

---

**NORMALIEN**  
**N**VORSCHRIFTEN  
UND LEITSÄTZE  
DES VERBANDES DEUTSCHER  
ELEKTROTECHNIKER  
— EINGETRAGENER VEREIN —

---

Achte Auflage

# Normalien, Vorschriften und Leitsätze

des

Verbandes Deutscher Elektrotechniker  
eingetragener Verein.

Herausgegeben

von

**Georg Dettmar.**

Generalsekretär.

**Achte Auflage.**

Mit Berücksichtigung der Beschlüsse bis zur Jahresversammlung  
1913 einschließlich.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1913

Alle Rechte,  
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen,  
vorbehalten.

ISBN 978-3-662-23232-3      ISBN 978-3-662-25251-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-25251-2

Softcover reprint of the hardcover 8th edition 1913

## Vorwort zur ersten Auflage.

Nachdem der Verband Deutscher Elektrotechniker nunmehr auf eine zehnjährige wissenschaftlich-technische Tätigkeit zurückblicken kann, hat sein Vorstand mich beauftragt, die in dieser Zeit gemachten Arbeiten in der augenblicklich geltenden Fassung und in einem Buche zusammengestellt zu veröffentlichen. Bisher waren einzelne dieser Arbeiten als Broschüren herausgegeben und andere nur im Verbandsorgan, der Elektrotechnischen Zeitschrift, nicht aber gesondert veröffentlicht worden. Diese Art der Veröffentlichung war so lange die zweckmäßigste als sich die einzelnen Vorschriften und Normalien noch im Stadium des allmählichen Ausbaues und der Verbesserung befanden. Dieses Stadium ist zwar auch jetzt noch nicht ganz überwunden und kann es wohl nie werden; denn neue Entwicklungen der Technik werden immer eine entsprechende Berücksichtigung in den Vorschriften und Normalien finden müssen. Einen gewissen Abschluß haben aber die meisten dieser Arbeiten jetzt erreicht und dadurch rechtfertigt sich ihre Veröffentlichung in gesammelter Form.

Diejenigen Leser, welche die Jahresversammlungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht mitmachen, dürfte es interessieren zu erfahren, wie diese Arbeiten eingeleitet und durchgeführt werden. Nachdem aus den Kreisen der Industrie die Anregung zur Behandlung eines bestimmten Gegenstandes gegeben worden ist, wird auf der nächsten Jahresversammlung die Angelegenheit besprochen und, wenn ihre weitere Verfolgung geboten erscheint, eine Kommission zu diesem Zwecke ernannt. Diese erhält ein bestimmtes Mandat auf ein Jahr und veröffentlicht ihre Arbeit im Verbandsorgan, einige Zeit vor der nächsten Jahresversammlung, damit diese in der Lage ist, die Arbeit zu beurteilen und zu diskutieren und, wenn Bedenken gegen einzelne Punkte auftauchen, die Angelegenheit zur nochmaligen Behandlung an die Kommission unter Erneuerung ihres Mandates zurück



zu verweisen. Werden gegen die Kommissionsarbeit auf der Jahresversammlung keine Einwendungen gemacht, so wird die Annahme der Arbeit beschlossen, jedoch zunächst nur versuchsweise auf ein oder zwei Jahre, damit der Verband Gelegenheit habe, die Tauglichkeit der Arbeit durch die praktische Erfahrung zu prüfen. Erst wenn diese Probezeit verstrichen ist und gezeigt hat, daß die Arbeit brauchbar ist, wird sie von einer folgenden Jahresversammlung einschließlich etwaiger als nötig erwiesener Verbesserungen definitiv angenommen. Die meisten der in diesem Buche abgedruckten Kommissionsarbeiten haben den hier geschilderten Vorgang bis zur definitiven Annahme durchgemacht. Das Datum der Annahme ist in jedem Falle angegeben.

In einem Falle, nämlich jenem der Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz, ist der Verband von dem gewöhnlichen Verfahren der Behandlung durch eine eigene Kommission abgewichen und hat diese Leitsätze ohne Änderung in der Form angenommen, in der sie ihm vom Elektrotechnischen Verein empfohlen worden sind. Bei Ausarbeitung der Normalien für Leitungsmaterial, der Vorschriften für Holzgestänge und der Sicherheitsvorschriften ist der Verband in dankenswerter Weise von der Vereinigung der Elektrizitätswerke unterstützt worden. Die Kommission für Kontaktgrößen und Schrauben ist nach Beendigung ihrer Arbeit im Jahre 1895 nicht wieder eingesetzt worden. Von diesen Arbeiten ist jedoch nur der Teil, der sich auf Schrauben bezieht, in diese Sammlung aufgenommen worden; die übrigen Bestimmungen sind, weil nicht mehr im Einklang mit den Arbeiten späterer Kommissionen, auf Beschluß des Redaktionskomitees der Sicherheitskommission fortgelassen worden. In bezug auf die Sicherheitsregeln für elektrische Bahnanlagen ist zu bemerken, daß sie demnächst eine Neubearbeitung erfahren werden. Sobald die neue Fassung angenommen ist, wird sie einer neuen Auflage dieses Buches einverleibt werden. Die in den jetzigen „Sicherheitsregeln“ enthaltene Bezugnahme auf die „Mittelspannungsvorschriften“ setzt eigentlich den Abdruck der letzteren in diesem Buche voraus. Da jedoch die Mittelspannungsvorschriften mit Ende dieses Jahres überhaupt außer Kraft treten, so ist ihr Abdruck in dieser Sammlung nicht zweckmäßig, und es möge hier der

Hinweis genügen, daß die Mittelspannungsvorschriften in der ETZ 1899, Seite 571 veröffentlicht sind.

Zur Vervollständigung der Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edisongewinde gehören die Bestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für die Prüfung der Kaliberlehren. Da diese Bestimmungen jedoch weder eine Verbandsarbeit sind, noch eine Arbeit, die durch Verbandsbeschluß genehmigt werden kann, so liegen sie außerhalb des Rahmens dieser Sammlung und sind deshalb in diese nicht aufgenommen worden. Sie sind abgedruckt in der ETZ 1901, Seite 647.

Berlin, im September 1903.

**Gisbert Kapp,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Jahresversammlung 1904 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat auf Vorschlag der betreffenden Kommissionen verschiedene Nachträge zu den schon vorhandenen Sicherheitsvorschriften und Normalien angenommen. Außerdem hat diese Jahresversammlung folgende neue Kommissionsarbeiten angenommen:

1. Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.
2. Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen.
3. Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde.

Die Nachträge und neuen Arbeiten sind zuerst veröffentlicht ETZ 1904, S. 684—688.

Die Jahresversammlung 1905 hat ebenfalls einige Ergänzungen und Änderungen der Sicherheitsvorschriften beschlossen und einen neuen Paragraphen betreffend chemische Betriebsstätten angenommen. Die im Jahre 1904 in Kassel getroffene Bestimmung, daß die neuen Vorschriften vom 1. Januar 1905 gelten, aber keine rückwirkende Kraft haben sollen, ist von der Jahresversammlung 1905 nicht geändert worden.

Neu hinzugekommen sind die „empfehlenswerten Maßnahmen bei Bränden“.

Betreffend die Normalien für die Prüfung von Eisenblech hat die Jahresversammlung 1905 die Apparate von Epstein, Möllinger und Richter als zur Ausführung der Messungen geeignet anerkannt und angeordnet, daß an Stelle der Ausführungsbestimmungen ein Hinweis auf die in der ETZ veröffentlichten Arbeiten über diese Apparate gemacht werden soll.

In der vorliegenden Auflage sind die von den Jahresversammlungen 1904 und 1905 gefaßten Beschlüsse sämtlich berücksichtigt, die Nachträge aber nicht mehr als solche gekennzeichnet, sondern in den Text einverleibt worden. Die früheren Sicherheitsregeln für elektrische Bahnanlagen wurden gestrichen. An ihre Stelle treten die neuen vom 1. Januar 1905 ab geltenden Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.

Berlin, im Juni 1905.

**Gisbert Kapp,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur dritten Auflage.

Schon auf der Jahresversammlung 1906 sind mehrere Vorschriften und Normalien abgeändert und neue Normalien bzw. Leitsätze hinzugefügt worden.

Abgeändert wurden die

Kupfer-Normalien,

Normalien für Leitungen,

Normalien für Stöpselsicherungen mit Edison-Gewinde,

Normalien für Steckvorrichtungen,

Sicherheitsvorschriften für elektrische Straßenbahnanlagen.

Neu hinzu kamen die

Leitsätze für den Schutz von elektrischen Anlagen gegen Überspannungen,

Normalien für Isolierrohre mit Metallmantel,

Normalen Bedingungen für den Anschluß von Motoren an Elektrizitätswerke.

Es wurde damals von einer Neuherausgabe des Normalienbuches abgesehen, und die Abänderungen nur in einem Nachtrag herausgegeben, da die große Änderung der bisherigen Sicherheits-Vorschriften für die Errichtung elektrischer

Starkstromanlagen, die durch das Revisionsgesetz notwendig geworden war, in Aussicht stand. Im Zusammenhang mit dieser Änderung erwies sich eine Durchsicht verschiedener anderer Normalien auch als notwendig, so daß dann wiederum eine Neuauflage notwendig geworden wäre.

Diese ist nunmehr hergestellt worden, wobei eine völlige Änderung in der Anordnung durchgeführt wurde dahingehend, daß Vorschriften, welche ähnliche Gebiete betreffen, hintereinander gestellt wurden. Es umfaßt somit die nachfolgende Sammlung jetzt alle diejenigen vom Verbands Deutscher Elektrotechniker erlassenen Bestimmungen, die bis einschließlich der Jahresversammlung 1907 beschlossen worden sind.

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung, die die Erläuterungen zu den verschiedenen Vorschriften erlangt haben, ist auf diese stets besonders hingewiesen worden.

Durch die Beschlüsse der Jahresversammlung 1907 sind geändert worden die

Sicherheits-Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen,

Sicherheits-Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen,

Normalien für Leitungen,

Vorschriften über die Herstellung und Unterhaltung von Holzgestängen für elektrische Starkstromanlagen (die von jetzt ab die Bezeichnung führen „Normalien für Freileitungen“),

Normalien für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren,

Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen in elektrischen Betrieben,

Normalien für Steckvorrichtungen.

Neu hinzugekommen sind die

Normalien für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Mignon-Gewinde-Kontakt,

Normalien für Bogenlampen,

Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen.

Berlin, im Oktober 1907.

**Georg Dettmar,**

Generalsekretär.

