Zeit (oder Entfernung) auf der Abszisse und der Spannung auf der Ordinate, kann man mehrere plötzliche Spannungsänderungen sehen: die erste entspricht dem Anfangsimpuls, die andere der Rückkehr der Echos. Auf diese Weise misst man die Zeit, die für den Weg vom Messpunkt zu einem Fehler und zurück benötigt wird. Diese Zeit multipliziert mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit, geteilt durch zwei, ergibt die Kabellänge zwischen dem Messpunkt und dem Fehler.

Die spezialisierten Kabelinstandhaltungstrupps (EMSC) sind mit einem Fehlersuchfahrzeug ausgerüstet, das alle aufgeführten Methoden anwenden kann, und sind in der Lage, die Fehlersuche an unterirdischen Verbindungen durchzuführen.

Es gibt Fahrzeuge, die mit 110-kV-Gleichspannungsgeneratoren, 50-kV-Stoßwellengeneratoren mit 2.500 J, Echometern, 15-kV-Brenneneratoren mit 25 A und einem hörbaren Frequenzgenerator ausgestattet sind. Die Stoßwellengeneratoren bringen durch eine kapazitive Entladung einen starken Zündknall auf die Fehlerstelle.

Die Methode des Kabelbrennens wird nur verwendet, um die Eigenschaften des Fehlers zu verändern, um seinen Widerstand durch das Fließen eines hohen Stroms zu verringern. Die Generatoren haben eine hohe Ausgangsleistung und Kurzschlussfestigkeit, die in den meisten Fällen eine Umwandlung von hochohmigen und intermittierenden Kabelfehlern in niederohmige Ableitungen bis hin zum Kurzschluss ermöglichen.

## 23.2. Vergleich Freileitung und Erdkabel

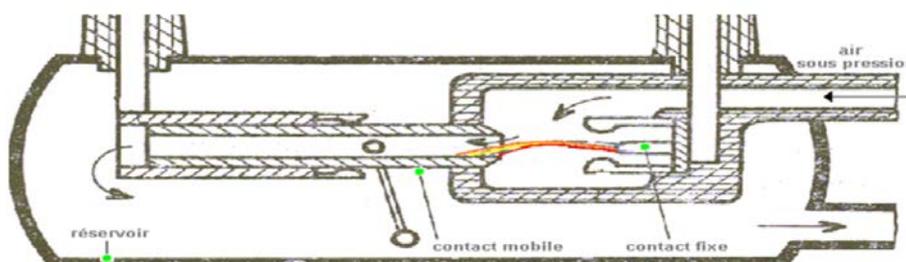
- Freileitungen sind häufiger als Kabel kurzzeitigen Unterbrechungen ausgesetzt (Gewitter, Nebel, Eis, Äste von Bäumen, Vögel, Kräne, Erdbewegungsmaschinen, Geräte für den Bau der Leitung etc.). Kabel erfordern eine längere Reparaturdauer als Freileitungen.
- Langfristige Überlastungen sind bei unterirdischen Leitungen kritischer als bei Freileitungen. Die Alterung der Kabel kann stark beeinträchtigt werden. Kurzfristige Überlastungen hingegen werden von den Kabeln leichter verkraftet.
- Erdkabel haben eine niedrigere Impedanz als ihr oberirdisches Pendant, was zu höheren Fehlerströmen und einer Herabsetzung der Selektivität der Schutzeinrichtungen führt. Auch die Lastverteilung wird stark verändert.
- Umwelt- und Kostenzwänge sowie die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromversorgung müssen bei einem Vergleich zwischen Erd- und Luftleitungen parallel berücksichtigt werden.
- Die visuelle Wirkung der Leitungen kann eine entsprechende Streckenführung erforderlich machen.
- Elektromagnetisches Feld: Erdkabel erzeugen weniger elektromagnetische Felder (außer an den Endpunkten und an der Verbindungsstelle bei flächigen Anordnungen, wo sie bis zu dreimal höher sein können), kein Rauschen, wenig Interferenzen.
- Eine unterirdische Verbindung beansprucht weniger Durchgang auf Bodenniveau.
- Die Stromkapazität eines unterirdischen Hochspannungskabels ist höher als die einer Freileitung. Lange Abschnitte erfordern die Installation von reaktiven Kompensatoren.

- Die meisten Fehler bei Freileitungen sind flüchtig, während sie bei unterirdischen Leitungen dauerhaft sind.
- Aufgrund des größeren Leiterquerschnitts können bei einer unterirdischen Verbindung die elektrischen Verluste im Vergleich zur Freileitung um etwa ein Viertel gesenkt werden.
- Die Kosten für die Errichtung einer Freileitung sind weitaus geringer als die Kosten für ein Netz mit Erdkabeln.

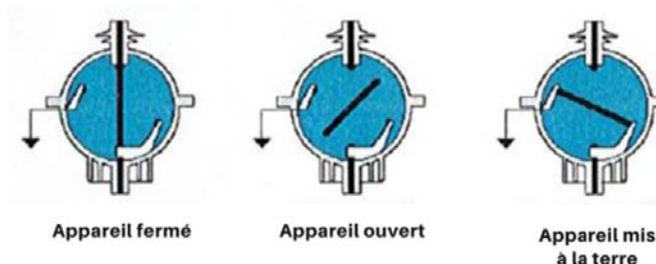
## 24. Hochspannungsanlagen

### 24.1. SF6-Gastrennschalter

Die mit SF6 (Schwefelhexafluorid) gefüllte Schaltkammer hat einen relativen Druck von 0,4 bar und enthält die Drehkontakte. Das SF6-Gas hat einen nichtleitenden Widerstand, der 2,5-mal höher ist als der atmosphärische Druck. Die Sicherheit wird durch einen Schalter mit drei Stellungen gewährleistet: geschlossen, offen, geerdet. Es handelt sich um eine natürliche Verriegelung, die eine Fehlbedienung verhindert.



Vue en coupe d'un interrupteur-sectionneur



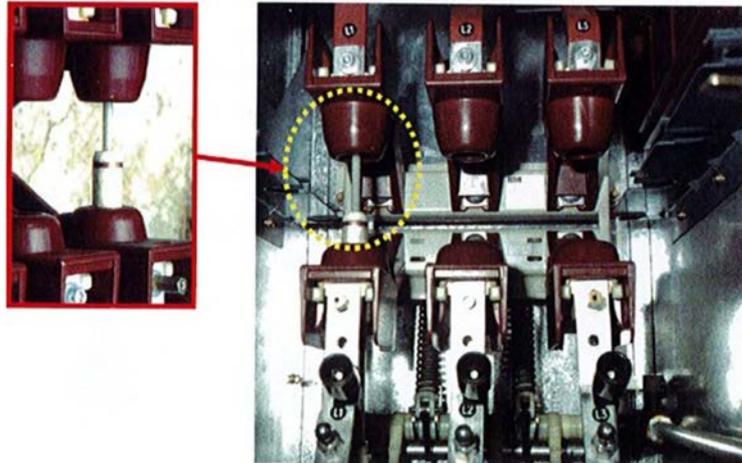
### 24.2. Sicherungen

#### Auslösen einer Hochspannungssicherung

Der Schlagbolzen löst den Sicherungsschalter auf allen drei Phasen aus.



