

250 -1000 Volt

Sicherheitsvorschriften

für elektrische

Starkstrom-Anlagen

II. Mittelspannung

# **Sicherheitsvorschriften**

für elektrische

# **Starkstrom-Anlagen**

herausgegeben

vom

**Verband Deutscher Elektrotechniker.**

II. Mittelspannung.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1903

ISBN 978-3-662-33454-6      ISBN 978-3-662-33852-0 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-33852-0  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1903

Die Vorschriften dieser Abtheilung gelten für elektrische Starkstromanlagen bzw. Theile von solchen, bei denen die effektive Spannung zwischen irgend zwei Leitungen oder einer Leitung und Erde über 250 aber unter 1000 Volt beträgt, mit Ausnahme elektrischer Bahnanlagen.

Derartige Anlagen werden als Mittelspannungs-Anlagen bezeichnet.

## **Allgemeines.**

### **§ 1.**

#### **Bezeichnungen.**

a) Isolation. Als isolirend im Sinne der folgenden Vorschriften gelten faserige oder poröse Isolirstoffe, die mit geeigneter Isolirmasse getränkt sind, ferner feste Isolirstoffe, die nicht hygroskopisch sind. Eine genügende Isolation bieten diese Stoffe dann, wenn sie in solcher Stärke verwendet werden, dass sie bei den im Betriebe vorkommenden Temperaturen von einer Spannung, die die Betriebsspannung um 1000 Volt übersteigt (Ueberspannung von 1000 Volt), nicht durchschlagen werden.

b) Erdung. Einen Gegenstand im besonderen Sinne dieser Vorschriften erden heisst ihn mit der Erde derart leitend verbinden, dass er eine für unisolirt stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann.

c) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle ausserhalb von Gebäuden an Isolatoren befestigten oberirdischen Leitungen ohne metallische Umhüllung und ohne Schutzverkleidung.

d) Isolirte Leitungen. Als isolirte Leitungen gelten umhüllte Leitungen, die nach 24stündigem Liegen im Wasser eine Ueberspannung von 1000 Volt gegen das Wasser eine Stunde lang aushalten.

e) Feuersichere Gegenstände. Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann oder nach Entzündung nicht von selbst weiter brennt.

f) Betriebsräume. Als Betriebsräume gelten Räume für elektrische Maschinen, Akkumulatoren und Apparate, soweit sie nur instruirtem Personal zugänglich sind.

## § 2.

### Uebertritt höherer Spannung.

Der Uebertritt höherer Spannung in Stromkreise für niedrigere Spannung muss verhindert oder ungefährlich gemacht werden, z. B. durch erdende oder kurzschliessende oder abtrennende Sicherungen oder durch dauernde Erdung geeigneter Punkte.

## § 3.

### Erdung und Verbindung benachbarter Metalltheile.

Alle leitenden nicht stromführenden Gegenstände in der Nähe von Theilen, die unter Spannung stehen, müssen, soweit sie von einer Person unabsichtlich gleichzeitig berührt werden können, mit einander leitend verbunden sein; sie dürfen isolirt sein, wenn

es unmöglich ist, dass eine und dieselbe Person unabsichtlich diese Gegenstände und zugleich einen nicht isolirten Gegenstand berührt, oder wenn sie selbst als spannungslos zu haltende Theile einer Isolationseinrichtung dienen. (Betreffend besondere Vorschriften für Generatoren und Motoren siehe § 5.)

Die äussere Metallumhüllung von Leitungen, der äussere Bleimantel oder die Armirung von Kabeln (mit Ausnahme von direkt in die Erde verlegten Kabeln), sowie metallische Schutzverkleidungen von Theilen, die unter Spannung stehen, müssen geerdet sein. Metallene Schutzdrähte und Schutznetze sind zu erden, wo eine gute Erdung erreichbar ist; ist dies nicht der Fall, so sind anderweitige, entsprechend wirkende Sicherheitsmittel anzuwenden.

#### § 4.

### **Vermeidung von Explosions- und Brandgefahr.**

In Räumen, in denen betriebsmässig explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen, dürfen Maschinen, mit Ausnahme derjenigen, die weder Bürsten noch Schleifkontakte haben, und Apparate, an denen betriebsmässig Funken auftreten können, nur unter Verwendung von Schutzkästen, welche jede Feuersgefahr ausschliessen, aufgestellt werden. In allen Fällen ist die Aufstellung derart auszuführen, dass etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtungen auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung brennbarer Stoffe hervorrufen können. Widerstände müssen so beschaffen sein, dass weder durch Erwärmung noch durch Funkenbildung eine Entzündung der explosiblen

Gemische hervorgerufen werden kann. Bogenlampenwiderstände und Bogenlampen, sowie nicht unter Luftabschluss brennende Glühlampen dürfen überhaupt nicht in solchen Räumen verwendet werden. Unter Luftabschluss brennende Glühlampen müssen dicht schliessende Ueberglocken haben, die auch die Fassung einschliessen.

### § 5.

#### **Generatoren, Motoren und Transformatoren.**

Die Gestelle von Dynamomaschinen, Motoren und von zugänglich aufgestellten Transformatoren müssen entweder isolirt und mit einem isolirenden Bedienungsgang umgeben oder dauernd geerdet sein. Für Transformatoren, die in einem besonderen Schutzverschlag stehen und nur besonders instruirtem Personal zugänglich sind, braucht diese Vorschrift nicht eingehalten zu werden.