---

## Vorwort zur vierten Auflage.

Durch die Jahresversammlungen 1908 und 1909 sind wiederum eine Anzahl vorhandener Bestimmungen abgeändert sowie einige neue hinzugefügt worden. Im Jahre 1908 wurden abgeändert:

Normalien für Bogenlampen,  
Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen,  
Normalien für Stöpselsicherungen mit Edison-  
gewinde,  
Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von  
Installationsmaterial.

Neu hinzu kamen:

Normalien für Stöpselsicherungen mit großem Edison-  
gewinde,  
Normalien für Fassungsrippel,  
Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei  
Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren,  
Allgemeine Vorschriften für die Ausführung elektrischer  
Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen  
von Bahnanlagen,  
Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den  
Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (aus-  
schließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen  
und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprech-  
leitungen.

Durch die Jahresversammlung 1909 wurden abgeändert:

Sicherheits-Vorschriften für den Betrieb elektrischer  
Starkstromanlagen,  
Normalien für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-  
Mignongewindekontakt,  
Normalien für Isolierrohre mit Metallmantel,  
Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und  
Fassungen mit Edison-  
gewindekontakt,  
Normale Bedingungen für den Anschluß von Motoren  
an öffentliche Elektrizitätswerke,  
Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Ma-  
schinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren,  
Normalien für Leitungen,

Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren,

Neu hinzu kamen:

Zusatzbestimmungen zu den Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln, für Bergwerke unter Tage,

Einheitliche Bezeichnung von Bogenlampen.

Durch diese umfangreichen Änderungen ist eine Neuherausgabe des Normalienbuches notwendig geworden. Alle vorstehenden Änderungen sind in dieser Ausgabe berücksichtigt, so daß sie alle vom Verbands Deutscher Elektrotechniker erlassenen Bestimmungen enthält, die bis einschließlich der Jahresversammlung 1909 beschlossen worden sind und noch Gültigkeit haben.

Eine wesentliche Erweiterung hat diese Auflage gegenüber den bisherigen dadurch erfahren, daß über diejenigen Vorschriften, Leitsätze usw., von denen außer der hier abgedruckten Fassung schon eine oder mehrere andere bestanden haben, besondere Angaben gemacht worden sind. Es ist dies in Form einer Fußnote zu dem Titel geschehen. Diese Ergänzung ist auf dankenswerte Anregung des Herrn Geh. Baurat Prof. Dr. R. Ulbricht hin vorgenommen worden.

Berlin, im September 1909.

**Georg Dettmar,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur fünften Auflage.

Während bisher das „Normalienbuch“ nur alle 2 Jahre neu gedruckt wurde und im zweiten Jahre ein Ergänzungsheft herausgegeben wurde, sind die Dispositionen jetzt so getroffen, daß voraussichtlich in jedem Jahre ein Neudruck erfolgen kann. Hierdurch werden die Nachträge, welche sehr unständig in der Benutzung sind, vermieden.

Durch die Jahresversammlung 1910 sind wiederum eine Anzahl vorhandener Bestimmungen abgeändert bzw. ergänzt sowie einige neue hinzugefügt worden. Abgeändert bzw. ergänzt wurden:

Normalien für Leitungen,  
Leitsätze, betreffend den Schutz metallischer Rohr-  
leitungen gegen Erdströme elektrischer Bahnen  
Normalien über einheitliche Kontaktgrößen und  
Schrauben,  
Normalien für Stöpselsicherungen mit großem Edison-  
gewinde,  
Normalien für Steckvorrichtungen,  
Vorschriften für die Lichtmessung an Glühlampen nebst  
photometrischen Einheiten,  
Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen,  
Normalien für die Prüfung von Eisenhlech,  
Empfehlenswerte Maßnahmen bei Bränden.  
Neu beschlossen wurden von der Jahresversammlung 1910:  
Normalien für häufig gebrauchte Warnungstafeln,  
Leitsätze für die Herstellung und Einrichtung von Ge-  
bäuden bezüglich Versorgung mit Elektrizität,  
Normalien über Anschlußbolzen und ebene Schraub-  
kontakte für Stromstärken von 10 bis 1500 Amp.,  
Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und  
 Fassungen mit Edison-Goliath-Gewindekontakt,  
Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung,  
Leitsätze, betreffend die einheitliche Errichtung von Fort-  
bildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter  
elektrischer Anlagen.

Berlin, im Juni 1910.

**Georg Dettmar,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur sechsten Auflage.

Durch die Jahresversammlung 1911 sind nachstehende Bestimmungen abgeändert worden:

Normalien für Freileitungen,  
Normalien über zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen  
für Spannungen bis 250 Volt,  
Vorschriften für die Messung der mittleren horizontalen  
Lichtstärke von Glühlampen,  
Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen.

Außerdem wurden die Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung, die im Jahre 1910 nur vorläufig für ein Jahr angenommen worden waren, endgültig beschlossen.

Neue Vorschriften wurden auf der Jahresversammlung 1911 nicht angenommen.

Berlin, im Juni 1911.

**Georg Dettmar,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur siebenten Auflage.

Durch die Jahresversammlung 1912 sind nachstehende Bestimmungen abgeändert worden:

Normalien über zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen für Spannungen bis 250 Volt,

Normale Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke,

Normalien für Leitungen.

Ferner wurden die im Jahre 1910 für 2 Jahre angenommenen

Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen, für weitere 2 Jahre beschlossen.

Neu beschlossen wurden von der Jahresversammlung 1912:

Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten,

Leitsätze für den Anschluß von Schwachstromanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren oder Kondensatoren mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen,

Vorschriften und Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Glühlampenfassungen und Lampenfüßen,

Normalien für Koch- und Heizapparate.

Weiterhin wurden vom Ausschuß des Verbandes angenommen



„Vorläufige Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von einschließlich 1500 Volt Nennspannung aufwärts für Innenräume“.

Diese Arbeit ist zur Kennzeichnung dafür, daß sie nicht der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegen hat, nicht in dem eigentlichen Text des Normalienbuches aufgenommen, sondern im Anhang.

Die von der Maschinennormalien-Kommission fertiggestellten „Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“, welche den jetzigen Wortlaut der „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“ ersetzen sollten, wurden vom Ausschuß nicht angenommen und infolgedessen auch der Jahresversammlung nicht vorgelegt. Um aber den Übergang von der Pferdestärke zum kW bei Motoren schon möglichst vorzubereiten, wurde eine diesbezügliche Resolution von der Jahresversammlung angenommen, die an der geeigneten Stelle der „Maschinen-Normalien“ als Fußnote abgedruckt ist.

Berlin, im Juli 1912.

**Georg Dettmar,**  
Generalsekretär.

---

## Vorwort zur achten Auflage.

Durch die Jahresversammlung 1913 sind nachstehende Bestimmungen abgeändert worden:

- Normalien für Freileitungen,
- Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren,
- Normalien für isolierte Leitungen,
- Normalien für Koch- und Heizapparate.

Außerdem wurden die im Jahre 1912 nur vom Ausschuß vorläufig angenommenen Richtlinien betr. Hochspannungsapparate nach nochmaliger Umarbeitung seitens der Kommission nunmehr von der Jahresversammlung angenommen unter dem Titel:

Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von einschl. 1500 Volt Nennspannung aufwärts.

Neu beschlossen wurden von der Jahresversammlung 1913 Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen (Schwachstromanlagen),

Leitsätze über Schutzerdungen,

Vorschriften für die Messung der Lichtstärke von röhrenförmig ausgebildeten Lichtquellen,

Prüfvorschriften für die gekürzte Untersuchung elektrischer Isolierstoffe,

Erläuterungen und Ausführungsvorschläge zu den Leitsätzen über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz.

Berlin, im September 1913.

**Georg Dettmar,**  
Generalsekretär.

---

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln (einschl. Zusatzbestimmungen für Bergwerke unter Tage) . . . . .	1
2. Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln . . . . .	49
3. Normalien für häufig gebrauchte Warnungstafeln . . . . .	56
4. Normalien für Freileitungen . . . . .	60
5. Allgemeine Vorschriften für die Ausführung elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen . . . . .	94
6. Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen ausschließlich der elektrischen Bahnen, bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen . . . . .	101
7. Normalien für isolierte Leitungen . . . . .	108
8. Leitsätze für Schutzerdungen . . . . .	126
9. Kupfer-Normalien . . . . .	132
10. Leitsätze für den Schutz von elektrischen Anlagen gegen Überspannungen . . . . .	133
11. Definition der elektrischen Eigenschaften gestreckter Leiter . . . . .	136
12. Leitsätze für die Herstellung und Einrichtung von Gebäuden bezüglich Versorgung mit Elektrizität . . . . .	149
13. Sicherheits-Vorschriften für elektrische Straßenbahnen und straßenbahnähnliche Kleinbahnen . . . . .	154
14. Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen . . . . .	185
15. Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten . . . . .	191
16. Leitsätze für den Anschluß von Schwachstromanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren oder Kondensatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen) . . . . .	196

	Seite
17. Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial . . . . .	198
18. Normalien über die Abstufung von Stromstärken bei Apparaten . . . . .	208
19. Normalien über Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte für Stromstärken von 10 bis 1500 Amp. . . . .	209
20. Vorschriften und Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Glühlampenfassungen und Lampenfüßen . . . . .	210
21. Normalien für Glühlampenfüße und Fassungen mit Bajonettkontakt . . . . .	226
22. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Mignon-Gewindekontakt . . . . .	229
23. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Gewindekontakt . . . . .	236
24. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Goliath-Gewindekontakt . . . . .	245
25. Normalien für Stöpselsicherungen mit Edison-Gewinde . . . . .	251
26. Normalien für Stöpselsicherungen mit großem Edisongewinde . . . . .	254
27. Normalien über zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen für Spannungen bis 250 Volt . . . . .	260
28. Normalien für Fassungsrippel . . . . .	266
29. Normalien für Isolierrohre mit Metallmantel . . . . .	269
30. Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von einschließl. 1500 Volt Nennspannung aufwärts . . . . .	271
31. Photometrische Einheiten . . . . .	282
32. Vorschriften für die Messung der mittleren horizontalen Lichtstärke von Glühlampen . . . . .	283
33. Normalien für Bogenlampen . . . . .	287
34. Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen . . . . .	289
35. Vorschriften für die Messung der Lichtstärke von röhrenförmig ausgebildeten Lichtquellen . . . . .	291
36. Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung . . . . .	292
37. Einheitliche Bezeichnung von Bogenlampen . . . . .	293
38. Normalien für die Prüfung von Eisenblech . . . . .	294
39. Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren . . . . .	297
40. Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren . . . . .	316
41. Normale Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke . . . . .	325

	Seite
42. Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen . . . . .	330
43. Normalien für Koch- und Heizapparate . . . . .	332
44. Prüfvorschriften für die gekürzte Untersuchung elektrischer Isolierstoffe . . . . .	336
45. Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen (Schwachstromanlagen) . . . . .	346
46. Empfehlenswerte Maßnahmen bei Bränden . . . . .	353
47. Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe . . . . .	356
48. Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz nebst Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen . . .	361
49. Leitsätze nebst Erläuterungen, betreffend die einheitliche Errichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen . . . . .	384
Nachtrag	
A. Beschäftigung von Studierenden in Elektrizitätswerken	389
B. Beschlüsse des A. E. F. . . . .	393
Sachregister . . . . .	397

---

# 1. Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln.<sup>1) 2)</sup>

## (Errichtungsvorschriften.)

Untenstehende Fassung enthält die Zusatzbestimmungen für Bergwerke.