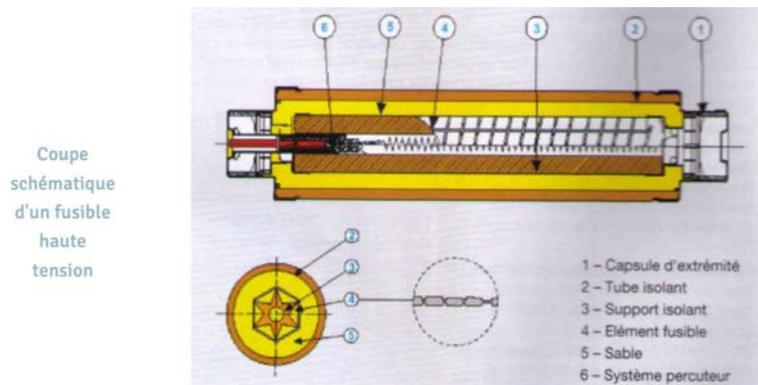
## Hochspannungsschalter mit einem gesperrten Pol



### Hochspannungssicherungen austauschen

Bei einem Fehler unterhalb des Schalters stellt man oft fest, dass 1 oder 2 Sicherungen durchgebrannt sind; die 3. scheint intakt zu sein. Es ist jedoch möglich, dass nur einzelne Sicherungsstreifen durchgebrannt sind (der aktive Teil der Sicherung besteht aus mehreren parallelen Streifen). Daher müssen alle 3 Sicherungen ausgetauscht und sofort zerstört werden, um eine weitere Verwendung zu verhindern.

2



Beim Auswechseln von Hochspannungssicherungen ist es sehr wichtig, ihre Einbaurichtung zu überprüfen, die durch den Pfeil angegeben wird, der die Austrittsrichtung des Schlagstifts anzeigt. Es ist darauf zu achten, dass Hochspannungssicherungen richtig gelagert werden.

## 24.3. Temperatursensor

Es ist wichtig zu wissen, dass die Temperatur des Transformators von der Last abhängt und eine Kühlung nur schwer möglich ist.

Eine zu hohe Umgebungstemperatur kann dazu führen, dass der Hochspannungs-/Niederspannungsschutz ausgelöst wird. Je nach Art des Transformators gibt es eine Erkennung durch :

- Sonden für die Innentemperatur (Trockentransformator)
- Temperatursensoren in der Kühlflüssigkeit.

2. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)

Im Allgemeinen sind die Auslöser von folgender Art :

1. Einschalten der Zwangsbelüftung
2. Alarm
3. Auslösung der Niederspannungs- oder Hochspannungsabschaltung.

Im Falle einer Überhitzung, sollten folgenden Maßnahmen erfolgen:

- Zwangskühlung
- Reinigung der LüftungsfILTER
- Vorsehen einer Entlastung (Lastabwurf), ehe der zweite Alarm ausgelöst wird.



### Vorgehen nach einem Auslöser

1. Allmähliches Absinken des kleinen Schwimmers
2. Alarm
3. Schwache und langsame Ausgasung
4. Ausgasung des Dielektrikums, häufig bei der Inbetriebnahme
5. Auslaufen des Dielektrikums
6. Sichtprüfung des Transformators
7. Neustart ist in der Regel möglich, wenn keine Anomalien festgestellt werden
8. Untersuchen Sie an folgenden Tagen
  - Absinken des großen Schwimmers, Stillstand
  - Schwache und langsame Gasentwicklung, die nicht beachtet wurde
  - Starker Austritt von Dielektrikum
  - Kurzschluss zwischen den Windungen Isolationsfehler.
  - Visuelle Spur des Vorfalls

3



3. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)

Durch die chemische Analyse von Gasen kann ein interner Defekt festgestellt werden. Leeren Sie daher nicht sofort, sondern entnehmen Sie eine Probe, die Gas enthält.

Ziehen Sie nach einer elektrischen Überprüfung einen Austausch oder eine Reparatur des Transformators in Betracht.

## 24.4. Hochspannungs-Leistungsschalter

Ein **Hochspannungsschalter** ist gemäß der Definition der Internationalen Elektrotechnischen Kommission dazu bestimmt, Ströme unter seiner Bemessungsspannung (der maximalen Spannung des von ihm geschützten Stromnetzes) herzustellen, zu halten und zu unterbrechen. Sie arbeitet sowohl:

- unter normalen Betriebsbedingungen, z. B. um eine Leitung in einem Stromnetz an- oder abzuschalten;
- unter bestimmten abnormalen Bedingungen, insbesondere zur Beseitigung eines Kurzschlusses im Netz, der durch Blitzschlag oder andere Ursachen verursacht wurde.

Aufgrund seiner Eigenschaften ist ein Leistungsschalter das wesentliche Schutzgerät in einem Hochspannungsnetz, da nur er in der Lage ist, einen Kurzschlussstrom zu unterbrechen und somit zu verhindern, dass die an das Netz angeschlossenen Geräte durch den Kurzschluss beschädigt werden.

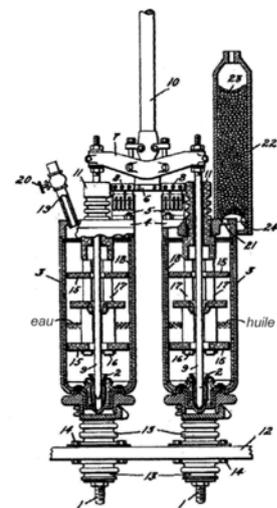
4

### Ölschalter



Durch den Lichtbogen wird das Öl zersetzt, wobei verschiedene Arten von Gasen (hauptsächlich Wasserstoff und Acetylen) entstehen. Die Energie des Lichtbogens wird genutzt, um das Öl zu zersetzen und zu verdampfen, wodurch das Medium zwischen den Kontakten gekühlt wird und der Strom beim Nulldurchgang unterbrochen wird.

Die "Low-Oil-Volume-Leistungsschalter" wurden entwickelt, um die Menge des benötigten Öls zu reduzieren und vor allem die Brandgefahr zu begrenzen, die bei Leistungsschaltern mit großem Ölvolumen besteht. Der Lichtbogen entwickelt sich in einem Isolierzylinder, um seine Länge zu begrenzen und die im Lichtbogen enthaltene Energie so weit wie möglich zu kontrollieren. Diese Energie wird genutzt, um die Ausblasung durch Verdampfen des Öls zu erzeugen, wie oben erläutert.



4. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)

## Leistungsschalter mit Vakuumglühbirnen



Définition

In einem Vakuumleistungsschalter wird der Lichtbogen durch die von den Kontakten ausgehenden Partikel gespeist. Die hohe dielektrische Festigkeit, die in einem Hochvakuum erreicht wird, ermöglicht es, die Übergangsspannung zur Wiederherstellung zwischen den Kontakten nach Unterbrechung des Stroms zu halten. Der Stromfluss durch entsprechend geformte Kontakte erzeugt ein Magnetfeld, das den Lichtbogen in Rotation versetzt und verhindert, dass er an derselben Kontaktfläche haften bleibt. Dadurch wird das Schmelzen der Lichtbogenkontakte und eine übermäßige Produktion von Metallpartikeln vermieden, die die Spannungshaltung nach der



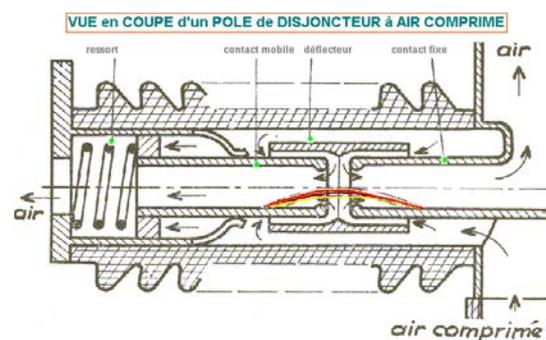
## Druckluftunterbrecher



Définition

Das in den Druckluftschaltern enthaltene Gas wird mithilfe eines Kompressors unter hohem Druck gehalten. Dieser hohe Druck sorgt für die dielektrische Festigkeit und bewirkt, dass der Lichtbogen zum Ausschalten geblasen wird.