### § 6.

#### **Akkumulatoren.**

In Akkumulatorräumen darf keine andere als elektrische Glühlichtbeleuchtung verwendet werden. Solche Räume müssen dauernd gut ventilirt sein. Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen Erde durch Glas, Porzellan oder ähnliche nicht hygroskopische Unterlagen zu isoliren. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um beim Auslaufen von Säure eine Gefährdung des Gebäudes zu vermeiden. Während der Ladung dürfen in diesen Räumen glühende oder brennende Gegenstände nicht geduldet werden.

Die Batterien müssen mit einem isolirenden Bedienungsgang umgeben und ihre Anordnung muss

derart getroffen sein, dass bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 Volt herrscht, nicht erfolgen kann.

## § 7.

### Schalttafeln.

Bei Schalttafeln ist Holz nur als Konstruktionsmaterial, nicht aber als Isolation zulässig. Schalttafeln, bei denen der einzelne Apparat mehr als 3 Kilowatt oder die Hauptleitungen mehr als 10 Kilowatt führen, müssen aus feuersicherem Material hergestellt werden. Sicherungen, Schalter und alle Apparate, in denen betriebsmässig Stromunterbrechung stattfindet, müssen derart angeordnet sein, dass etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtungen auftretende Feuererscheinungen benachbarte brennbare Stoffe nicht entzünden können.

Schalttafeln müssen mit einem isolirenden Bedienungsgang umgeben sein und, soweit sie für nicht instruirtes Personal zugänglich sind, müssen sämtliche Theile, die unter Spannung gegen Erde stehen, auf der Bedienungsseite durch Gehäuse vor Berührung geschützt sein. Die gleiche Vorschrift gilt auch für die Rückseite der Schalttafeln, sofern dieselbe überhaupt begehbar ist. Bei Schalttafeln, die betriebsmässig auf der Rückseite zugänglich sein müssen, darf die Entfernung zwischen ungeschützten stromführenden Theilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand nicht weniger als 1 m betragen. Sind auf der letzteren ungeschützte stromführende Theile in erreichbarer Höhe vorhanden, so muss die horizontale Entfernung bis zu denselben 2 m betragen und der Zwischenraum durch

Geländer geteilt sein. Im Uebrigen wird bezüglich der Ausrüstung der Schalttafeln auf die §§ 13a und d, 15, 16, 17 und 18 verwiesen.

## Leitungen.

### § 8.

#### Querschnitt der Leitungen.

Die höchste zulässige Betriebsstromstärke für isolirte Leitungen und oberirdisch verlegte Kabel aus Kupfer, das den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entspricht, ist nach folgender Tabelle zu bemessen.

Querschnitt in Quadrat- millimeter	Betriebs- stromstärke in Ampere	Querschnitt in Quadrat- millimeter	Betriebs- stromstärke in Ampere
0,75	2	35	80
1	4	50	100
1,5	6	70	130
2,5	10	95	165
4	15	120	200
6	20	150	235
10	30	185	275
16	40	240	330
25	60		

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 Quadratmillimeter Querschnitt unterliegen den Vorschriften der vorstehenden Tabelle; blanke Kupferleitungen über 50 Quadratmillimeter können mit 2 Ampere für den Quadratmillimeter belastet werden. Auf Freileitungen und unterirdisch verlegte Kabel finden die vorstehenden Zahlenbestimmungen keine Anwendung.

Bei Verwendung von Drähten aus anderen Metallen müssen die Querschnitte entsprechend grösser gewählt werden.

Der geringste zulässige Querschnitt für isolierte Kupferleitungen ist ein Quadratmillimeter, an und in Beleuchtungskörpern  $\frac{3}{4}$  Quadratmillimeter.

Der geringste zulässige Querschnitt von blanken Leitungen in Gebäuden ist 4 Quadratmillimeter; derjenige von Freileitungen aus Kupfer oder anderen Metallen von mindestens gleich grosser Bruchfestigkeit ist 10 Quadratmillimeter.

## § 9.

### Freileitungen.

a) Freileitungen müssen für Spannungen über 500 Volt aus blanken Drähten bestehen. Bei geringeren Spannungen sind wetterbeständig isolierte Drähte zulässig. Freileitungen dürfen nur auf Isolirglocken verlegt werden.

b) Blanke Freileitungen müssen mindestens 5 m, bei Wegübergängen mindestens 6 m von der Erdoberfläche entfernt sein.

c) Freileitungen in der Nähe von Gebäuden, Brücken u. dergl. sind so anzubringen, dass sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind.

d) Spannweite und Durchhang müssen derart bemessen werden, dass Gestänge aus Holz mit 10facher und aus Eisen mit 5facher Sicherheit und Leitungen bei  $-20^{\circ} \text{C}$  mit 5facher Sicherheit (bei Leitungen aus hartgezogenem Metall mit 3facher Sicherheit) beansprucht sind. Dabei ist der Winddruck mit 125 kg für 1 Quadratmeter senkrecht getroffener Fläche in Rechnung zu bringen.

e) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind Freileitungen durch Blitzschutzvorrichtungen zu

sichern, die auch bei wiederholten Blitzschlägen wirksam bleiben. Es ist dabei auf eine gute Erdleitung Bedacht zu nehmen, die unter möglicher Vermeidung von Krümmungen auszuführen ist. Fahrschienen können als Erdleitung benutzt werden.

f) Bezüglich der Sicherung vorhandener Telephon- und Telegraphenleitungen gegen Freileitungen wird auf § 12 des Telegraphengesetzes vom 6. April 1892 verwiesen.\*)

### § 10.

#### Blanke Leitungen in Gebäuden.

Blanke Leitungen sind in Betriebsräumen, als Kontaktleitungen auch in solchen Räumen, wo sie nur besonders instruirtem Personal zugänglich sind, ferner allgemein in feuersicheren Räumen ohne brennbaren Inhalt, soweit sie vor Beschädigungen und zufälliger Berührung geschützt sind, gestattet. Ausnahmsweise sind in nicht feuersicheren Räumen, in denen ätzende Dünste auftreten, blanke Leitungen zulässig, wenn sie durch einen geeigneten Ueberzug gegen chemische Beschädigung geschützt sind.