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1907 und 1909. Veröffentlicht: ETZ 1907. S. 882 und 1909. S. 479. Gültig ab 1. Januar 1908 bzw. 1910.

### § 1. Geltungsbereich.

#### A. Erklärungen.

### § 2.

#### B. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

### § 3. Schutz gegen Berührung (Erdung).

### § 4. Übertritt von Hochspannung.

### § 5. Isolationszustand.

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen Errichtungs-Vorschriften haben eine Anzahl anderer Fassungen bestanden, über die nachstehende Tabelle näheren Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ.:
1. Fassung der Niederspannungs-Vorschriften	<u>5. 6. 95</u> 23. 11. 95	Veröffentlichung	96 S. 22
2. Fassung der Niederspannungs-Vorschr. m. Anhang f, feuchte Räume. 1. Fassung der Hochspannungs-Vorschriften	<u>3. 6. 98</u> 26. 6. 98	Veröffentlichung	98 S. 489 u. 501
1. Fassung der Mittelspannungs-Vorschriften	9. 6. 99	1. 10. 99	99 S. 571
1. Fassung d. Vorschr. f. Theater und Warenhäuser	18. 6. 00	1. 7. 00	00 S. 665

Fortsetzung umstehend!

<sup>2)</sup> Die „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln“ sind zusammen mit den „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln“ sowie der „Anleitung zur ersten Hilfeleistung usw.“ in einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin bezogen werden.

Normalien. 8. Aufl.

## C. Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

§ 6. Elektrische Maschinen.

§ 7. Transformatoren.

§ 8. Akkumulatoren.

## D. Schalt- und Verteilungsanlagen.

§ 9.

## E. Apparate.

§ 10. Allgemeines.

§ 11. Ausschalter und Umschalter.

§ 12. Anlasser und Widerstände.

§ 13. Steckvorrichtungen.

§ 14. Sicherungen.

§ 15. Meßgeräte.

## F. Lampen und Zubehör.

§ 16. Fassungen und Glühlampen.

§ 17. Bogenlampen.

§ 18. Beleuchtungskörper, Schnurpendel und Handlampen.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ.:
3. Fassung der Niederspannungs-Vorschriften einschl. feuchte Räume u. Warenhäuser	27. 6. 01	1. 1. 03	01 S. 972
2. Fassung d. Theatervorschriften	13. 6. 02	1. 7. 02	02 S. 508
1. Fassung d. Bergwerks-Vorschr.	13. 6. 02	1. 7. 02	02 S. 507
4. Fassung der Niederspannungs-Vorschriften u. 2. Fassung der Hochspann.-Vorschr. einschl. der früheren Mittelspann. und feuchte Räume, Theater, sowie Bergwerke enthaltend	13. 6. 02 <u>15. 1. 03</u>	1. 1. 04	03 S. 141
Änderungen an d. vom 1. 1. 04 ab gültigen Fassung f. Niederspann. und Hochspannung	24. 6. 04	1. 1. 05	04 S. 686
Weitere Änderungen an der vom 1. 1. 04 ab gültigen Fassung für Niederspannung u. Hochspannung	5. 6. 05	1. 7. 05	05 S. 719
Neue Fassung, enthaltend Niederspannung u. Hochspannung, zusammengearbeitet, jedoch ohne Bergwerke	7. 6. 07	1. 1. 08	07 S. 882
Zusatzbestimmungen f. Bergwerke zur v. 1. 1. 08 ab gültigen Fassung	3. 6. 09	1. 1. 10	09 S. 478

Zu den Errichtungsvorschriften sind Erläuterungen von Dr. C. L. Weber erschienen, die von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, bezogen werden können.

## G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

- § 19. Beschaffenheit der Leitungen.
- § 20. Bemessung der Leitungen.
- § 21. Allgemeines über Leitungsverlegung.
- § 22. Freileitungen.
- § 23. Installationen im Freien.
- § 24. Leitungen in Gebäuden.
- § 25. Isolier- und Befestigungskörper.
- § 26. Rohre.
- § 27. Kabel.

## H. Behandlung verschiedener Räume.

- § 28. Elektrische Betriebsräume.
- § 29. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.
- § 30. Betriebsstätten.
- § 31. Feuchte Räume.
- § 32. Durchtränkte Betriebsstätten und Lagerräume.
- § 33. Betriebsstätten und Lagerräume mit ätzenden Dünsten.
- § 34. Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume.
- § 35. Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume.
- § 36. Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, sofern darin leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

## J. Provisorische Einrichtungen.

- § 37.

## K. Theater und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

- § 38. Allgemeine Bestimmungen.
- § 39. Bestimmungen für das Bühnenhaus.

## L. Weitere Vorschriften für Bergwerke unter Tage.

- § 40. Verlegung in Schächten.
- § 41. Schlagwettergefährliche Grubenräume.
- § 42. Fahrdrähte und Zubehör elektrischer Grubenbahnen.
- § 43. Fahrzeuge elektrischer Grubenbahnen.
- § 44. Abteufbetrieb.
- § 45. Schießbetrieb (im Anschluß an Starkstromanlagen).
- § 46. Betriebe im Abbau.

Inkrafttreten dieser Vorschriften.

Anhang: Schematische Darstellungen.



## § 1.

**Geltungsbereich.**

Die hierunter stehenden Bestimmungen gelten für elektrische Starkstromanlagen, oder Teile von solchen, mit Ausnahme von im Erdboden verlegten Leitungsnetzen, elektrischen Bahnen\*) (über Tage), Fahrzeugen\*) (über Tage), elektrochemischen Betriebsapparaten, sowie Anlagen in Probierräumen und Laboratorien.

Für die mit \*) gekennzeichneten Anlagen gelten besondere Vorschriften.

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, welche grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln. Letztere geben an, wie die Vorschriften mit den üblichen Mitteln zur Ausführung gebracht werden, sofern nicht besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

Die zwischen ✕|| stehenden Zusätze gelten nur für elektrische Starkstromanlagen in Bergwerken unter Tage. Als Abkürzung hierfür wird zum Teil gebraucht: in B. u. T.

**A. Erklärungen.**

## § 2.

a) Niederspannungsanlagen sind solche Starkstromanlagen, bei welchen die effektive Gebrauchs-Spannung zwischen irgend einer Leitung und Erde 250 Volt nicht überschreiten kann; bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

*Alle übrigen Starkstromanlagen gelten als Hochspannungsanlagen.*

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

c) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen außerhalb von Gebäuden, die weder eine metallische Schutzhülle noch eine Schutzverkleidung haben. Als Freileitungen sind nicht anzusehen Installationen im Freien an Gebäuden, in Höfen, Gärten und der-

gleichem, bei denen die Entfernung der Stützpunkte weniger als 10 m beträgt.

d) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, die wesentlich zum Betriebe elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

e) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume. Als abgeschlossene elektrische Betriebsräume werden solche Räume bezeichnet, welche nur zeitweise durch unterwiesenes Personal betreten, im übrigen aber unter Verschluss gehalten werden, der nur durch beaufsichtigende Personen geöffnet werden darf.

f) Betriebsstätten. Als Betriebsstätten werden diejenigen Räume bezeichnet, welche im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und nicht unterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

g) Durchtränkte Betriebsstätten und Lagerräume. Als durchtränkte Betriebsstätten und Lagerräume gelten in gewerblichen Betrieben diejenigen Räume, in denen erfahrungsgemäß durch die chemische Beschaffenheit vorhandener Niederschläge oder Verunreinigungen die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert und der Widerstand des Körpers der darin beschäftigten Personen gegen Erde erheblich vermindert wird.

h) Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume gelten Räume, in welchen leicht entzündliche Gegenstände hergestellt, verarbeitet oder angehäuft werden, sowie solche, in welchen sich betriebsmäßig entzündliche Gemische von Gasen, Dämpfen, Staub oder Fasern bilden können.

i) Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosive Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden.

k) Schlagwettergefährliche Grubenräume. Als schlagwettergefährliche Grubenräume gelten diejenigen, die als solche von der zuständigen Bergbehörde bezeichnet werden; alle anderen gelten als nicht schlagwettergefährlich.

## B. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

### § 3.

#### Schutz gegen Berührung.

a) Die unter Spannung gegen Erde stehenden nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein. (Ausnahme siehe § 28a.)

✂ | Ausgenommen hiervon sind Fahrleitungen von Bahnen in Bergwerken unter Tage (siehe § 42).

b) *Bei Hochspannung müssen sowohl die blanken als auch die mit Isolierstoff bedeckten unter Spannung gegen Erde stehenden Teile durch ihre Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen der Berührung entzogen sein. (Ausnahmen siehe § 8 d, 28 b und 29 a.)*

c) *Alle der zufälligen Berührung ausgesetzten, zur elektrischen Anlage direkt gehörigen metallischen Konstruktionsteile, die sich in der Nähe von Hochspannung führenden Teilen befinden, müssen geerdet werden, soweit nicht in den Vorschriften Ausnahmen zugelassen sind, oder Isolierung ausdrücklich vorgeschrieben ist.*

1. Als Erdung gilt eine gutleitende Verbindung mit der Erde. Sie soll so ausgeführt werden, daß in der Bodenoberfläche ein den örtlichen Verhältnissen entsprechendes tunlichst ungefährliches allmählich verlaufendes Potentialgefälle erzielt wird.

2. Als Elektroden dienen Platten, vorhandene Rohrnetze, Drahtverzweigungen, Gitterwerke, Eisenkonstruktionen, Schienen usw.

✂ | Es empfiehlt sich, in B. u. T. mehrere verschiedenartige Erdungen gleichzeitig anzuwenden, von denen nach Möglichkeit eine in der Wasserseige oder im Sumpf angeordnet werden soll.

3. Der Querschnitt von Erdleitungen soll mit Rücksicht auf die zu erwartenden Erdschlußstromstärken bemessen werden, die im allgemeinen der Auslösestromstärke der im Bereich des zu erdenden Teils liegenden Stromsicherung entsprechen.