Durch das intensive Blasen in diesen Leistungsschaltern wurden sehr hohe Leistungen (Abschaltstrom bis zu 100 kA bei Hochspannung) und eine sehr kurze Fehlerbeseitigungszeit erzielt, wodurch eine gute Netzstabilität im Fehlerfall gewährleistet werden kann.



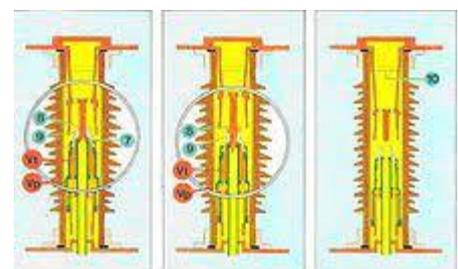
## Hochspannungs-Leistungsschalter mit SF<sub>6</sub> (Schwefelhexafluorid)



Définition

Die Entwicklung der Hochspannungsnetze und die Notwendigkeit, diese Netze in das Innere von Siedlungen und Industriegebieten zu führen, führten zur Entwicklung neuer Typen von Hochspannungsstationen mit reduziertem Platzbedarf vom Typ "abgeschirmt" oder "metallgekapselt". Um die Isolierung zu gewährleisten, wurde die atmosphärische Luft durch SF<sub>6</sub> ersetzt, das sehr gute dielektrische Eigenschaften besitzt, wodurch der Platzbedarf der Hochspannungsschaltanlage stark reduziert werden konnte.

Der Mechanismus des Leistungsschalters ist mit SF<sub>6</sub>-Gas gefüllt, das 5-mal schwerer als Luft ist und einen 3-mal höheren elektrischen Durchschlagswiderstand als Luft hat. Die Vakuumleistungsschalter mit einer Nennspannung von 36 kV werden gemäß der Norm IEC 62271-100 hergestellt und die Typprüfung wurde erfolgreich abgeschlossen.

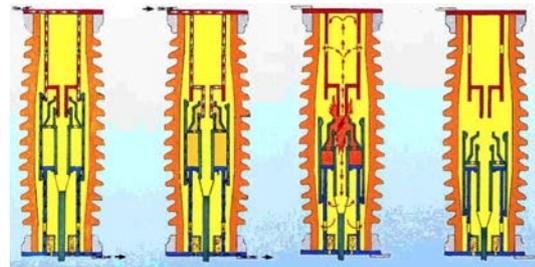


SF6-Gas-Leistungsschalter werden ebenfalls häufig verwendet, da sie kostengünstige Lösungen darstellen.

### Autopneumatischer Schutzschalter



Wenn sich der Leistungsschalter in der Stellung "geschlossen" befindet, fließt der Strom über die sogenannten "Dauerkontakte", die sich am Außendurchmesser des aktiven Teils befinden. Bei einer Auslösung des Schutzschalters bewegt sich der bewegliche Teil nach unten, wodurch die Permanentkontakte getrennt werden. Der Strom fließt dann durch eine andere Reihe von Kontakten, die als "Lichtbogenkontakte" bezeichnet werden. Wenn der bewegliche Teil einen ausreichenden Weg zurückgelegt hat, trennen sich die Lichtbogenkontakte, wodurch zwischen diesen Kontakten ein Lichtbogen gezündet wird. Die Lichtbogenkontakte sind aus Materialien auf Wolframbasis gefertigt, sodass sie den Auswirkungen eines Lichtbogens unbeschadet standhalten können.

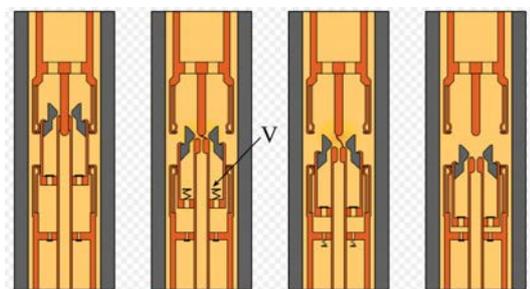


Während des Öffnungsvorgangs erzeugt der Leistungsschalter selbst die Gaskompression, die zum Blasen des Lichtbogens erforderlich ist. Durch die Relativbewegung des Blaszylinders gegenüber dem feststehenden Kolben entsteht im Zylinder ein Überdruck, der in die Düse entweicht und den Lichtbogen abkühlt, so dass er gelöscht werden kann.

### Selbstblasender Leistungsschalter



Selbstblasende Leistungsschalter zeichnen sich durch die starke Nutzung der Lichtbogenenergie für die Unterbrechung aus: Das Selbstblasverfahren hat das autopneumatische Blasen für die Unterbrechung von hohen Strömen weitgehend ersetzt. Die Schwachstromunterbrechung wird immer durch autopneumatisches Blasen erreicht, da die Energie des Lichtbogens nicht ausreicht, um zum Blasen beizutragen. Die Leistungsschalter mit Eigenblasung zeichnen sich durch die starke Nutzung der Lichtbogenenergie für die Unterbrechung aus: Die Eigenblasung hat die autopneumatische Blasung für die Unterbrechung hoher Ströme weitgehend ersetzt. Die Unterbrechung schwacher Ströme wird immer noch durch autopneumatisches Blasen erreicht, da die Energie des Lichtbogens nicht ausreicht, um zum Blasen beizutragen.



## Leistungsschalter für Generatoren



Diese Leistungsschalter werden zwischen einem Kraftwerksgenerator und dem Transformator geschaltet, der die Spannung erhöht, bevor die elektrische Energie über das Stromnetz transportiert wird.

Generatorschalter werden in der Regel am Ausgang von Hochleistungsgeneratoren (bis zu 1800 MVA, im Fall von Kernkraftwerken) eingesetzt, um diese sicher, schnell und kostengünstig zu schützen.

Diese Leistungsschalter haben eine besondere Konstruktion, da sie im Dauerbetrieb sehr hohe Ströme (6 300 A bis 40 000 A) durchleiten können müssen und außerdem über ein sehr hohes Ausschaltvermögen verfügen müssen. Darüber hinaus müssen sie in der Lage sein, hohe Ströme mit einer TTR-Wiederherstellungsgeschwindigkeit zu unterbrechen, die weit über der von Schaltgeräten liegt, die im gleichen Spannungsbereich eingesetzt werden<sup>21</sup>.

SF<sub>6</sub>-Unterbrecher werden verwendet, wenn die Schaltleistung 160 kA oder 210 kA nicht überschreitet, darüber hinaus bieten Druckluftunterbrecher die höchsten Schaltleistungen, die erforderlich sein können, bis zu 275 kA.



## 25. Spezielle elektrische Anlagen für Hochspannung

### 25.1. Hochspannungsverteilung





## 25.2. Der elektrische Schaltplan

### Schaltzeichen

Disjoncteurs	Sectionneur	Interrupteurs-sectionneurs	Interrupteur sectionneur à fusibles

Um den Begriff "Trennschalter" richtig zu verstehen, müssen wir zu den Grundlagen mit der Definition der Trennung in der Elektrik zurückkehren. Einen Stromkreis zu unterbrechen bedeutet, ihn auf mechanische Weise von seiner Versorgung zu trennen. Das Ziel besteht darin, an dem betreffenden Stromkreis arbeiten zu können, während er spannungsfrei ist. Die Arbeit kann somit in aller Sicherheit erfolgen, indem die mit dem elektrischen Strom verbundenen Gefahren (Elektrifizierung, Stromschlag) vermieden werden: Man spricht von der Trennung des Stromkreises. Diese Trennung erfolgt meist in einer Schalttafel oder einem Schaltschrank.