Blanke Leitungen sind nur auf Isolirglocken oder gleichwerthigen Vorrichtungen zu verlegen und müssen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, bei Spannweiten von mehr als 6 m mindestens 30 cm, bei Spannweiten von 4—6 m mindestens 20 cm und bei kleineren Spannweiten

---

\*) Dieser Paragraph lautet: „Elektrische Anlagen sind, wenn eine Störung des Betriebes der einen Leitung durch die andere eingetreten oder zu befürchten ist, auf Kosten desjenigen Theiles, welcher durch eine spätere Anlage oder durch eine später eintretende Aenderung seiner bestehenden Anlage diese Störung oder die Gefahr derselben veranlasst, nach Möglichkeit so auszuführen, dass sie sich nicht störend beeinflussen.“

mindestens 15 cm von einander, in allen Fällen aber mindestens 10 cm von der Wand bzw. von Gebäude-  
theilen entfernt sein. Bei Verbindungsleitungen  
zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln  
sind auch andere Isolirstücke und kleinere Abstände  
zulässig.

Betriebsmässig geerdete blanke Leitungen fallen  
nicht unter die Bestimmungen dieses Paragraphen,  
müssen aber gegen mechanische und chemische Be-  
schädigungen geschützt sein.

### § 11.

#### Isolirte Leitungen.

a) Isolirte Leitungen (Bezeichnung G) dürfen,  
soweit ätzende Dämpfe nicht zu befürchten sind,  
verwendet werden, wenn sie eine Gummiisolirung in  
Form einer ununterbrochenen nahtlosen und voll-  
kommen wasserdichten Hülle besitzen. Die Gummi-  
isolirung muss durch eine Umhüllung aus faserigem  
Material noch besonders geschützt sein.

b) Mehrfachleitungen sind in Innenräumen zu-  
lässig, wenn jeder Leiter nach § 11a isolirt ist. Es  
ist hierbei statthaft, die isolirten Leitungen anstatt  
einzeln auch durch eine gemeinsame Umhüllung  
aus faserigem Material zu schützen. Verdrillte biege-  
same Mehrfachleitungen dürfen nicht fest verlegt  
werden.

c) Biegsame Leitungen zum Anschluss beweg-  
licher Lampen und Apparate müssen mit einem  
Gummischlauch oder geerdetem Metall umgeben sein.  
Für hinter einander geschaltete Lampen sowie als  
Ausschalterleitungen sind verdrillte Mehrfachleitun-  
gen nur in Betriebsräumen gestattet.

d) Wenn vulkanisirte Gummiisolirung verwendet  
wird, muss der Leiter verzinkt sein.

## § 12.

**Bleikabel.**

a) Blanke Bleikabel (Bezeichnung K B), bestehend aus einer oder mehreren Kupferseelen, starken Isolirsichten und einem nahtlosen, einfachen, oder einem mehrfachen Bleimantel, müssen gegen mechanische Beschädigung geschützt sein und dürfen nicht unmittelbar mit Stoffen, die das Blei angreifen, in Berührung kommen.

b) Asphaltirte Bleikabel (Bezeichnung K A) dürfen nur da verlegt werden, wo sie gegen mechanische Beschädigung geschützt sind.

c) Asphaltirte armirte Bleikabel (Bezeichnung K E) bedürfen eines besonderen mechanischen Schutzes nicht.

d) Bleikabel jeder Art dürfen nur mit Endverschlüssen, Abzweigmuffen, oder gleichwerthigen Vorkehrungen, die das Eindringen von Feuchtigkeit wirksam verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluss vermitteln, verwendet werden.

An den Befestigungsstellen ist darauf zu achten, dass der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind daher nur bei armirten Kabeln als Befestigungsmittel zulässig.

Blanke Bleikabel, deren Kupferseele weniger als 6 Quadratmillimeter Querschnitt hat, sind nur dann zulässig, wenn ihre Isolirung aus vulkanisirtem Gummi oder gleichwerthigem Stoff besteht.

e) Bei eisenarmirten Kabeln für Ein- oder Mehrphasenstrom müssen sämtliche zu einem Stromkreis gehörigen Leitungen in demselben Kabel enthalten sein.

## § 13.

**Leitungsverlegung.**

a) Alle Leitungen und Apparate müssen auch nach der Verlegung in ihrer ganzen Ausdehnung in solcher Weise zugänglich sein, dass sie jeder Zeit geprüft und ausgewechselt werden können. Unterirdisch verlegte Leitungen unterliegen dieser Vorschrift nicht.

b) Leitungsdrähte dürfen nur durch Verlöthen, Verschrauben oder auf eine andere gleichwerthige Verbindungsart mit einander und mit Apparaten verbunden werden. Drähte durch einfaches Umeinanderschlingen der Drahtenden zu verbinden, ist unzulässig.

Zur Herstellung von Löthstellen dürfen Löthmittel, die das Metall angreifen, nicht verwendet werden. Die fertige Verbindungsstelle ist entsprechend der Art der betreffenden Leitungen sorgfältig zu isoliren.

Die Anschluss- und Abzweigungsstellen von freigespannten Leitungen müssen von Zug entlastet sein.

Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten ist mittels Klemmschrauben auszuführen.