Als geringste Querschnitte gelten 16 qmm in elektrischen Betriebsräumen und 4 qmm in sonstigen Installationen, im übrigen kann bei Leitungskupfer auf je 10 Ampere Erdschlußstromstärke 1 qmm Querschnitt gerechnet werden.

4. Die Erdungsleitungen sollen so bemessen und angeordnet sein, daß sie gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt sind.

✂ | 5. Schutzverkleidungen aus Pappe und ähnlichem wenig widerstandsfähigen Material sollen in B. u. T. nicht angewendet werden. Ausnahme siehe § 28<sup>3</sup>. Holz ist unter Umständen zulässig. *Bei Hochspannung sollen die unter b) erwähnten Schutzverkleidungen so angebracht sein, daß sie nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernt werden können.*

## § 4.

## Übertritt von Hochspannung.

*Um den Übertritt von Hochspannung in Stromkreise für Niederspannung, sowie das Entstehen von Hochspannung in letzteren zu verhindern oder ungefährlich zu machen, sind geeignete Maßnahmen zu treffen.*

1. Als geeignete Maßnahme gilt das Anbringen von erdenden oder kurzschließenden oder abtrennenden Sicherungen, oder gleichwertigen Mitteln, oder das Erden geeigneter Punkte.

## § 5.

## Isolationszustand.

Jede Starkstromanlage muß einen angemessenen Isolationszustand haben.

1. Isolationsmessungen sollen tunlichst mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 Volt ausgeführt werden.

2. Bei Isolationsmessungen durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn tunlich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden. Bei Isolationsmessungen mit Wechselstrom ist die Kapazität zu berücksichtigen.

3. Wenn bei diesen Messungen nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedenen Potentials gegeneinander gemessen wird, so sollen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder andere Strom verbrauchenden Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise sollen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die tunlichst nahe der Mitte zu wählen ist. Dabei sollen die Isolationswiderstände den Bedingungen des Absatzes 4 genügen.

4. Der Isolationszustand einer Niederspannungsanlage, mit Ausnahme der Teile unter 5 gilt als angemessen, wenn der Stromverlust auf jeder Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei der Betriebsspannung ein Milliampere nicht überschreitet. Der Isolationswert einer derartigen Leitungsstrecke sowie jeder Verteilungstafel sollte hiernach wenigstens betragen: 1000 Ohm multipliziert mit der Voltzahl der Betriebsspannung (z. B. 220 000 Ohm für 220 Volt Betriebsspannung). Die Isolationsmessung von Maschinen, Akkumulatoren, Transformatoren wird auf Grund dieser Vorschriften nicht gefordert.

5. Freileitungen, sowie diejenigen Teile von Anlagen, welche in feuchten Räumen, z. B. in Brauereien, Färbereien, Gerbereien usw., oder im Freien installiert sind, brauchen der Regel des Absatzes 4 nicht zu genügen. Wo eine größere Anlage feuchte Teile enthält, sollen diese bei der Isolationsprüfung abgeschaltet sein, und die trockenen Teile sollen der Regel unter 4 genügen.

✂ In B. u. T. gilt dies auch für Räume, in denen Tropfwasser auftritt, und für durchtränkte Grubenräume; vorausgesetzt ist hierbei, daß sich die Installationen sonst in allen Punkten in bester Ordnung befinden.

6. Als Isolierstoffe für Hochspannung gelten fasrige oder poröse Stoffe, die mit geeigneter Isoliermasse getränkt sind, ferner feste Isolierstoffe, die nicht hygroskopisch sind.

Material wie Holz und Fiber soll bei Hochspannung nur unter Öl und nur mit geeigneter Isoliermasse imprägniert als Isoliermaterial angewendet werden. (Ausnahme siehe § 12<sup>1</sup>.) Die nichtpolierten Flächen von Steinplatten sind durch einen geeigneten Anstrich gegen Feuchtigkeit zu schützen.

✂ In B. u. T. sollen Steinplatten (Marmor, Schiefer und dergleichen) nur nach besonderer Auswahl oder mit Imprägnierung oder Anstrich verwendet werden. Bei Hochspannung über 500 Volt sollen sie nur unter Öl Anwendung finden.

## C. Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

### § 6.

#### Elektrische Maschinen.

a) Elektrische Maschinen sind so aufzustellen, daß etwaige im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Bei Hochspannung müssen elektrische Maschinen entweder gut isoliert montiert und in diesem Falle mit einem gut isolierenden Bedienungsgange umgeben sein, oder ihre Gestelle müssen geerdet und, soweit der Fußboden in ihrer Nähe leitend ist, mit diesem leitend verbunden sein.

### § 7.

#### Transformatoren.

a) Bei Hochspannung müssen Transformatoren entweder in geerdete Metallgehäuse eingeschlossen oder in besonderen Schutzverschlügen untergebracht sein. Ausgenommen von dieser Vorschrift sind Transformatoren in abgeschlossenen Betriebsräumen (§ 29) und solche, welche nur mittelst besonderer Hilfsmittel zugänglich sind.

b) An Hochspannungs-Transformatoren mit Ausnahme von Meßtransformatoren (siehe § 15) müssen, wenn deren Gestell nicht betriebsmäßig geerdet ist, Vorrichtungen angebracht sein, welche gestatten, die Erdung des Gestells gefahrlos vorzunehmen, oder die Transformatoren allseitig abzuschalten.

## § 8.

## Akkumulatoren.

a) Akkumulatorenräume gelten als abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

b) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen die Erde durch nicht hygroskopische Unterlagen zu isolieren.

*c) Bei Hochspannung müssen die Batterien mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein.*

d) Die Batterien müssen so angeordnet sein, daß bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 Volt herrscht, nicht erfolgen kann. *Im übrigen gilt bei Hochspannung der isolierende Bedienungsgang als ausreichender Schutz gegen zufällige Berührung unter Spannung stehender Teile.*

*1. Bei Batterien, welche 1000 Volt oder mehr gegen Erde aufweisen, empfiehlt es sich, sie in abschaltbare Gruppen von nicht über 500 Volt zu teilen.*

e) Zelluloid darf bei Akkumulatorenbatterien für mehr als 16 Volt Spannung außerhalb des Elektrolyten und als Material für Gefäße nicht verwendet werden.

f) Zur Beleuchtung von Akkumulatorenräumen dürfen nur elektrische Lampen verwendet werden, die im luftleeren Raume brennen.

g) In Akkumulatorenräumen ist für geeignete Lüftung zu sorgen.

## D. Schalt- und Verteilungsanlagen.

## § 9.

a) Schalt- und Verteilungstafeln müssen aus feuersicherem Material bestehen. Holz ist als Umrahmung und als Schutzgeländer zulässig.

*b) Alle Schalttafeln und Schaltgerüste für Hochspannung bis 1000 Volt einschließlich müssen entweder mit einem isolierenden Bedienungsgang versehen oder es müssen sämtliche unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Berührung unzugänglich angeordnet sein. In diesem Falle müssen die zugänglichen nicht unter Spannung stehenden Metallteile der Apparate und des*

*Schalttafelgerüsten geerdet und soweit der Fußboden in der Nähe des Gerüsts leitet, mit diesem leitend verbunden sein. An Schalttafeln und Schaltgerüsten für Spannungen über 1000 Volt müssen, auch wenn sie einen isolierenden Bedienungsgang haben, sämtliche unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Berührung entzogen sein. Wegen abgeschlossener Räume (z. B. hinter oder unter der Schalttafel) vergleiche § 29.*

c) Bei Schalttafeln und Schaltgerüsten, die betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, müssen die Gänge hinreichend breit und hoch sein; in den Gängen dürfen Gegenstände, welche die freie Bewegung stören, nicht vorhanden sein.

1. Die Entfernung zwischen ungeschützten, Spannung gegen Erde führenden Teilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand wird als hinreichend erachtet, wenn sie bei Niederspannung etwa 1 m, bei Hochspannung etwa 1,5 m beträgt. Sind beiderseitig ungeschützte, Spannung gegen Erde führende Teile in erreichbarer Höhe angebracht, so sollen diese voneinander in der Horizontalen etwa 2 m entfernt sein.

✂ In B. u. T. darf bei solchen Schaltanlagen, die auf der Rückseite nur Kabelendverschlüsse, Sammelschienen und Leitungsverbindungen enthalten, also nicht betriebsmäßig, sondern nur zur Kontrolle begangen werden, der Abstand kleiner bis zu ca. 0,6 m sein, doch sollen die spannungführenden Teile der zufälligen Berührung entzogen sein.

d) Schaltanlagen, welche nicht von der Rückseite zugänglich sind, müssen so eingerichtet sein, daß die Anschlüsse der Leitungen nachgesehen werden können.

2. An Verteilungstafeln, welche nicht von der Rückseite aus zugänglich sind, sollen die Leitungen nach Befestigung der Tafel angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit von vorn kontrolliert und gelöst werden können.

3. Verteilungstafeln außerhalb von Betriebsräumen, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, sollen so eingerichtet sein, daß Fremdkörper nicht an spannungsführende Teile der Rückseite gelangen können.

e) Die Sicherungen und, wo erforderlich, auch die Schalter an Schaltanlagen sind mit Bezeichnungen zu versehen, aus denen hervorgeht, zu welchen Räumen oder Gruppen von Stromverbrauchern sie gehören.

4. Bei Schaltanlagen, die von der Rückseite betriebsmäßig zugänglich sind, empfiehlt es sich, die Polarität oder Phase von Leitungsschienen und dergl. kenntlich zu machen.

**E. Apparate.**

## § 10.

## Allgemeines.

a) Die äußeren stromführenden Teile der Apparate müssen in der Regel auf feuersicheren Unterlagen montiert oder feuersicher eingebaut sein.

1. Wegen der Unterlagen für stromführende Teile von Steuer-  
schaltern, Steckvorrichtungen und in Betriebsräumen siehe §§ 12<sup>1</sup>,  
13<sup>1</sup>, und 33<sup>1</sup>.

b) Die Apparate sind derart zu bemessen, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen können.

c) Die Apparate müssen derart gebaut oder angebracht sein, daß einer Verletzung von Personen durch Splitter, Funken, geschmolzenes Material oder Stromübergänge bei ordnungsmäßigem Gebrauch tunlichst vorgebeugt wird.

d) Apparate müssen so gebaut und angebracht sein, daß für die anzuschließenden Drähte (auch an den Einführungsstellen) ein genügender Isolationszustand gegen benachbarte Gebäudeteile, Leitungen und dergleichen vorhanden ist.

2. Es ist darauf zu achten, daß bereits durch den Bau der Apparate die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der zu fälligen Berührung tunlichst entzogen werden.