5

5. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)

### **Der Schalter**

**Définition**

Ein Schalter ist ein mechanisches Gerät, mit dem der Stromfluss unter normalen Betriebsbedingungen unterbrochen werden kann. Der Schalter wird meist als Steuerung verwendet, um einen Empfänger anzusteuern, der mit Strom versorgt wird.

### **Der Trenner**

**Définition**

Der Trennschalter ist ebenfalls ein mechanisches Gerät, mit dem ein Stromkreis von seiner Stromversorgung getrennt werden kann. Der Unterschied zu einem Trennschalter besteht darin, dass diese Trennung nicht unter Last erfolgen kann; mit anderen Worten bedeutet dies, dass der Trennschalter nicht aktiviert werden darf, wenn Strom durch den Trennschalter fließt, da sonst ein Lichtbogen entstehen könnte.

6

### **Der Lasttrennschalter**

**Définition**

Der Lasttrennschalter ist eine Kombination aus einem Schalter und einem Trennschalter: Er besitzt beide Fähigkeiten: Trennung eines Stromkreises mit der Fähigkeit, unter Last zu schalten.

### **Der Sicherungsschalter**

**Définition**

Dies ist ein Bauteil, das im Umfeld der industriellen Elektrik zum Einsatz kommt. Er ist mit "Sicherungseinsätzen" ausgestattet, die vor Überlastungen und Kurzschlüssen schützen. Er ist kein Leistungsschalter oder Lasttrennschalter und darf nicht unter Last bedient werden.

### **Le disjoncteur**

**Définition**

Ein Hochspannungsschalter ist gemäß der Definition der Internationalen Elektrotechnischen Kommission dazu bestimmt, Ströme unter seiner Bemessungsspannung (der maximalen Spannung des von ihm geschützten Stromnetzes) herzustellen, zu halten und zu unterbrechen. Er arbeitet sowohl:

- unter normalen Betriebsbedingungen, z. B. um eine Leitung in einem Stromnetz an- oder abzuschalten;
- unter bestimmten abnormalen Bedingungen, insbesondere zur Beseitigung eines Kurzschlusses im Netz, der durch Blitzschlag oder andere Ursachen verursacht wurde. Aufgrund seiner Eigenschaften ist ein Leistungsschalter das wichtigste Schutzgerät in einem Hochspannungsnetz, da nur er in der Lage ist, einen Kurzschlussstrom zu unterbrechen und somit zu verhindern, dass die an das Netz angeschlossenen Geräte durch diesen Kurzschluss beschädigt werden.

6. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)



## 25.3. Die verschiedenen Arten von Hochspannungsanlagen

### Offener Typ

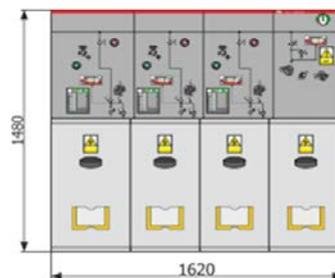


### Geschlossener Typ

Cellule au gaz SF6 compacte non extensible  
(3 fonctions)



Schéma de la cellule SF6  
(4 fonctions)



## Empfangsstation mit 2 Schleifen + 1 P-Funktion



Der Schutz unterscheidet sich je nachdem, ob es sich um :

- von Trockentransformatoren



- von Öltransformatoren



## 26. Die Verriegelung in der Hochspannung

### 26.1. Prinzip der Verriegelung

Sperrvorrichtungen sind keine Pflichtinstallationen. Sie sind jedoch ein willkommener Sicherheitszusatz, der es ermöglicht, die angewandten Schaltvorgänge zu überprüfen.

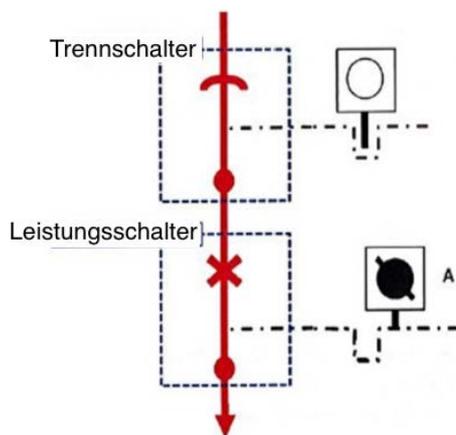
Erzwingen Sie niemals einen Schaltvorgang, da sonst ein unerlaubter Schaltvorgang durchgeführt wird. Suchen Sie stattdessen nach fehlenden Bedingungen. Das Vorhandensein von Verriegelungen ersetzt nicht die Anwendung der Sicherheitsvorschriften, insbesondere die Überprüfung der Spannungsfreiheit (VAT). Verriegelungen erlauben oder verbieten bestimmte Vorgänge oder zwingen sie, Schaltvorgänge in einer bestimmten Reihenfolge auszuführen.



### Öffnen eines Trennschalters



Das Öffnen eines Trennschalters unter Last ist verboten.



#### Der Trennschalter

- Schlüssel abgezogen
- Verriegelt
- Gerät nicht schaltbar

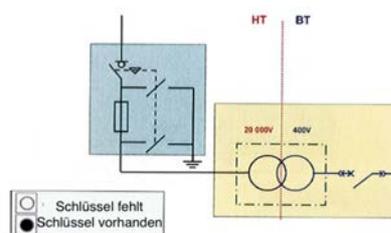
#### Der Leistungsschalter

- Schlüssel A vorhanden
- Entriegelt
- Gerät schaltbar

### Schließen eines Erdungsschalters



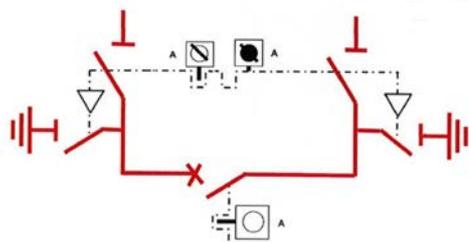
Das Schließen eines Erdungsschalters ist verboten, wenn die Installation unter Spannung steht.



## Manövrieren von Trennschaltern und Leistungsschaltern



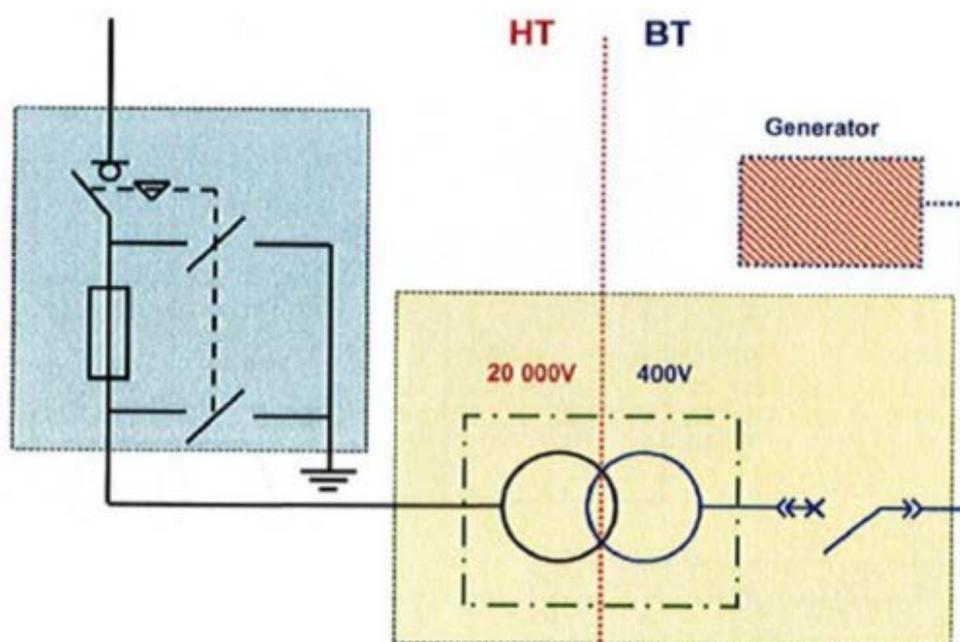
Es ist verboten, einen Trennschalter unter Last zu betätigen.