Drahtseile bis zu 6 Quadratmillimeter und Drähte bis zu 25 Quadratmillimeter Kupferquerschnitt können mit angebogenen Oesen an die Apparate befestigt werden. Drahtseile über 6 Quadratmillimeter sowie Drähte über 25 Quadratmillimeter Kupferquerschnitt müssen mit Kabelschuhen oder einem gleichwerthigen Verbindungsmittel versehen werden. Drahtseile von geringerem Querschnitt müssen, wenn sie nicht

gleichfalls Kabelschuhe erhalten, an den Enden verlötet werden.

c) Kreuzungen von Leitungen mit anderen Leitungen und mit sonstigen Metalltheilen sind so auszuführen, dass gegenseitige Berührung ausgeschlossen ist.

Bei Einrichtungen, bei denen ein Zusammenlegen von Leitungen unvermeidlich ist (in Rohren verlegte Leitungen, Regulirvorrichtungen), dürfen isolirte Leitungen so verlegt werden, dass sie sich berühren, wenn Vorsorge gegen Durchscheuern der Isolation getroffen ist.

d) Wand- und Deckendurchgänge sind entweder der in dem betreffenden Raume gewählten Verlegungsart entsprechend auszuführen, oder es sind haltbare Rohre (Holz ausgeschlossen), die ein bequemes Durchziehen der Leitungen gestatten, zu verwenden. In diesem Falle ist für jede einzeln verlegte Leitung, sowie für jede Mehrfachleitung je ein Rohr zu verwenden und die Rohre sind so zu verlegen, dass sich Wasser nicht ansammeln kann. Die Rohre müssen über Decken- und Wandflächen mindestens 1 cm und über Fussböden mindestens 10 cm vorstehen und sind gegen mechanische Beschädigung zu schützen. In feuchten Räumen sind Rohre von genügender Isolirfähigkeit und mechanischer Festigkeit, deren Enden nach Art der Isolirglocken ausgebildet sind, zu verwenden, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Bei Wanddurchgängen ins Freie sind Einführungsstücke von feuersicherem Isolirstoff mit abwärts gekrümmtem, nach Art der Isolirglocken ausgebildetem Ende zu verwenden, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Bei Durchführungen der Leitungen durch hölzerne Wände und hölzerne Schalttafeln müssen die Oeffnungen mit isolirenden und feuersicheren Tüllen ausgefüllt sein.

Betriebsmässig geerdete Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen dieses Absatzes, sind aber gegen die Einflüsse der Mauerfeuchtigkeit zu schützen.

e) Soweit festverlegte Leitungen der Berührung zugänglich oder der mechanischen Beschädigung ausgesetzt sind, müssen sie durch Verkleidungen geschützt werden, die so hergestellt sein sollen, dass die Luft frei hinzutreten kann. Rohre gelten als Schutzverkleidung.

Armirt Bleikabel und metallumhüllte Leitungen, sowie sämtliche Leitungen in Betriebsräumen unterliegen dieser Vorschrift nicht.

#### § 14.

### Isolirung und Befestigung der Leitungen.

Für die Befestigungsmittel und die Verlegung aller Arten von Leitungen gelten folgende Bestimmungen:

a) Isolirglocken dürfen im Freien nur in aufrechter Stellung, in gedeckten Räumen nur in solcher Lage befestigt werden, dass sich keine Feuchtigkeit in der Glocke ansammeln kann.

b) Rollen, Ringe und Klemmen müssen aus Porzellan oder Glas hergestellt und so geformt und angebracht sein, dass die Leitungen in einem lichten Abstände von wenigstens 1 cm von der Wand gehalten werden.

Bei Führung längs der Wand soll auf je 80 cm mindestens eine Befestigungsstelle kommen.

Bei Führung an den Decken kann die Entfernung im Anschluss an die Deckenkonstruktion ausnahmsweise grösser sein.

c) Mehrfachleitungen dürfen nicht so befestigt werden, dass ihre Einzelleiter auf einander gepresst sind; metallene Bindedrähte sind hierbei nicht zulässig.

d) Rohre können zur Verlegung isolirter Leitungen unter Putz, in und auf Wänden, Decken und Fussböden verwendet werden, sofern sie die Leitungen dauernd gegen die Wirkungen der Feuchtigkeit schützen. Sie können aus Metall oder Isolirmaterial oder aus Metall mit isolirender Auskleidung bestehen. Es ist gestattet, Hin- und Rückleitung in dasselbe Rohr zu verlegen; jedoch dürfen nur solche Leitungen gleicher Polarität in einem gemeinsamen Rohr verlegt werden, die mit einer § 16 e entsprechenden Sicherung versehen sind; mehr als drei Leiter in demselben Rohre sind nicht zulässig. Bei Verwendung eiserner Rohre für Ein- oder Mehrphasenstromleitungen müssen dagegen sämtliche zu einem Stromkreise gehörigen Leitungen in demselben Rohre verlegt werden. Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Zahl der Dosen müssen so gewählt werden, dass man die Leitungen jederzeit leicht einziehen und entfernen kann. Die Leitungen dürfen erst nach Verlegung der Rohre eingezogen werden.

Die Rohre sind so herzurichten, dass die Isolirung der Leitungen durch vorstehende Theile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann; die Stossstellen müssen bei Metallrohren zum Zwecke der Erdung elektrisch leitend verbunden sein. Die Rohre sind so zu verlegen, dass sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

Drahtverbindungen dürfen nicht innerhalb der Rohre, sondern nur in Verbindungsdosen ausgeführt werden, die jederzeit leicht geöffnet werden können.