3. Für Griffe und Kuppelungsstangen ist Holz zulässig, *bei Hochspannung für Griffe jedoch nur, wenn das Holz mit Isoliermasse imprägniert ist und der Holzgriff auf einem geerdeten oder isolierten Teile aufsitzt. Bei Spannungen über 1000 Volt sollen Griffe jeder Art so eingerichtet sein, daß sich zwischen der bedienenden Person und den spannungsführenden Teilen eine isolierende Strecke und eine geerdete Stelle befindet.*

## § 11.

## Ausschalter und Umschalter.

a) Alle Schalter, welche zur Stromunterbrechung dienen, müssen so gebaut sein, daß beim ordnungsmäßigen Öffnen unter normalem Betriebsstrom kein Lichtbogen bestehen bleibt. (Ausnahme siehe § 28 d.)

1. Schalter für Niederspannung sollen in der Regel Moment-  
schalter sein. (Ausnahme siehe § 28<sup>1</sup>.)

2. Ausschalter sollen in der Regel nur an den Verbrauchs-  
apparaten selbst oder in festverlegten Leitungen angebracht werden.



b) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung sind auf dem Schalter zu vermerken.

c) Der Berührung zugängliche Gehäuse und Griffe müssen, sofern sie nicht geerdet sind, aus nichtleitendem Material bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet oder überzogen sein.

d) Ausschalter für Stromverbraucher müssen, wenn sie geöffnet werden, alle Pole ihres Stromkreises, welche unter Spannung gegen Erde stehen, abschalten. Ausschalter für Niederspannung, welche kleinere Glühlampen-Gruppen bedienen, unterliegen dieser Vorschrift nicht.

3. Als kleinere Glühlampen-Gruppen gelten solche, welche nach § 14<sup>1</sup> mit 6 Ampere gesichert sind und nicht mehr als 15 parallel geschaltete Lampen enthalten.

e) *An Hochspannungsschaltern muß die Schaltstellung erkennbar sein.*

4. *Bei Verwendung eingekapselter Schalter für Spannungen über 1000 Volt empfiehlt es sich, noch eine sichtbare Trennstelle vorzusehen.*

✂ | Für B. u. T. siehe Vorschrift g) und Regel 5. |

f) Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen und mit den übrigen zugehörigen Leitern ausschaltbar sein. (Ausnahme siehe § 28e.)

✂ | *g) In B. u. T. sind bei Hochspannung vor eingekapselten Schaltern, deren Schaltstellung nicht einwandfrei unter Spannung erkannt werden kann, erkennbare Trennstellen vorzusehen.* |

✂ | *5. In B. u. T. kann unter Umständen eine gemeinsame Trennstelle für mehrere eingekapselte Schalter genügen. Bei parallel geschalteten Kabeln und Ringleitungen sollen nicht nur vor, sondern auch hinter gekapselten Schaltern erkennbare Trennstellen vorgesehen werden.* |

## § 12.

### Anlasser und Widerstände.

a) Anlasser und Widerstände, an denen Stromunterbrechungen vorkommen, müssen so gebaut sein, daß bei ordnungsmäßiger Bedienung kein Lichtbogen bestehen bleibt.

b) Die Anbringung besonderer Ausschalter (siehe § 11d) ist bei Anlassern und Widerständen nur dann notwendig, wenn der Anlasser nicht selbst den Stromverbraucher allpolig abschaltet.

1. In eingekapselten Steuerschaltern und dergleichen ist bis 1000 Volt imprägniertes Holz auch außerhalb eines Ölbadcs zulässig, abgesehen von Räumen mit ätzenden Dünsten. (Siehe § 33<sup>1</sup>.)

2. Die stromführenden Teile von Anlassern, Widerständen und Heizapparaten sollen mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material verkleidet sein. (Ausnahme siehe § 28<sup>2</sup> und 39i.) Anlasser, Widerstände und Heizapparate sollen auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend, oder an feuersicheren Wänden und von entzündlichem Material genügend weit entfernt angebracht werden.

*Bei Hochspannung sollen Schutzhüllen aus Metall geerdet werden.*

### § 13.

#### Steckvorrichtungen.

a) Stecker zum Anschluß transportabler Leitungen müssen so gebaut sein, daß sie nicht in Dosen für höhere Stromstärken passen.

Die normale Betriebsstromstärke und Spannung sind auf der Dose und auf dem Stecker zu vermerken.

1. Bei Steckern für Niederspannung bis 20 Ampere ist in trockenen Räumen und soweit keine äußere Erwärmung der Steckvorrichtung eintritt, Hartgummi und gleichwertiges Material als unmittelbare Unterlage für stromführende Teile zulässig.

b) Etwa nötige Sicherungen dürfen nicht im transportablen Teil angebracht werden.

2. Wenn an transportablen Stromverbrauchern eine Steckvorrichtung angebracht wird, so soll die Dose an der Leitung und der Stecker am Stromverbraucher befestigt sein.

*c) Bei Hochspannung müssen Steckvorrichtungen mit einem Ausschalter verbunden sein, welcher das Einstecken und Ausziehen des Steckers unter Spannung verhindert.*

### § 14.

#### Sicherungen.

a) Schmelzsicherungen und Selbstschalter sind so zu bemessen oder einzustellen, daß die von ihnen geschützten Leitungen keine gefährliche Erwärmung annehmen können; sie müssen so eingerichtet oder angeordnet sein, daß sie den Strom unterbrechen, ohne daß ein Lichtbogen bestehen bleibt.

1. Die Stärke der Schmelzsicherung soll der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitungen und der Stromverbraucher tunlichst angepaßt werden. Sie soll jedoch nicht größer sein, als nach der Belastungstabelle und den übrigen Ausführungsregeln des § 20 für die betreffende Leitung zulässig ist.

2. Bei Schmelzsicherungen sollen weiche, plastische Metalle und Legierungen nicht unmittelbar den Kontakt vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen sollen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metalle eingelötet sein.

3. Schmelzsicherungen, die nicht spannungslos gemacht werden können, sollen derart gebaut oder angeordnet sein, daß sie auch unter Spannung, eventuell mittels geeigneter Hilfsmittel, von unterwiesenem Personal ungefährlich ausgewechselt werden können.

b) Schmelzsicherungen für geringe Stromstärken müssen bei Niederspannung so gebaut sein, daß die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken konstruktionsmäßig ausgeschlossen ist. (Ausnahme siehe § 28h.)

4. Als geringe Stromstärken gelten solche bis 30 Ampere, doch soll für Stromstärken unter 6 Ampere die Unverwechselbarkeit der Sicherungen nicht gefordert werden.

c) Die Normalstromstärke und die Höchstspannung sind auf dem Einsatz der Schmelzsicherung zu verzeichnen.

d) Leitungen sind durch Abschmelzsicherungen oder Selbstschalter zu schützen. (Ausnahmen siehe g und h.)

5. Bei Niederspannung sollen die Sicherungen an einer den Berufen leicht zugänglichen Stelle angebracht werden; es empfiehlt sich, solche tunlichst zu zentralisieren.

e) Die Sicherungen sind an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen nach der Verbrauchsstelle hin vermindert. Die Sicherung muß hierbei tunlichst nahe an der Verjüngungsstelle liegen.

6. Bei Abzweigungen kann das Anschlußleitungsstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als etwa 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt sein als die Hauptleitung, sofern es von entzündlichen Gegenständen feuersicher getrennt und nicht aus Mehrfachleitungen hergestellt ist.

f) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

7. Bei Niederspannung können mehrere Verteilungsleitungen eine gemeinsame Sicherung von höchstens 6 Ampere Normalstromstärke erhalten. Querschnittsverminderungen oder Abzweigungen jenseits dieser Sicherung brauchen in diesem Falle nicht weiter gesichert zu werden. Bei größeren Beleuchtungskörpern können ausnahmsweise gemeinsame Sicherungen für höchstens 10 Ampere Normalstromstärke zugelassen werden, wenn die Spannung nicht mehr als 125 Volt beträgt.

g) Betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen im allgemeinen keine Sicherung enthalten.

8. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind die geerdeten Außenleiter von Mehrleitersystemen.

9. Die neutralen oder Nulleiter von Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen sollen in der Regel keine Sicherungen enthalten. Ausgenommen hiervon sind isolierte Leitungen, die von einem neutralen oder Nulleiter abzweigen und Teile eines Zweileitersystems sind; diese dürfen Sicherungen enthalten. Wird ein solches System nur einpolig gesichert, so sollen die Abzweigungen vom Nulleiter als solche gekennzeichnet sein.

h) Die Vorschriften über das Anbringen von Sicherungen beziehen sich nicht auf Leitungen an Schaltanlagen, sowie auf die Verbindungsleitungen zwischen Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Schaltanlagen und dergleichen, sowie auf solche Fälle, wo durch das Abschmelzen einer etwa angebrachten Sicherung Gefahren im Betriebe der betreffenden Einrichtungen hervorgerufen werden könnten.

## § 15.

### Meßgeräte.

*Bei Meßgeräten für Hochspannung müssen die Gehäuse entweder gegen die Betriebsspannung sicher isolieren oder sie müssen geerdet sein, oder es müssen die Meßgeräte von Schutzkästen umgeben oder hinter Glasplatten derart verlegt sein, daß auch ihre Gehäuse gegen zufällige Berührung geschützt sind. Die an Meßtransformatoren angeschlossenen Meßgeräte unterliegen dieser Vorschrift nicht, wenn ihr Sekundärstromkreis gegen den Übertritt von Hochspannung gemäß § 4 geschützt ist.*

## F. Lampen und Zubehör.

### § 16.

#### Fassungen und Glühlampen.

a) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

1. Materialien, die entzündlich oder hygroskopisch sind, oder in der Wärme erhebliche Formveränderungen erleiden, sollen nicht als Bestandteile von Fassungen verwendet werden. Vergleiche § 10.

b) *Fassungen für Spannungen über 250 Volt dürfen keine Ausschalter haben.*

✂ In B. u. T. sind Fassungen mit Ausschalter (Hahn) unzulässig.

c) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein.

d) Glühlampen in der Nähe von entzündlichen Stoffen müssen mit Vorrichtungen versehen sein, welche die Berührung der Lampen mit den empfindlichen Stoffen verhindern.

e) *Bei Hochspannung sind zugängliche Glühlampen und Fassungen nur bei Gleichstrom und nur bis 1000 Volt gestattet. Ihre äußeren Metallteile müssen geerdet sein.*

✂ In B. u. T. sind Glühlampen und Glühlampenfassungen in Hochspannungskreisen nur zulässig, wenn sie im Anschluß an vorhandene Gleichstrom-Bahn- oder Kraft-Anlagen betrieben werden. Es müssen jedoch in diesem Falle die unter f) geforderten isolierten Fassungen und außerdem Schutzkörbe angewendet werden.