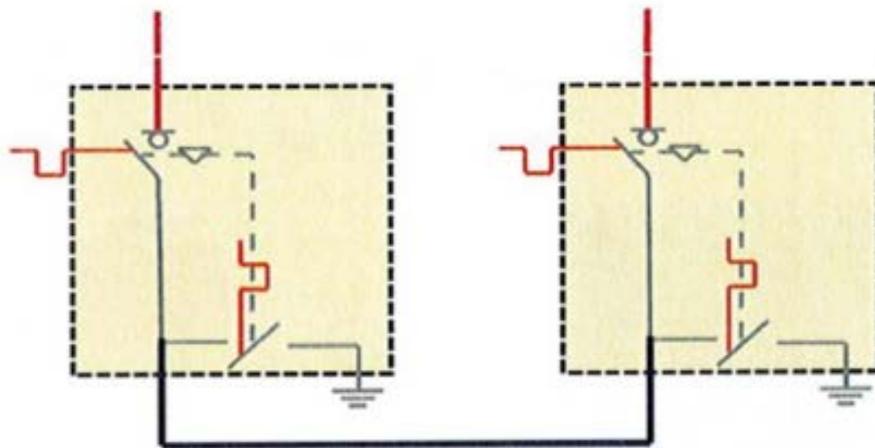
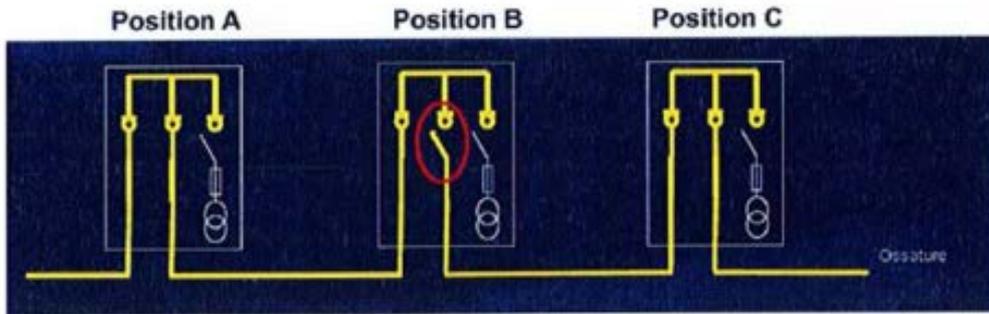
### Handhabung von Trennschaltern

- Trennschalter öffnen - verriegeln (Schlüssel A ist frei).
- Schlüssel A in das vorgesehene Schloss des Trennschalters einführen.
- Entriegeln und dann schalten

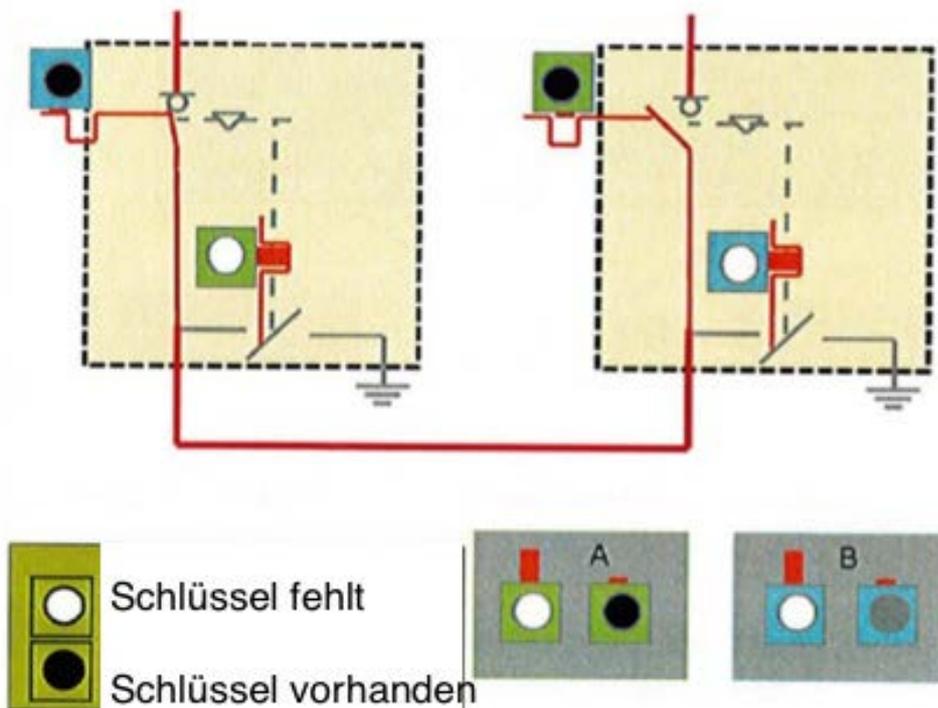
### Abschaltung eines Hochspannungstransformators



## Prinzip der Hochspannungsschleifenversorgung



### Wiedereinschalten einer Ringleitung nach Bauarbeiten



## 26.2. Das Arbeitsblatt für den Schaltbefehl

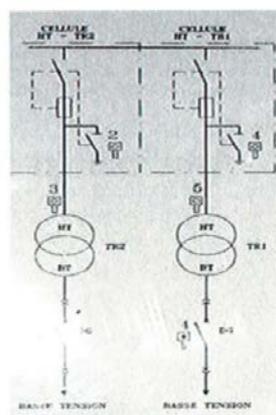
### Eine Anlage mit Schlüsselverriegelung

? Exemple

**Transformator**

So schalten Sie die Anlage wieder aus

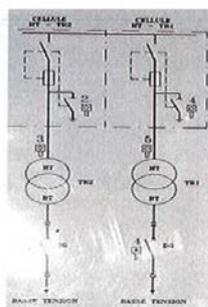
1. Öffnen des Niederspannungsschutzschalters
2. Den Schalter ausschalten
3. Mit Schlüssel 2 abschließen
4. Entferne den Schlüssel 2
5. Öffnen der Hochspannungs-Leistungsschalter
6. Schließen Sie den Erdungsschalter und verriegeln Sie ihn mit dem Schlüssel 2
7. Schlüssel 3, an der Vorderseite des Panels, abziehen, in das Schloss neben dem Hochspannungstransformator einführen
8. Entsperrn Sie den Schlüssel, um die HS-Abschlüsse des Transformators abbauen zu können.



**Transformator**

Um die Anlage einzuschalten

1. HS-Endstücke wieder am Transformator anbringen
2. Verriegeln Sie die Hochspannungsseite des Transformators mit Schlüssel 3.
3. Stecken Sie den Schlüssel 3 auf die Vorderseite der Hochspannungszelle.
4. Trennen Sie den Erdungsschalter, öffnen Sie ihn und ziehen Sie Schlüssel 2 ab.
5. Hochspannungsschalter einschalten
6. Schlüssel 2 in das Schloss des Niederspannungsschalters einführen
7. Den Niederspannungsschalter entriegeln
8. Niederspannungsschalter einfahren und schließen



## 27. Die Feststellung des spannungsfreien Zustands und elektrische Arbeiten an einem Hochspannungsstrom

### 27.1. Erinnerung an die Grundregeln

Mit elektrischen Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn :

- der spannungsfreie Zustand der Anlage oder des Geräts, an dem die Arbeit ausgeführt werden soll, festgestellt wurde ;
- die Anweisungen des Verantwortlichen vorliegen ;
- dem Personal Anweisungen zu den Grenzen des Arbeitsbereichs gegeben wurden.