Sofern Metallrohre als geerdete Leitungen dienen, unterliegen sie den allgemeinen Vorschriften über geerdete Leitungen, insbesondere den §§ 8 und 13a.

e) Holzleisten sind zur Verlegung von Leitungen nicht gestattet. Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmässig geerdeten blanken Leitungen in trockenen Räumen zulässig.

## Apparate.

### § 15.

#### Allgemeines.

Die stromführenden Theile sämtlicher Apparate müssen auf feuersicheren, auch in feuchten Räumen ausreichend isolirenden Unterlagen montirt und von Schutzkästen derart umgeben sein, dass sie sowohl vor Berührung geschützt als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind.

Apparate auf Schalttafeln, soweit sie nur instruirtem Personal zugänglich sind, sowie Apparate, die im Freien in unzugänglicher Lage angebracht sind, können Schutzkästen entbehren.

Die stromführenden Theile sämtlicher Apparate müssen gegen die Erde ebenso sorgfältig isolirt sein, wie die in den betreffenden Räumen verlegten Leitungen. Bei Einführung von Leitungen muss der für die Leitungen vorgeschriebene Abstand von der Wand gewahrt bleiben.

Die Kontakte sind derart zu bemessen, dass durch den stärksten vorkommenden Betriebsstrom keine Erwärmung von mehr als 50° C über Lufttemperatur eintreten kann.

## § 16.

**Sicherungen.**

a) Nicht ausschaltbare Sicherungen müssen derart konstruiert oder angeordnet sein, dass sie auch unter Spannung gefahrlos gehandhabt werden können; sie dürfen unter Spannung nur von instruiertem Personal gehandhabt werden.

b) Die neutralen oder Nullleitungen bei Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen, sowie alle betriebsmässig geerdeten blanken Leitungen dürfen keine Sicherungen enthalten; dagegen sind alle übrigen Leitungen, die von der Schalttafel nach den Verbrauchsstellen führen, durch Abschmelzsicherungen oder andere selbstthätige Stromunterbrecher zu schützen.

c) Für Anlagen in Innenräumen sind Sicherungen (mit Ausnahme des unter e angeführten Falles) an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert.

Bei Abzweigungen kann das Anschlussleitungsstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt sein als die Hauptleitung; es ist aber in diesem Falle von entzündlichen Gegenständen feuersicher zu trennen und darf nicht aus Mehrfachleitungen hergestellt sein. Bei grösseren Längen ist das Anschlussleitungsstück bis zur Sicherung von gleichem Querschnitt zu wählen wie die Hauptleitung.

d) Biegsame Leitungen zum Anschluss von beweglichen Lampen, Motoren und Apparaten sind stets

mittels lösbaren Kontaktes und Sicherung in jedem Pole abzuzweigen.

e) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung richtet sich nach dem Querschnitt der zu schützenden Leitung in der Weise, dass die Normalstromstärke der Sicherung entweder gleich der höchsten nach § 8 zulässigen Betriebsstromstärke der Leitung oder schwächer zu wählen ist.

Mehrere Vertheilungsleitungen können eine gemeinsame Sicherung von höchstens 6 Ampere Normalstromstärke erhalten. Querschnittsverminderungen oder Abzweigungen jenseits dieser Sicherung brauchen in diesem Falle nicht weiter gesichert zu werden.

f) Die Abschmelzstromstärke der Sicherung soll das Doppelte ihrer Normalstromstärke sein. Sicherungen bis einschliesslich 50 Ampere Normalstromstärke müssen mindestens die  $1\frac{1}{4}$ fache Normalstromstärke dauernd tragen können; vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

g) Die Sicherungen müssen derart konstruirt sein, dass beim Abschmelzen, auch bei Kurzschluss, in der gesicherten Leitung kein dauernder Lichtbogen entstehen kann.

In Innenräumen muss bei Sicherungen von 2 bis 20 Ampere Normalstromstärke durch die Konstruktion eine irrthümliche Verwendung zu starker Einsätze ausgeschlossen sein.

Bei Sicherungen dürfen weiche plastische Metalle und Legirungen nicht unmittelbar den Kontakt vermitteln, sondern es müssen die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall eingelöthet sein.

h) Die Maximalspannung und die Normalstrom-

stärke sind auf dem auswechselbaren Einsatz der Sicherung zu verzeichnen.

i) Sicherungen sind möglichst zu centralisiren und in handlicher Höhe anzubringen; sie müssen derart konstruirt und angebracht sein, dass sie gefahrlos funktionieren.

k) In Räumen, in denen betriebsmässig explosive Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen, dürfen Sicherungen nur in luftdichten und explosions sicheren Schutzkästen angebracht werden.

## § 17.

### Aus- und Umschalter.

a) Stromerzeuger, Motoren sowie selbstständig gesicherte Lampengruppen und andere Stromverbrauche müssen derart ausschaltbar sein, dass nach Ausschalten kein Theil hinter den Schaltern unter Spannung steht; in Hausinstallationen müssen die Ausschalter derart sein, dass diese Ausschaltung durch Einen Handgriff erfolgt. Nullleiter und betriebsmässig geerdete Leitungen dürfen entweder gar nicht oder nur nach oder gleichzeitig mit den zugehörigen Aussenleitern ausschaltbar sein.

b) Die Schalter müssen so konstruirt sein, dass sie nur in geschlossener oder offener Stellung, nicht aber in einer Zwischenstellung verbleiben können.

Hebelschalter für Ströme über 30 Ampere und alle Hebelschalter in Betriebsräumen sind von dieser Vorschrift ausgenommen.