✂ f) In B. u. T. dürfen Glühlampen in erreichbarer Höhe, bei denen die Fassungen äußere Metallteile aufweisen, nur mit starken Überglocken, die die Fassung umschließen, verwendet werden. Die Überglocke ist nicht erforderlich, wenn die äußeren Teile der Fassung aus Isolierstoff bestehen und sämtliche stromführenden Teile der Berührung entzogen sind.

## § 17.

### Bogenlampen.

a) An Örtlichkeiten, wo von Bogenlampen herabfallende glühende Kohleteilchen gefahrbringend wirken können, muß dies durch geeignete Vorrichtungen verhindert werden. Bei Bogenlampen mit verminderter Luftzufuhr sind keine besonderen Vorrichtungen hierfür erforderlich.

b) Bei Bogenlampen sind die Laternen (Gehänge, Armaturen) gegen die Spannung führenden Teile zu isolieren und bei Verwendung von Tragseilen auch diese gegen die Laternen.

i. Die Einführungsöffnungen für die Leitungen an Lampen und Laternen sollen so beschaffen sein, daß die Isolierhüllen nicht verletzt werden. Bei Lampen und Laternen für Außenbeleuchtung ist darauf Bedacht zu nehmen, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann.

c) Werden die Zuleitungen als Träger der Bogenlampe verwendet, so müssen die Anschlußstellen von Zug entlastet sein und die Leitungen dürfen nicht verdrillt werden.

*Bei Hochspannung dürfen die Zuleitungen nicht als Aufhängevorrichtung dienen.*

*d) Bei Hochspannung muß die Lampe entweder gegen das Aufzugsseil und, wenn sie an einem Metallträger angebracht ist, auch gegen diesen doppelt isoliert sein, oder Seil und Träger sind zu erden. Bei Spannungen über 1000 Volt müssen diese beiden Vorschriften gleichzeitig befolgt werden. Stromführende Teile von Bogenlampenkuppelungen müssen gegen den Träger doppelt isoliert und gegen Regen geschützt sein.*

*e) Bei Hochspannung müssen Bogenlampen während des Betriebes unzugänglich und von Abschaltvorrichtungen abhängig sein, welche gestatten, sie zum Zweck der Bedienung spannungslos zu machen.*

⚡ | *In B. u. T. sind Bogenlampen in Hochspannungskreisen un-*  
| *zulässig.*

§ 18.

Beleuchtungskörper, Schnurpendel und Handlampen.

a) In und an Beleuchtungskörpern dürfen nur Leitungen mit wasserdichter Isolierhülle von einer der angewandten Spannung entsprechenden Beschaffenheit benutzt werden.

Wird die Leitung an der Außenseite des Beleuchtungskörpers geführt, so muß sie so befestigt sein, daß sie sich nicht verschieben und durch scharfe Kanten nicht verletzt werden kann. *Bei Hochspannung dürfen die Leitungen von zugänglichen Beleuchtungskörpern nur geschützt geführt werden.*

1. Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern sollen derart beschaffen sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können; die engsten für zwei Drähte bestimmten Rohre sollen bei Niederspannung wenigstens 6 mm, *bei Hochspannung wenigstens 12 mm* im Lichten haben.

⚡ | *In B. u. T. sollen Rohre, die für zwei Drähte bestimmt sind,*  
| *mindestens 11 mm lichte Weite haben.*

2. Bei Niederspannung sollen Abzweigstellen in Beleuchtungskörpern tunlichst zentralisiert werden.

3. *Bei Hochspannung sollen Abzweig- und Verbindungsstellen in Beleuchtungskörpern nicht angeordnet werden.*

4. Beleuchtungskörper sollen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Bewegen des Körpers verletzt werden können; Fassungen sollen an den Beleuchtungskörpern zuverlässig befestigt sein.

*b) Bei Hochspannung sind zugängliche Beleuchtungskörper nur bei Gleichstrom und nur bis 1000 Volt gestattet. Ihre Metallkörper müssen geerdet sein.*

⚡ | *Für B. u. T. siehe § 16, e).*

c) Werden die Zuleitungen als Träger des Beleuchtungskörpers verwendet (Schnurpendel), so müssen die Anschlußstellen von Zug entlastet sein.

✂ | In B. u. T. sind Schnurpendel unzulässig. |

d) *Bei Hochspannung sind Schnurpendel unzulässig.*

e) Für Handlampen, deren äußere Metallteile nicht sämtlich zuverlässig geerdet sind, gelten folgende Bestimmungen: Die äußeren Teile der Fassungen müssen aus Isolierstoff bestehen und sämtliche stromführenden Teile der Berührung entziehen.

Die Griffe müssen aus Isolierstoff hergestellt sein; innere Metallteile der Griffe dürfen nicht bis zur Einführungsstelle der Leitungen durchgeführt werden.

Die Einführung der biegsamen Leitungen muß derart ausgebildet sein, daß auch bei roher Behandlung ein Bruch an dieser Stelle nicht zu befürchten ist.

Ist die Lampe mit einem Schutzkorbe, Aufhängehaken, Tragebügel oder dergleichen versehen, so müssen diese auf isolierender Unterlage befestigt sein.

f) Hahnfassungen an Handlampen sind verboten.

g) *Bei Hochspannung sind Handlampen nicht zulässig. (Vergleiche § 28.)*

## G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

### § 19.

#### Beschaffenheit der Leitungen.

Soweit nicht die Verwendung blanker Leitungen gestattet ist, müssen die Leitungen mit einer Isolierhülle versehen sein, deren Haltbarkeit und Isolierfähigkeit den vorliegenden Betriebsverhältnissen entspricht.

i. Man unterscheidet folgende Leitungsarten, für welche besondere Normalien gelten:

Blanke Leitungen (Leitungen, die nur gegen chemische Einflüsse geschützt sind, werden den blanken Leitungen gleichgestellt).

Gummibandleitungen, nur geeignet zur festen Verlegung über Putz in trockenen Räumen für Spannungen bis 125 Volt.

✂ | In B. u. T. sind Gummibandleitungen unzulässig. |

Gummiaderleitungen (Leitungen mit wasserdichter Isolierhülle), geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 Volt, unter Putz nur in Röhren, und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 Volt.

Spezialgummiaderleitungen, geeignet zur festen Verlegung für jede Spannung und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 1500 Volt Spannung.

Panzerader, geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 Volt und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 Volt Spannung.

✂ | In B. u. T. ist Panzerader gegen Rost und gegen mechanische Beschädigung zu schützen. |

Rohr- und Falzdrähte, geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 Volt.

Gummiaderschnüre, geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 Volt und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 Volt.

Fassungsadern, geeignet zur Installation in und an Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 Volt.

✂ | In B. u. T. ist Fassungsader unzulässig. |

Pendelschnur, geeignet zur Installation von Schnurzugpendeln bis 250 Volt Spannung.

✂ | In B. u. T. ist Pendelschnur unzulässig. |

Blanke Bleikabel.

Asphalтиerte Bleikabel.

Armierte asphalтиerte Bleikabel.

✂ | Abteufkabel. |

## § 20.

### Bemessung der Leitungen.

Elektrische Leitungen sind so zu bemessen, daß sie bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen genügende mechanische Festigkeit besitzen und keine unzulässigen Erwärmungen annehmen können.

1. Isolierte Kupferleitungen und nicht im Erdboden verlegte Kabel<sup>1)</sup> aus Leitungskupfer sollen höchstens mit den in nachstehender Tabelle verzeichneten Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in qmm	Höchstzulässige Stromstärke in Amp.	Nennstromstärke für entsprechende Abschmelzsicherung in Amp.
0,75	9	6
1	11	6
1,5	14	10
2,5	20	15
4	25	20
6	31	25

<sup>1)</sup> Für die Belastung von im Erdboden verlegten Kabeln, auf welche sich die „Errichtungsvorschriften“ gemäß § 1 nicht beziehen, sind Anhaltspunkte in den Belastungstabellen, welche die „Normalien für Leitungen“ enthalten, gegeben. (In Bergwerken unter Tage sind Kabel, welche in der Sohle verlegt sind, zu behandeln wie im Erdboden verlegte Kabel).



## Errichtungsvorschriften.

Querschnitt in qmm	Höchstzulässige Stromstärke in Amp.	Nennstromstärke für entsprechende Abschmelzsicherung in Amp.
10	43	35
16	75	60
25	100	80
35	125	100
50	160	125
70	200	160
95	240	190
120	280	225
150	325	260
185	380	300
240	450	360
310	540	430
400	640	500
500	760	600
625	880	700
800	1050	850
1000	1250	1000

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 qmm unterliegen gleichfalls den Vorschriften der vorliegenden Tabelle. Auf blanke Kupferleitungen über 50 qmm sowie auf alle Freileitungen finden die vorstehenden Zahlenbestimmungen keine Anwendung, solche Leitungen sind in jedem Falle so zu bemessen, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen können.

2. Bei intermittierendem Betriebe ist die zeitweilige Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Tabelle entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

Beim Anschluß von Bogenlampen, Motoren und ähnlichen Stromverbrauchern mit wechselndem Stromverbrauch, für welche keine zuverlässigen Anhaltspunkte für die kurzzeitigen Stromstöße vorliegen, empfiehlt es sich, mindestens das  $1\frac{1}{2}$ fache der Normalstromstärke der Bemessung des Leitungsquerschnittes zugrunde zu legen.

3. Der geringste zulässige Querschnitt für Kupferleitungen beträgt

für Leitungen an und in Beleuchtungskörpern . . .	0,75 qmm	
für isolierte Leitungen bei Verlegung in Rohr oder auf Isolierkörpern, deren Abstand nicht mehr als 1 m beträgt . . . . .	1	„
für blanke Leitungen in Gebäuden, sowie für isolierte Leitungen in Gebäuden und im Freien, bei denen der Abstand der Befestigungspunkte mehr als 1 m beträgt . . . . .	4	„
bei Freileitungen für Niederspannung . . . . .	6	„
bei Freileitungen für Hochspannung . . . . .	10	„

- |   |  |     |     |
|---|--|-----|-----|
| ✂ | In B. u. T. beträgt der geringst zulässige Querschnitt für Kupferleitungen an und in Beleuchtungskörpern | 1   | qmm |
|   | Für isolierte Leitungen bei Verlegung auf Isolierkörpern   | 2,5 | „   |
4. Bei Verwendung von Leitern aus minderwertigem Kupfer oder anderen Metallen sollen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl Festigkeit wie Erwärmung durch den Strom den im Vorigen für Kupfer gegebenen Querschnitten entsprechen.