#### Arbeiten an spannungsfreien Teilen - die 8 Grundsätze

1. Die Arbeit vorbereiten
2. Die elektrische Anlage abtrennen
3. Gegen Wiedereinschalten sichern
4. Feststellen, dass keine Spannung vorhanden ist
5. Erden und kurzschließen
6. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und isolieren.
7. Bescheinigung über die Herstellung des spannungsfreien Zustands hinterlegen.
8. Anlage für Arbeiten übergeben

#### Arbeiten an spannungsfreien Teilen

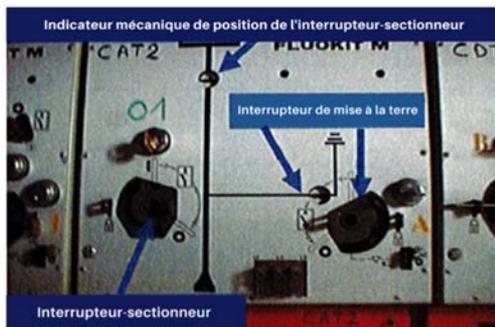


1. Die elektrischen Risiken analysieren
2. Andere Risiken analysieren (Umwelt, Höhe...)
3. Sicherheitsausrüstung und Werkzeuge zur Verfügung stellen
4. Sich über den guten Zustand der Sicherheitsausrüstung vergewissern
5. Sich über den guten Zustand der verwendeten Geräte vergewissern
6. Elektrische Schaltpläne überprüfen
7. Über aktuelle Schaltpläne verfügen
8. Den Wetterbericht für Arbeiten im Freien überprüfen

7

7. [https://www.deepl.com/translator?utm\\_source=macos&utm\\_medium=app&utm\\_campaign=macos-share](https://www.deepl.com/translator?utm_source=macos&utm_medium=app&utm_campaign=macos-share)

### Die elektrische Anlage abklemmen



Achtung: Unbedingt PSA benutzen!

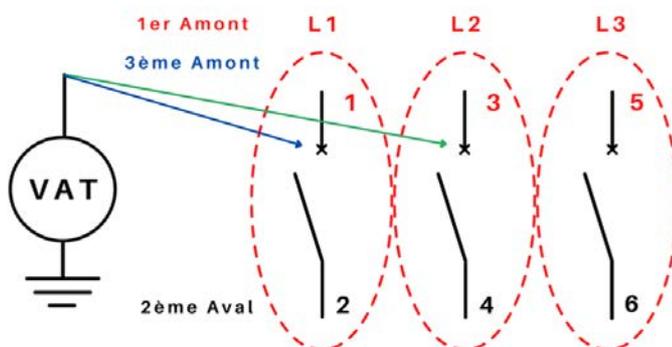
### Gegen Wiedereinschalten sichern



### Feststellen, dass keine Spannung vorhanden ist



Dazu muss das entsprechende Kontrollwerkzeug unter Anwendung der 3-A-Methode in unmittelbarer Nähe des Arbeitsbereichs eingesetzt werden.



Man kann die Messungen nach der 3A-Methode durchführen: zuerst vor, dann hinter und dann wieder vor dem Trennschalter.

### Erden und kurzschließen

Der Elektriker muss die Spannung zwischen jeder Phase überprüfen. Wenn er feststellt, dass tatsächlich keine Spannung vorhanden ist, kann er gefahrlos arbeiten. Dann geht es an das Erden und Kurzschließen. Ziel dieses Vorgangs ist es, potenzielle Restspannungen abzuleiten, um eine mögliche Neueinspeisung der Anlage zu verhindern.

So sieht die Ausrüstung aus, die diesem Schritt gewidmet ist. Um den Erdungsstern zu installieren, müssen Sie zuerst den Erdungskontakt und dann die aktiven Stromkreiskontakte verlegen.



### Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken und abgrenzen



### Einreichen eines Zertifikats für die Herstellung des spannungsfreien Zustands

Mit diesem wird die Erlaubnis erteilt, an der Einrichtung zu arbeiten.

## Wieder einschalten

Reichen Sie den unterschriebenen Abschlussbericht ein  
 Erdungen entfernen Absperrungen und Abdeckungen entfernen  
 Sperrvorrichtungen entfernen Inbetriebnahme der Anlage  
 Unterschriebenen Bericht einreichen Auf Kurzschlussgefahr prüfen.  
 Überprüfen der Phasenfolge nach Arbeiten an der Schleife



Und schließlich wird die Mitteilung über den Abschluss der Arbeiten erstellt.

AVIS DE FIN DE TRAVAIL					
Le chargé de travail, M. .... de l'établissement ou de l'entreprise					
..... a été chargé de consignation, que les travaux désignés ci-dessus sont terminés. Il a été mis en possession de l'attestation de consignation et informé de la fin du travail. Le chargé de travaux déclare, en outre, avoir enlevé les dispositifs de sécurité et autres matériels placés par ses soins et remis les ouvrages ou les installations à la disposition de l'exploitation en ordre de marche en ce qui le concerne.					
Signature ou numéro des messages		Le chargé de consignation :			
<b>AVIS D'INTERRUPTION DE TRAVAIL</b> <b>ET RESTITUTIONS SUCCESSIVES DE L'ATTESTATION DE CONSIGNATION EN UNE ÉTAPE</b>					
Le chargé de travail a été le chargé de consignation que son personnel a été rassemblé et informé de l'interruption de travail. Il déclare :					
<ul style="list-style-type: none"> <li>qu'il a enlevé les dispositifs de sécurité et autres matériels placés par ses soins et remis les ouvrages ou les installations à la disposition de l'exploitation en ordre de marche en ce qui le concerne,</li> <li>qu'il ne reprendra les travaux qu'après être resté en possession de l'attestation de consignation en une étape, physiquement ou par échange de messages.</li> </ul>					
Remise de l'avis d'interruption de travail au Chargé de consignation		Restitution de l'attestation de consignation en une étape au Chargé de travail			
Date et heure	Signature ou N° des messages	Date et heure	Signature ou N° des messages		
	Chargé d'exploitation électrique		Chargé de consignation	Chargé d'exploitation électrique	Chargé de consignation
<b>REMPLACEMENT DU CHARGÉ DE CONSIGNATION OU DU CHARGÉ DE TRAVAUX</b>					
Remplacement du chargé de consignation					
Notes et signatures (ou N° des messages)		Notes et signatures (ou N° des messages)			
Date et heure	Visa Chargé d'exploitation	Date et heure	Visa Chargé d'exploitation	Visa chargé de consignation	
	Remplacé	Remplacé	Remplacé	Remplacé	Remplacé
Liste des documents fournis et transmis					

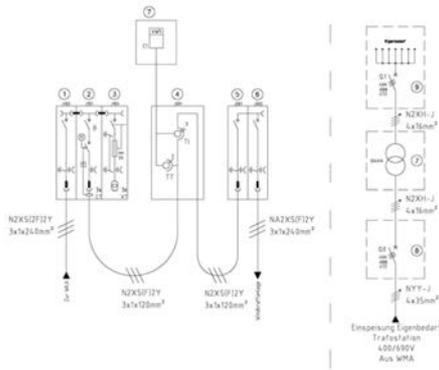
## 28. Der Transformator

### 28.1. Das Ausschalten eines Transformators

#### Der Vorgang des Ausschaltens



Gesamtheit der Vorgänge, die die Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Spannung gewährleisten sollen.