Die Wirkungsweise aller Schalter muss derart sein, dass sich kein dauernder Lichtbogen bilden kann.

c) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sind auf demselben zu vermerken.

d) Ausschalter müssen erkennen lassen, ob der Stromkreis geschlossen oder offen ist.

e) Metallkontakte sollen Schleifkontakte sein.

f) In Räumen, in denen betriebsmässig explosive Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen, ist die Aufstellung von Ausschaltern und Umschaltern nur in Schutzkästen, die jede Feuergefahr ausschliessen, zulässig.

g) Schalter müssen mit Schutzgehäusen aus Isolirstoff oder geerdetem Metall versehen sein, desgleichen müssen ihre aus den Schutzgehäusen hervorragenden Theile, wie Griffe und dergl., aus Isolirmaterial bestehen oder geerdetes Metall enthalten (Ausnahme vergl. § 15, Abs. 2).

## § 18.

### Widerstände.

Widerstands- und Heizapparate, bei denen eine Erwärmung um mehr als  $50^{\circ}$  C eintreten kann, sind derart anzuordnen, dass eine Berührung zwischen den wärmeentwickelnden Theilen und entzündlichen Stoffen, sowie eine feuergefährliche Erwärmung der Letzteren nicht vorkommen kann.

Widerstandsapparate dürfen nur auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend oder an feuersicheren Gebäudetheilen angebracht werden. Für Räume, in denen betriebsmässig explosive Gemische von Staub, Fasern oder Gasen vorhanden sind, vergl. die Bestimmungen des § 4.

## Lampen und Zubehör.

### § 19.

#### Allgemeines.

a) Die unter Spannung stehenden Theile von Lampen und Zubehör müssen, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sind, durch eine Umhüllung aus Isolirmaterial oder geerdetem Metall geschützt sein.

b) Um während der Bedienung der Lampen alle Theile derselben spannungslos zu machen, sind mindestens für jede selbstständig gesicherte Lampengruppe in allen unter Spannung stehenden Leitungen Ausschalter anzubringen.

c) Bei Reihenschaltung von Lampen ausserhalb von Betriebsräumen muss jede Lampe mit einer Vorrichtung versehen sein, welche bei Stromunterbrechung in der Lampe selbstthätig Kurzschluss oder Nebenschluss herstellt.

### § 20.

#### Lampenträger.

a) Metallene Lampenträger jeder Art müssen entweder gegen Berührung geschützt oder geerdet sein.

b) Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, dass die Zuführungsdrähte durch Drehen des Körpers nicht verletzt werden können.

c) An und in Beleuchtungskörpern ist isolirter Draht oder Mehrfachleitung (G; § 11) verwendbar. Wenn der Draht an der Aussenseite des Beleuchtungskörpers geführt ist, muss er derart befestigt sein,

dass er seine Lage nicht verändern kann, und dass eine Beschädigung der Isolirung durch die Befestigung ausgeschlossen ist.

## § 21.

### Glühlampen.

a) In Räumen, in denen betriebsmässig explosive Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen, dürfen nur unter Luftabschluss brennende Glühlampen mit dichtschiessenden Ueberglocken, die auch die Fassungen einschliessen, verwendet werden.

Glühlampen, die mit entzündlichen Stoffen in Berührung kommen können, müssen mit Schalen, Glocken oder Drahtgittern versehen sein, durch die die Berührung der Lampen mit entzündlichen Stoffen verhindert wird.

b) Die stromführenden Theile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montirt und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein. Stoffe, die in der Wärme entzündlich sind oder Formveränderungen erleiden, sind als Bestandtheile im Innern der Fassungen ausgeschlossen.

c) Ausschalter an Fassungen sind verboten.

d) Die unter Spannung stehenden Theile der Glühlampen müssen vor Berührung geschützt sein.

e) Schnurpendel aus biegsamer Mehrfachleitung sind nur dann zulässig, wenn das Gewicht der Lampe nebst Schirm von einer besonderen Tragschnur getragen wird, die mit der Litze verflochten sein kann. Sowohl an der Aufhängestelle als auch an der Fassung müssen die Leitungsdrähte länger sein als die Tragschnur, damit kein Zug auf die Leitungsdrähte ausgeübt wird.

## § 22.

**Bogenlampen.**

a) In Räumen, in denen betriebsmässig explosive Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen, dürfen Bogenlampen nicht verwendet werden.

b) Bogenlampen dürfen ohne Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohlentheilchen verhindern, nicht verwendet werden.

c) Bogenlampen sind isolirt in die Laterne (Gehänge, Armaturen) einzusetzen. Die Aufhängevorrichtung ist in allen Fällen zu erden. Die Laterne ist zu erden, wenn sie der Berührung zugänglich ist, während die Lampe unter Spannung steht.

d) Die Einführungsöffnungen für die Leitungen müssen so beschaffen sein, dass die Isolirhülle der letzteren nicht verletzt werden und Feuchtigkeit in das Innere der Laterne nicht eindringen kann.

e) Soweit die Zuleitungsdrähte der Berührung zugänglich sind, während die Lampe unter Spannung steht, müssen sie isolirt und mit einer geerdeten Metallumhüllung versehen sein.

f) Bei der Verwendung der Zuleitungsdrähte als Aufhängevorrichtung dürfen die Anschlussstellen der Drähte nicht durch Zug beansprucht und die Drähte nicht verdrillt werden.

**Isolation der Anlagen.**

## § 23.

**Ueberwachung.**

Vor Inbetriebsetzung einer Anlage ist durch Isolationsprüfung mit mindestens 100 Volt Spannung

festzustellen, ob Isolationsfehler vorhanden sind. Das Gleiche gilt von jeder Erweiterung der Anlage.