## § 21.

## Allgemeines über Leitungsverlegung.

a) Festverlegte Leitungen müssen durch ihre Lage oder durch besondere Verkleidung vor mechanischer Beschädigung geschützt sein; soweit sie unter Spannung gegen Erde stehen, ist im Handbereich stets eine besondere Verkleidung zum Schutz gegen mechanische Beschädigung erforderlich. (Ausnahmen siehe §§ 8 d, 28 g und 30 a.)

1. Bei armierten Bleikabeln und metallumhüllten Leitungen gilt die Metallhülle als Schutzverkleidung.

Bei Niederspannung gelten Rohre (§ 24<sup>1</sup>) als Schutzverkleidung.

✂ In B. u. T. sollen metallische Schutzverkleidungen geerdet werden. |

b) *Bei Hochspannung müssen Schutzverkleidungen aus Metall geerdet, solche aus Isolierstoff dürfen nicht hygroskopisch sein.*

2. *Bei Hochspannung gilt als nicht hygroskopischer Isolierstoff für Schutzverkleidungen auch imprägniertes Holz.*

c) Transportable Leitungen und bewegliche Leitungen, welche von festverlegten abgezweigt sind, bedürfen eines besonderen Schutzes nur dann, wenn sie roher Behandlung ausgesetzt sind.

✂ In B. u. T. bedürfen transportable und bewegliche Leitungen stets eines besonderen Schutzes; besteht der Schutz aus Metallarmierung, so muß er geerdet sein. |

d) Geerdete Leitungen können direkt an Gebäuden befestigt oder in der Erde verlegt werden, jedoch ist eine Beschädigung der Leitungen durch die Befestigungsmittel oder äußere Einwirkung zu verhüten.

3. Strecken einer geerdeten Betriebsleitung sollen nicht durch Erde allein ersetzt werden.

e) Ungeerdete blanke Leitungen dürfen nur auf zuverlässigen Isolierkörpern verlegt werden.

✂ In B. u. T. sind sie außer in abgeschlossenen Betriebsräumen nur als Fahrleitungen zulässig (siehe § 42). |

f) Ungerdete blanke Leitungen müssen, soweit sie nicht unausschaltbare gleichpolige Parallelzweige bilden, in einem der Spannweite, Drahtstärke und Spannung angemessenen Abstand voneinander und von Gebäudeteilen, Eisenkonstruktionen und dergleichen entfernt sein.

4. Ungerdete blanke Leitungen sollen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, in der Regel bei Spannweiten von mehr als 6 m etwa 20 cm, bei Spannweiten von 4—6 m etwa 15 cm und bei kleineren Spannweiten etwa 10 cm voneinander, in allen Fällen aber etwa 5 cm von der Wand oder von Gebäudeteilen entfernt sein. (Vergleiche § 31<sup>2</sup>.)

5. Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln und auf Schalttafeln, ferner bei Zellschalterleitungen und bei parallel geführten Speise-, Steig- und Verteilungsleitungen können starke Kupferschienen sowie starke Kupferdrähte in kleineren Abständen voneinander verlegt werden.

Kleinere Abstände zwischen den Leitungen sind nur zulässig, wenn diese Abstände durch geeignete Isolierkörper gewährleistet sind, die nicht mehr als 1 m voneinander entfernt sind.

6. *Blanke Hochspannungsleitungen sollen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, voneinander, von der Wand oder anderen Gebäudeteilen und von der eigenen Schutzverkleidung nicht weniger als 1 cm für je 1000 Volt, mindestens aber 5 cm entfernt sein. Für die Bemessung der Abstände ist die Spannung maßgebend, die betriebsmäßig zwischen den Leitungen oder zwischen Leitungen und Wand vorhanden ist.*

7. *Wird eine Hochspannungsleitung an der Außenseite eines Gebäudes geführt, so soll an keiner Stelle der Abstand von der äußeren Gebäudewand weniger als 1 cm für je 1000 Volt, mindestens aber 10 cm betragen. (Siehe auch § 22b.) Ausgenommen hiervon sind Kabel.*

g) Isolierte Leitungen dürfen entweder offen auf geeigneten Isolierkörpern oder in Rohren verlegt werden.

8. Leitungen sollen in der Regel so verlegt werden, daß sie ausgewechselt werden können. (Vergleiche § 26<sup>2</sup>.)

9. Isolierte offen verlegte Leitungen sollen bei Niederspannung im freien mindestens 2 cm, in Gebäuden mindestens 1 cm von der Wand entfernt gehalten werden.

✂ | In B. u. T. soll der Abstand mindestens 2 cm von Stößen, Firsten |  
und dergleichen betragen.

10. Gummibandleitungen (siehe § 19<sup>1</sup>) sollen auch in Isolierrohren nur über Putz verlegt werden. Gummiaderleitungen in Isolier- oder Metallrohren dürfen auch unter Putz verlegt werden.

✂ | In B. u. T. sind Gummibandleitungen nicht zulässig. |

11. Isolierte Leitungen mit metallener Schutzhülle (Panzerader, Rohrdrähte usw.) können in trockenen Räumen und im Freien an maschinellen Konstruktionen und Apparaten, welche ständiger

Überwachung unterstehen (wie Krane, Schiebebühnen usw.), direkt auf Wänden und Konstruktionsteilen mit Schellen befestigt werden.

12. Bei Einrichtungen, bei denen ein Zusammenlegen von Leitungen unvermeidlich ist (z. B. Reguliervorrichtungen, Schaltanlagen), dürfen Leitungen mit wasserdichter Isolierhülle so verlegt werden, daß sie sich berühren, wenn eine Lagenveränderung ausgeschlossen ist.

13. *Bei Hochspannung gilt als angemessener Abstand von auf Glocken, Rollen usw. verlegten isolierten Leitungen von der Wand bis 1000 Volt mindestens 2 cm, oberhalb 1000 Volt mindestens 1 cm für je 1000 Volt, wenigstens aber 5 cm. Hierbei sollen isolierende Schutzverkleidungen der Leitungen mindestens 5 cm abstehen.*

h) Bei Leitungen oder Kabeln für Ein- und Mehrphasenstrom, die eisenumhüllt oder durch Eisenrohre geschützt sind, müssen sämtliche zu einem Stromkreise gehörigen Leitungen in der gleichen Eisenhülle enthalten sein, sofern nicht in anderer Weise eine gefährliche Erwärmung der Eisenhülle vermieden wird.

i) Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie die Abzweigung von Leitungen dürfen nur mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung hergestellt werden.

In B. u. T. müssen an Schaltstellen die ankommenden Leitungen abtrennbar sein.

Abzweigungen von Leitungen müssen unter Spannung abtrennbar sein, mit Ausnahme von Beleuchtungsleitungen, welche nach § 14 zu behandeln sind. Die Trennstelle muß in angemessener Entfernung von der durchgehenden Leitung liegen.

14. Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten, Maschinen, Sammelschienen und Stromverbrauchern soll durch Schrauben oder gleichwertige Mittel ausgeführt werden.

Schnüre oder Drahtseile bis zu 6 qmm und Einzeldrähte bis zu 25 qmm Kupferquerschnitt können mit angebogenen Ösen an die Apparate befestigt werden. Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Kupferquerschnitt sollen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein. Bei Schnüren und Drahtseilen jeder Art sollen in der Regel die einzelnen Drähte jedes Leiters, wenn sie nicht Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden miteinander verlötet sein.

In B. u. T. sind nichtarmierte Schnüre als festverlegte offene Leitungen unzulässig.

15. Die Verbindungen von Schnüren untereinander und die Abzweigungen von denselben sollen mit Abzweigklemmen auf isolierender Unterlage oder mit gleichwertiger Vorrichtung ausgeführt sein. An und in Beleuchtungskörpern sind bei Niederspannung auch für Schnüre Lötungen zulässig.

k) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungsstelle in einer der sonstigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren.

l) Transportable Leitungen dürfen an festverlegte nur mittels lösbarer Verbindungen angeschlossen werden.

m) Von einem Stecker darf nur eine transportable Leitung abgehen. Abzweigungen von transportablen Leitungen und Verlängerungen sind nur mittels Steckvorrichtung zulässig.

n) Kreuzungen stromführender Leitungen unter sich und mit Metallteilen sind so auszuführen, daß Berührung ausgeschlossen ist.

o) Es sind Maßnahmen zu treffen, um zu verhindern, daß Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen gefährdet werden.

16. Bezüglich der Sicherung vorhandener Fernsprech- und Telegraphenleitungen wird auf das Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

## § 22.

### Freileitungen.

a) Ungeerdete Freileitungen dürfen nur auf Porzellan-glocken, Rillenisolatoren oder gleichwertigen Isoliervorrichtungen verlegt werden.

b) Freileitungen, sowie Apparate an Freileitungen sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel weder vom Erdboden noch von Dächern, Ausbauten, Fenstern und anderen von Menschen betretenen Stätten aus zugänglich sind; bei Wegübergängen müssen sie insbesondere einen angemessenen Abstand vom Erdboden oder einen geeigneten Schutz gegen Berührung erhalten.

*1. Ungeschützte Freileitungen für Hochspannung sollen in der Regel mit ihren tiefsten Punkten mindestens 6 m von der Erde, und bei befahrenen Wegübergängen mindestens 7 m von der Fahrbahn entfernt sein.*

c) *Träger und Schutzverkleidungen von Freileitungen, welche mehr als 750 Volt gegen Erde führen, müssen durch einen roten Blitzpfeil sichtbar gekennzeichnet sein.*

d) Leitungen, Schutznetze und ihre Träger müssen genügenden Widerstand (auch gegen Winddruck und Schneelast) bieten.

2. Freileitungen können mit größeren Stromstärken belastet werden, als der Tabelle in § 20<sup>1</sup> entspricht, sofern dadurch ihre Festigkeit nicht merklich leidet.

3. Angaben für die Bemessung von Freileitungen siehe „Normalien für Freileitungen“.

e) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind Freileitungen mit besonderer Rücksicht auf die mit ihnen verbundenen Generatoren, Motoren und Transformatoren durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern, die auch bei wiederholten Entladungen wirksam bleiben.

4. Wenn verschiedene Phasen oder Polaritäten durch benachbarte Blitzableiter gesichert werden, ist darauf zu achten, daß durch die Erdplatten keine gefährliche Spannung im Boden zwischenliegender Wege oder sonstiger von Menschen begangener Stellen entstehen.