## Überprüfung von elektrischen Schaltplänen

### Vorgehensweise



#### 1. Die Operatorenkarte zur Kenntnis nehmen

#### TRANSFORMATEUR

Exemple

#### POUR METTRE L'INSTALLATION HORS TENSION

- 1 - Ouverture du disjoncteur basse tension
- 2 - Couper l'interrupteur Haute tension
- 3 - Verrouillage par la clé n° 2
- 4 - Retirer la clé n° 2
- 5 - Ouvrir le disjoncteur haute tension
- 6 - Fermer le sectionneur de terre et le verrouiller avec la clé n° 2
- 7 - Prendre la clé n° 3 à l'avant de la cellule, l'insérer dans la fermeture du transformateur haute tension
- 8 - Deverrouiller pour pouvoir démonter les terminaisons HT du transformateur.

#### 2. Die persönliche Schutzausrüstung und die kollektive Schutzausrüstung überprüfen

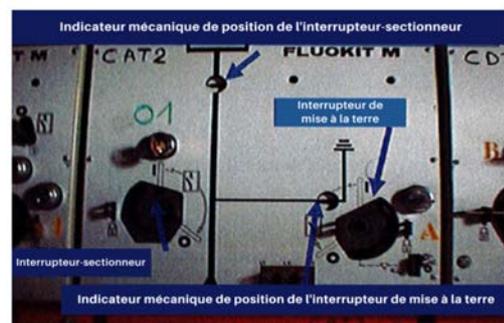
Überprüfung der Materialien für die Bestellung

Überprüfung des Sicherheitsmaterials, das zum Öffnen benötigt wird

Überprüfen Sie außerdem :

- Die Handkurbeln
- Die Erdungsstangen
- Die Spannungsprüfer
- Die Sauberkeit des Bodens: keine Gegenstände.

#### 3. Die Indikatoren, die sich auf der Zelle befinden, überprüfen



#### 4. Der Umgang mit elektrischen Geräten

Auch wenn das Schaltgerät über dem Transformator für die Lastabschaltung vorgesehen ist, muss eine Abschaltung unter dem Transformator aufgrund der Spannungsrückführung durch den nachgeschalteten Transformator (Wechselrichter, Generator...) durchgeführt werden.

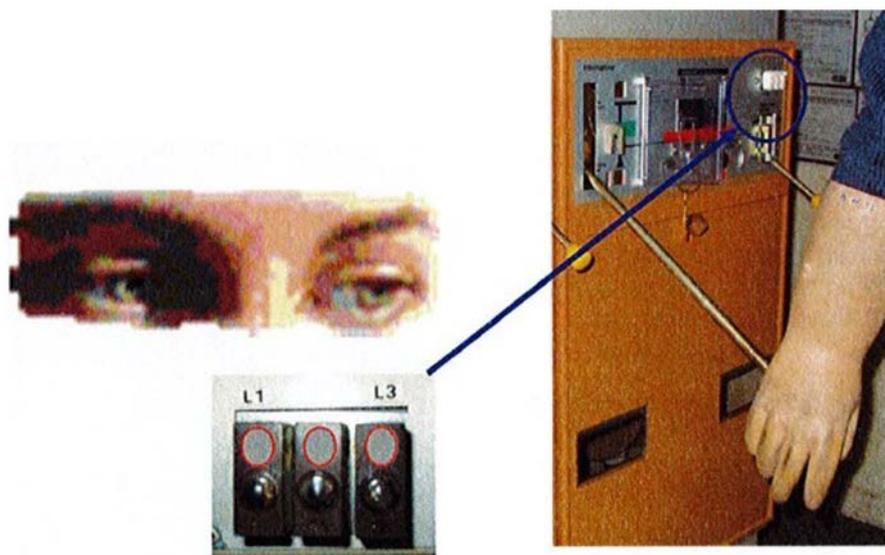


#### 5. Die visuelle Überprüfung, ob eine Spannung vorhanden ist

#### 6. Umschalten des Hochspannungsschalters



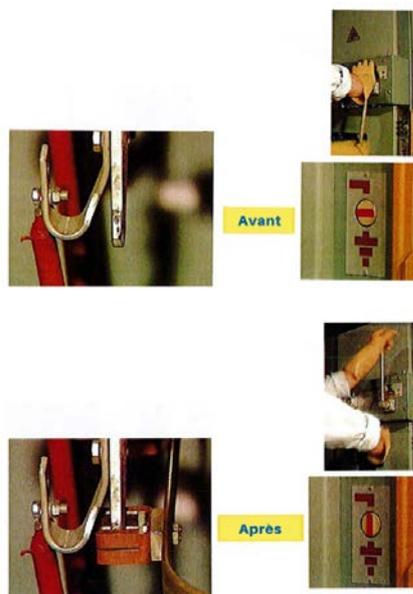
#### 7. Die Überprüfung, ob die Kontrolllampen ausgeschaltet sind



### 8. Der Schutz vor einem erneuten Einschalten



### 9. Die Erdung und der Kurzschluss



### 10. Die Kennzeichnung des Erdungstrennschalters gegen Manipulationen



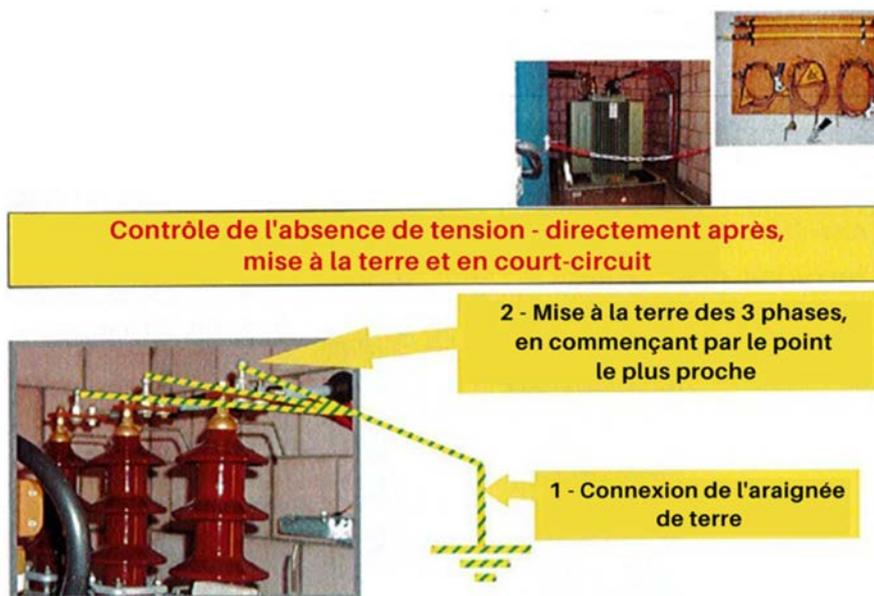
11a. Überprüfen, ob die Zelle spannungsfrei ist



11b. Die Überprüfung, dass keine Spannung an den MS-Klemmen des Transformators vorliegt



12. Die Erdung und der Kurzschluss am Arbeitsplatz



13. Die Unterzeichnung und die Übergabe der Konsignationsbescheinigung

## 28.2. Das Wiedereinschalten eines Transformators

### Wieder einschalten



Einen Transformator wieder unter Spannung zu setzen entspricht :

- der Entgegennahme des unterschriebenen Abschlussberichts
- der Entfernung der Erdung
- der Entfernung der Absperrungen und Abdeckungen
- der Entfernung der Sperrvorrichtungen

- der Sicherstellung der Inbetriebnahme der Anlage



Indicateur  
de présence  
de tension

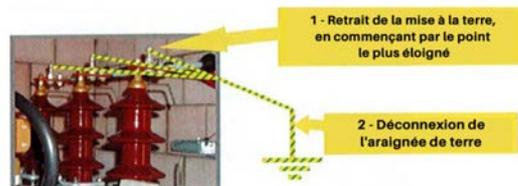
Levier de  
commande pour  
la m.a.l.t.