Für Centralen sind nach Möglichkeit Vorrichtungen vorzusehen, durch welche man sich über den Isolationszustand der Anlage dauernd unterrichtet hält. Ueber das Ergebniss ist Buch zu führen.

Zur dauernden Erhaltung des vorgeschriebenen Zustandes der Gestänge, der Leitungen, der Sicherheitsvorrichtungen und der Erdung mit ihren Kontakten muss eine Ueberwachung in der Weise stattfinden, dass jährlich mindestens einmal eine eingehende Revision und ausserdem vierteljährlich mindestens einmal eine Begehung sämtlicher oberirdischen Fernleitungen stattfindet. Ueber den Befund ist Buch zu führen.

#### § 24.

#### Isolationswerth.

a) Der Isolationswiderstand muss für die in Innenräumen isolirt verlegten Theile des Leitungsnetzes mindestens  $\frac{3\,000\,000}{n}$  Ohm betragen. Ausserdem muss für jede Hauptabzweigung die Isolation mindestens

$$10\,000 + \frac{3\,000\,000}{n} \text{ Ohm}$$

betragen.

In diesen Formeln ist unter  $n$  die Zahl der an die betreffende Leitung angeschlossenen Glühlampen zu verstehen, einschliesslich eines Aequivalentes von 10 Glühlampen für jede Bogenlampe, jeden Elektromotor oder anderen stromverbrauchenden Apparat.

b) Der Isolationswiderstand von Freileitungen muss bei Regenwetter mindestens 100 000 Ohm für das Kilometer einfacher Länge betragen.

## § 25.

**Messungen.**

a) Bei Messungen von Neuanlagen muss nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und der Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedenen Potentials gegen einander gemessen werden; hierbei müssen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder andere stromverbrauchenden Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise dürfen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die möglichst nahe der Mitte zu wählen ist. Dabei müssen die Isolationswiderstände den Formeln des § 24 genügen.

b) Bei Isolationsmessung durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn möglich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden, und die Messung soll erst erfolgen, nachdem die Leitung während einer Minute der Spannung ausgesetzt war. Alle Isolationsmessungen müssen, wenn möglich, mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit einer Spannung von 100 Volt angestellt werden.

**Schutzmaassregeln beim Betriebe.**

## § 26.

a) Das Arbeiten an Theilen des Leitungsnetzes ist nur nach vorheriger Ausschaltung und einer unmittelbar an der Arbeitsstelle vorgenommenen Erdung und Kurzschliessung der stromführenden Theile gestattet.

Das Arbeiten an unter Spannung stehenden Apparaten und Stromverbrauchern ist verboten. Die zu behandelnden Theile sind vorher allpolig abzuschalten, und die Stellung der Ausschalter ist durch Verriegelung zu sichern. Das Auswechseln von Glühlampen ist nur gestattet, wenn der Stromkreis vollständig abgeschaltet ist. Die Bedienung von Bogenlampen ist nur gestattet, nachdem die Lampe von dem Stromkreis vollständig abgeschaltet und entweder geerdet oder durch eine geerdete Vorrichtung von der Leitung entfernt worden ist.

Ausnahmen von den Bestimmungen der beiden vorigen Absätze sind in Centralen und in Unterstationen (Transformatorstationen) gestattet. In diesen darf an unter Spannung stehenden Theilen gearbeitet werden, jedoch nur von instruirtem Personal und wenn möglich in Gegenwart einer zweiten Person. Ebenfalls ausnahmsweise kann die Bedienung von Kollektoren und Schleifbürsten im Betriebe von instruirtem Personal ausgeführt werden jedoch nur dann, wenn der Bedienende isolirt steht, und wenn die Bedienung ohne Berührung des Gestelles oder des anderen Poles leicht möglich ist.

Die Handhabung von Schaltern, sowie das Auswechseln von Sicherungen, die der Bestimmung des § 16a entsprechen, sind nicht als Arbeiten im Sinne der vorstehenden Bestimmungen zu betrachten.

b) In Innenräumen, in denen betriebsmässig blanke unter Spannung stehende Theile unvermeidlich sind, müssen Warnungstafeln angebracht sein. Wo solche Theile vorkommen, müssen die Stromkreise innerhalb des von ihnen versorgten Raumes ausschaltbar sein, und der Raum darf nur bei ausreichender Beleuchtung betreten werden

c) In jeder Betriebsstätte sind Vorschriften über

die Behandlung von Personen, die durch elektrischen Strom betäubt sind, sichtbar anzubringen.

## Pläne.

### § 27.

Für jede Starkstromanlage soll bei Fertigstellung ein Plan und ein Schaltungsschema hergestellt werden. Der Plan soll enthalten:

a) Bezeichnung der Räume nach Lage und Verwendung. Besonders hervorzuheben sind feuchte Räume und solche, in denen ätzende oder leicht entzündliche Stoffe oder explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern vorkommen.

b) Lage, Querschnitt und Isolierungsart der Leitungen. Der Querschnitt wird, in Quadratmillimeter ausgedrückt, neben die Leitungslinien gesetzt. Die Isolierungsart wird durch die unten angeführten Buchstaben bezeichnet.

c) Art der Verlegung (Isolirglocken, Rollen, Klemmen, Rohre etc.); hierfür sind ebenfalls nachstehend Bezeichnungen angegeben.

d) Lage der Apparate und Sicherungen.

e) Lage und Art der Lampen, Elektromotoren und sonstigen Stromverbraucher.

Für alle diese Pläne sind folgende Bezeichnungen anzuwenden.

 = Erdung.

× = Feste Glühlampe.

 = Bewegliche Glühlampe.

⊗ 5 = Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).

 3 = Beweglicher Lampenträger mit Lampenzahl (3).

Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Grösse.

 6 = Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (6) in Ampere.

 10 = Dynamomaschine bzw. Elektromotor jeder Stromart mit Angabe der höchsten zulässigen Beanspruchung in Kilowatt.

 = Akkumulatoren.

 = Wandfassung, Anschlussdose.

 = Einpoliger bzw. zweipoliger bzw. dreipoliger Ausschalter mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (6) in Ampere.

 3 = Umschalter desgl.

 = Sicherung (an der Abzweigstelle).

 10 = Widerstand, Heizapparate und dergl. mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (10) in Ampere.

 10 = Desgleichen beweglich angeschlossen.

 7,5 = Transformator mit Angabe der Leistung in Kilowatt (7,5).

 = Drosselspule.

 = Blitzschutzvorrichtung.

-  = Zweileiter- bzw. Dreileiter- oder Drehstromzähler mit Angabe des Messbereichs in Kilowatt (5 bzw. 20).
-  = Zweileiterschalttafel.
-  = Dreileiterschalttafel oder Schalttafel für mehrphasigen Wechselstrom.
-  = Einzelleitung.
-  = Hin- und Rückleitung.
-  = Dreileiter- oder Drehstromleitung.
-  = Fest verlegte Mehrfachleitung jeder Art.
-  = Nach oben führende Steigleitung.
-  = Nach unten führende Steigleitung.
- B Blanker Kupferdraht.
- B E Blanker Eisendraht.
- G Leitung nach § 11 a.
- K B Kabel nach § 12 a.
- K A Kabel nach § 12 b.
- K E Kabel nach § 12 c.
- (g) Verlegung auf Isolirglocken nach § 14 a.
- (r) Verlegung auf Rollen oder Ringen nach § 14 b.
- (k) Verlegung auf Klemmen nach § 14 b.
- (o) Verlegung in Rohren nach § 14 d.

Das Schaltungsschema soll enthalten: Querschnitte der Hauptleitungen und Abzweigungen von den Schalttafeln mit Angabe der Belastung in Ampere.

Die Vorschriften dieses Paragraphen gelten auch für alle Abänderungen und Erweiterungen.

Der Plan und das Schaltungsschema sind von dem Besitzer der Anlage aufzubewahren.

## **Schlussbestimmungen.**

### **§ 28.**

Die vorstehenden Vorschriften treten vom 1. Oktober 1899 ab für Neuanlagen und Erweiterungen als vorläufige, vom Verband Deutscher Elektrotechniker genehmigte Richtschnur in Kraft.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, dieselben den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

**Der Vorsitzende der Sicherheitskommission.**

B u d d e.

# Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Vom VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER

sind herausgegeben worden:

## I. Vorschriften für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen

1. Niederspannungsanlagen (bis 250 Volt) . . . Preis M. —,60

Gültig für Anlagen, welche nach dem 1. Januar 1903 fertig gestellt werden.

Der Einzelpreis von M. —,60 ermässigt sich beim Bezuge von mindestens

10 Ex. auf M. —,55; 25 Ex. auf M. —,50; 100 Ex. auf M. —,45.

Ausgabe in Reichsformat (zum Beiheften zu Verträgen etc. geeignet).

100 Ex. M. 25,—; 250 Ex. M. 60,—; 500 Ex. M. 110,—; 1000 Ex. M. 200,—.

(Weniger als 100 Exemplare werden nicht abgegeben.)

## II. Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.

2. Mittelspannung (250—1000 Volt) . . . . . Preis M. —,50

3. Hochspannung (über 1000 Volt) . . . . . Preis M. —,50

Der Einzelpreis von je M. —,50 ermässigt sich bei gleichzeitigem Bezuge einer Ausgabe von mindestens:

10 Ex. auf M. —,45; 25 Ex. auf M. —,40; 100 Ex. auf M. —,35.

Ausgabe in Reichsformat (zum Beiheften zu Verträgen etc. geeignet).

100 Ex. einer Ausgabe M. 20,—; 250 Ex. M. 45,—; 500 Ex. M. 75,—; 1000 Ex. M. 100,—.

(Weniger als 100 Exemplare werden nicht abgegeben.)

Hierzu ist erschienen:

### Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen.

(Sicherheits-Vorschriften d. Verbandes Deutscher Elektrotechniker.)

Im Auftrage des Verbandes

herausgegeben von Dr. C. L. Weber, kaiserlichem Regierungsrat.

Fünfte, mit der vierten übereinstimmende Ausgabe. 1903.

Karton. Preis M. 3,—.

## III. Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.

Einzelpreis M. —,50; (bei 10 Ex. M. —,45; 25 Ex. M. —,40; 100 Ex. M. —,35).

## IV. Normalien für elektrische Maschinen und Transformatoren.

Mit Erläuterungen von G. Dettmar.

Ausgabe in Taschenformat:

Einzelpreis M. —,80; (bei 10 Exempl. M. —,60).

Ausgabe in Reichsformat (zum Beiheften zu Verträgen etc. geeignet).

100 Ex. M. 20,—; 250 Ex. M. 45,—; 500 Ex. M. 75,—; 1000 Ex. M. 100,—.

(Weniger als 100 Exemplare werden nicht abgegeben.)

## V. Anleitung zur ersten Hülfeleistung bei Unfällen in elektrischen Betrieben.

Ausgabe in Taschenformat:

10 Ex. M. —,40; 100 Ex. M. 3,—.

Ausgabe in Plakatformat auf festem Kartonpapier:

10 Ex. in Rolle M. 3,—; 25 Ex. M. 6,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.