## Vorgehensweise



### 1. Erhalt der Benachrichtigung über den Abschluss der Arbeiten beim Baubeauftragten

### 2. Erdung und Kurzschluss entfernen



### 3. Überprüfung der für die Operation benötigten Ausrüstung

- Überprüfen Sie die für die Bestellung erforderliche Sicherheitsausrüstung.
- Überprüfen Sie auch: die Kurbeln
- Die Sauberkeit des Bodens: keine Gegenstände

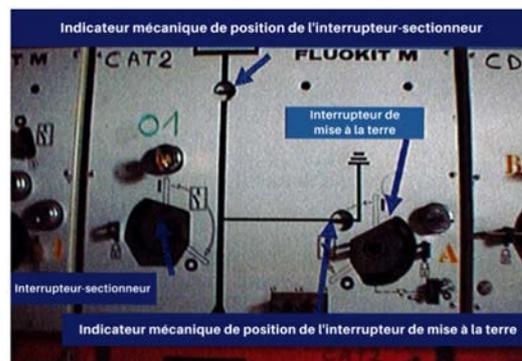
### 4. Kenntnisnahme der Operatorenkarte

## TRANSFORMATEUR

### POUR METTRE L'INSTALLATION SOUS TENSION

1. Monter les têtes de câbles sur le transformateur.
2. Verrouiller le couvercle avec la clé 3.
3. Insérer la clé 3 sur le côté avant de la cellule haute tension.
4. Déverrouiller et ouvrir le sectionneur de terre et retirer la clé 2.
5. Fermer le disjoncteur haute tension.
6. Insérer la clé 2 dans la serrure du disjoncteur basse tension.
7. Déverrouiller le disjoncteur basse tension.
8. Embrocher et réenclencher le disjoncteur basse tension.

**5. Überprüfung der Positionsanzeiger, die sich auf der Zelle befinden**

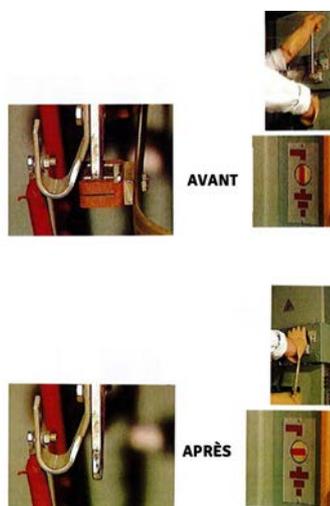


**6. Überprüfung des Zelleninneren**



**7. Zurücksetzen des Hochspannungserdungsschalters**

**8. Erdungs- und Kurzschluss-schalter auslösen**



**9. Überprüfung der Position des Hochspannungserdungsschalters**

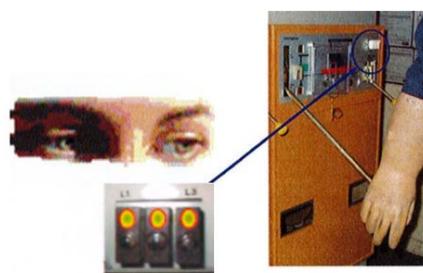


### 10. Entfernen von Sperrvorrichtungen



### 11. Einschalten Hochspannungsschutzschalters

des



### 12. Überprüfen, ob Spannung vorhanden ist, auf das Brummen des Transformators achten

### 13. Einschalten des Niederspannungsschutzschalters

Es ist besser, den Hauptschalter nach Arbeiten am Niederspannungsnetz auszuschalten.



## 29. Die Transformationsstationen

### 29.1. Einige Beispiele



## 30. Die spezifische Sicherheitsausrüstung für eine Hochspannungsstation

### 30.1. Sicherheitsmaterial

#### Isolierstange



Dieses Werkzeug kann für alle Arbeiten in großer Höhe in einer elektrischen Hochspannungsumgebung verwendet werden:

- Anbringen oder Abnehmen (von Lebenslinien, Messhaken ...),
- Zug- oder Druckmanöver (Trennschalter),
- Beschneiden von Bäumen,
- Anheben von Leitern (Sondertransport),
- Überprüfung, ob die Nennspannung nicht überschritten wird (Achtung: Die Allwetterbetriebsspannung wird mit dem letzten vollständig ausgefahrenen Element angegeben),
- Alle Arbeiten, die keine großen mechanischen Belastungen verursachen.



#### Spannungsdetektor



Der Spannungsprüfer soll überprüfen, ob eine Nennspannung in einem Stromkreis in einem Hochspannungssystem zwischen 1 kV und 69 kV tatsächlich nicht vorhanden ist (Prüfung auf Spannungsfreiheit):

- Das Gerät soll jede in einem Netz oder in einer Station vorhandene Nennspannung erkennen.
- Es verhindert, dass induzierte Spannungen erfasst werden, um Erdungsarbeiten zu ermöglichen.

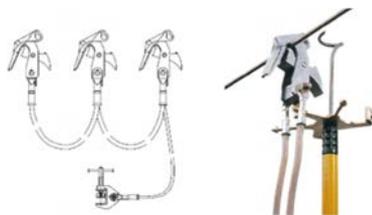


#### Erdungsausrüstung



Dieses Gerät besteht aus :

- Einem Satz von 3 Zangen
- Eine TRIFURKATION: Verbindungsanordnung von Kupferkabeln in extra weicher Ummantelung, die mit wasserdichten Kabelschuhen ausgestattet und durch einen Verbindungsblock verbunden sind.
- Ein Erdungsschraubstock
- Eine teleskopische Isolierstange
- Ein Metallkasten.



## 30.2. Material für die Durchführung des spannungsfreien Zustands / der Konsignation

### Erkennungs-/Verurteilungsschilder



**Définition**

Sie ermöglichen das Verbot von Manövern an elektrischen Geräten. Dieses Zubehör schränkt die möglichen Handlungen an der Schalttafel sowie an den Leistungsschaltern ein. Es ist unerlässlich, um Risiken und Unfälle zu vermeiden, die bei Eingriffen oder Wartungsarbeiten auftreten können, und um das Zurücksetzen beschädigter Geräte zu verhindern.



### Vorhängeschloss zur Verurteilung



**Définition**

Das Sperrschloss ist ein Zubehörteil für die Sperrung von elektrischen Geräten wie Leistungsschaltern oder Fehlerstromschutzschaltern. Es dient dazu, ein Gerät zu verriegeln und jegliche Manipulation daran zu unterbinden. Es wird auch verwendet, um zu verhindern, dass elektrische Geräte bei einem Defekt oder bei Renovierungsarbeiten wieder eingeschaltet werden.



### Griff Vorhängeschlosshalter



**Définition**

Dieses Werkzeug ermöglicht die Verriegelung einer Tür, indem ein Griff mithilfe eines Vorhängeschlosses wirksam blockiert werden kann.



# Praktischer Teil

---



# Conclusion

---



## ***Gutschriften***

Centres de Compétences GTB / PAR

448 ZAE Krakelshaff L-3290 Bettembourg

*Website*

<https://www.cdc-gtb.lu/>

*Grafiken und Bilder*

Freepik et Canva