*f) Bei Freileitungen für Hochspannung müssen blanke Leitungen verwendet werden; wo ätzende Dünste zu befürchten sind, ist ein schützender Anstrich gestattet.*

*g) Bei Freileitungen für Spannungen über 1000 Volt müssen Eisenmaste und deren Ankerdrähte gut geerdet werden, wenn erforderlich, durch eine parallel zur Stromleitung verlegte geerdete Leitung. Ankerdrähte von Holzmasten sind zu erden oder mit zuverlässigen Abspannisolatoren über Reichhöhe zu versehen.*

h) Wenn Freileitungen parallel mit anderen Leitungen verlaufen, oder sie kreuzen, ist die Führung der Drähte so einzurichten, oder es sind solche Vorkehrungen zu treffen, daß eine Berührung der beiden Arten von Leitungen miteinander auch im Falle eines Drahtbruches verhütet oder ungefährlich gemacht wird, oder es müssen innerhalb der fraglichen Strecke alle Teile der Leitungsanlage mit entsprechend erhöhter Sicherheit ausgeführt werden.

*i) Fernsprechfreileitungen, die an einem Freileitungsgestänge für Hochspannung geführt sind, müssen so eingerichtet sein, daß gefährliche Spannungen in ihnen nicht auftreten können oder sie sind wie Hochspannungsleitungen zu behandeln. Fernsprechstellen müssen so eingerichtet sein, daß auch bei eventueller Berührung zwischen den beiderseitigen Leitungen eine Gefahr für die Sprechenden ausgeschlossen ist.*

*k) Wenn eine Hochspannungsleitung über Ortschaften, bewohnte Grundstücke und gewerbliche Anlagen geführt wird, oder wenn sie sich einem Verkehrswege so weit nähert, daß die Vorüberkommenden durch Drahtbrüche gefährdet werden können, müssen die Leitungsdrähte entweder so hoch angebracht sein, daß im Falle*

*eines Drahtbruches die herabhängenden Enden mindestens 3 m vom Erdboden entfernt sind, oder es müssen Vorrichtungen angebracht werden, welche das Herabfallen der Leitungen verhindern oder welche die herabgefallenen Teile selbst spannungslos machen, oder es müssen innerhalb der fraglichen Strecke alle Teile der Leitungsanlage mit entsprechend erhöhter Sicherheit ausgeführt werden.*

*5. Im Falle der Verwendung von Schutznetzen bei Hochspannung sollen diese durch ihre Form und ihre Lage den Leitungsdrähten gegenüber eine zufällige Berührung zwischen dem Netz und den intakten Leitungsdrähten verhindern und einen gebrochenen Draht auch bei starkem Winde abfangen.*

*Sie sollen, wo sie nicht geerdet werden können, isoliert sein.*

*6. Bei Winkelpunkten von Hochspannungsleitungen sollen Fangbügel angebracht werden, welche beim Bruch von Isolatoren das Herabfallen der Leitungen verhindern.*

*l) Hochspannungs-Freileitungen in Ortschaften und ausgedehnten gewerblichen Anlagen müssen während des Betriebes streckenweise spannungslos gemacht werden können.*

## § 23.

### Installationen im Freien.

a) Im Freien verlegte Leitungen müssen abschaltbar sein.

b) Im Freien ist die feste Verlegung von Mehrfachleitungen unzulässig.

*c) Träger und Schutzverkleidungen von Hochspannungsleitungen im Freien, welche mehr als 750 Volt gegen Erde führen, müssen durch einen roten Blitzpfeil sichtbar gekennzeichnet sein.*

1. Bei im Freien offen verlegten Leitungen ist der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten.

2. Ungeschützte Niederspannungsleitungen im Freien sollen so verlegt werden, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht berührt werden können, sie sollen jedoch mindestens  $2^{1,2}$  m vom Erdboden entfernt sein.

3. *Ungeschützte Hochspannungsleitungen im Freien sollen in der Regel mit ihrem tiefsten Punkt mindestens 6 m von der Erde entfernt sein.*

4. Bei Reklamebeleuchtungen und ähnlichen Installationen können die Leitungen nach der Höchstzahl der gleichzeitig betriebenen Lampen berechnet werden.

5. Apparate sollen tunlichst nicht im Freien untergebracht werden; läßt sich dies nicht vermeiden, so soll für besonders gute Isolierung, guten Schutz gegen Berührung und gegen schädliche Witterungseinflüsse Sorge getragen werden.

## § 24.

## Leitungen in Gebäuden.

a) In Wohnräumen sind ungeerdete blanke Leitungen nicht zulässig.

*b) Bei Hochspannung sind ungeerdete blanke Leitungen außerhalb elektrischer Betriebs- und Akkumulatorenräume nur als Kontaktleitungen gestattet.*

c) Bei Abzweigstellen muß den auftretenden Zugkräften durch geeignete Anordnungen Rechnung getragen werden.

d) Durch Wände, Decken und Fußböden sind die Leitungen so hindurchzuführen, daß sie gegen Feuchtigkeit, mechanische und chemische Beschädigung, sowie Oberflächenleitung ausreichend geschützt sind.

1. Die Durchführungen sollen entweder der in den betreffenden Räumen gewählten Verlegungsart entsprechen, oder es sollen haltbare isolierende Rohre verwendet werden, und zwar für jede einzeln verlegte Leitung und für jede Mehrfachleitung je ein Rohr.

In feuchten Räumen sollen entweder Porzellan- oder gleichwertige Rohre verwendet werden, deren Gestalt keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt, oder die Leitungen sollen frei durch genügend weite Kanäle geführt werden.

Über Fußböden sollen die Rohre mindestens 10 cm vorstehen; sie sollen gegen mechanische Beschädigungen sorgfältig geschützt sein. *Bei Hochspannung sollen die Rohre außerdem an Decken und Wandflächen mindestens 5 cm vorstehen.*

## § 25.

## Isolier- und Befestigungskörper.

a) Holzleisten sind unzulässig.

b) Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmäßig geerdeten Leitungen zulässig, sofern dafür gesorgt ist, daß der Leiter weder mechanisch noch chemisch durch die Art der Befestigung beschädigt wird.

c) Isolierglocken, -Rollen, -Ringe und -Klemmen (mit Ausnahme von Kabelklemmen) müssen aus Porzellan, Glas oder gleichwertigem Material bestehen.

*d) Bei Hochspannung müssen Klemmen so angebracht oder so ausgebildet sein, daß merkliche Oberflächenleitung ausgeschlossen ist. Es ist unzulässig, zwei oder mehr Drähte von verschiedener Polarität oder Phase in eine Klemme zu verlegen.*

e) Glocken müssen so angebracht werden, daß sich kein Wasser in ihnen ansammeln kann.



f) Glocken, Rollen, Ringe und Klemmen müssen so angebracht werden, daß sie die Leitungen in angemessenem Abstand voneinander, von Gebäudeteilen, Eisenkonstruktionen und dergleichen entfernt halten.

1. Bei Führung von Leitungen auf gewöhnlichen Rollen längs der Wand soll auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können den örtlichen Verhältnissen entsprechend ausnahmsweise größere Abstände gewählt werden.

✂ | In B. u. T. sind gewöhnliche Rollen unzulässig. |

2. Mehrfachleitungen sollen nicht so befestigt werden, daß ihre Einzelleiter aufeinander gepreßt sind. Metallene Bindedrähte sind bei ungepanzerten Mehrfachleitungen ungeeignet.

## § 26.

### Rohre.

a) Papierrohre müssen einen Metallüberzug haben.

b) *Metallene oder metallüberzogene Rohre müssen bei Hochspannung in solcher Stärke verwendet werden, daß sie auch den nach den Ortsverhältnissen zu erwartenden mechanischen und chemischen Angriffen widerstehen.*

*Bei Hochspannung sind die Stoßstellen metallener Rohre metallisch zu verbinden und die Rohre zu erden.*

✂ | In B. u. T. gelten beide Absätze auch für Nieder- |  
spannung. |

c) In ein und dasselbe Rohr dürfen nur Leitungen verlegt werden, die zu dem gleichen Stromkreise gehören. (Vergleiche auch § 21 h.)

Ausnahmen (siehe § 28 i) sind zulässig für Schaltanlagen in Betriebsräumen.

d) Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind, außer in Beleuchtungskörpern, nicht zulässig.

1. Rohre sollen so verlegt werden, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann.

2. Bei Metall- und Isolierrohren sollen im allgemeinen die lichte Weite, sowie die Anzahl und der Radius der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Drähte einziehen und entfernen kann. Bei Leitungen von mehr als 16 qmm Querschnitt kann von der Auswechselbarkeit abgesehen werden, wenn die Rohre offen verlegt und jederzeit zugänglich sind. Die Rohre sollen ferner mit entsprechenden Armaturen, z. B. Tüllen versehen sein, so daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

3. Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, sollen mindestens 11 mm, bei Hochspannung mindestens 15 mm lichte Weite haben

4. Wenn bei offener Verlegung einzelne Leitungsstrecken durch Röhre geschützt werden, sind geringere Rohr-Durchmesser zulässig. Das Gleiche gilt bei Schaltanlagen.

### § 27.

#### Kabel

a) Blanke und asphaltierte Bleikabel dürfen nur so verlegt werden, daß sie gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt sind. (Vergleiche auch § 21 h.)

1. Bleikabel jeder Art mit Ausnahme von Gummikabeln bei Niederspannung dürfen nur mit Endverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, welche das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluß gestatten, verwendet werden.

⚡ 2. Die Entfernung der Befestigungsstellen der Kabel soll in B. u. T. 3 m<sup>1)</sup> nicht übersteigen, außer in Bohrlöchern und Schächten. Für Schächte siehe § 40.

⚡ 3. In B. u. T. ist die Armatur von Kabeln nach Möglichkeit zu erden. An Muffen und ähnlichen Stellen sind die Armaturen leitend zu verbinden.

b) Es ist darauf zu achten, daß an den Befestigungsstellen der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind unzulässig.

c) Prüfdrähte sind wie die zugehörigen Kabeladern zu behandeln.

*Bei Hochspannung sind sie so anzuschließen, daß sie nur zu Messungen an den zugehörigen Kabeladern dienen.*

#### H. Behandlung verschiedener Räume.

Für die nachbenannten Räume gelten außer den normalen Vorschriften noch die folgenden Sonderbestimmungen.

### § 28.

#### Elektrische Betriebsräume.

a) Entgegen § 3 a bedürfen bei Niederspannung die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile keines besonderen Schutzes gegen Berührung.

*b) Entgegen § 3 b kann bei Gleichstrom bis 1000 Volt von einer Schutzvorrichtung insoweit abgesehen werden, als diese nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich ist oder die Bedienung und Beaufsichtigung behindert.*

<sup>1)</sup> Nach Verfügung der Kgl. Bayr. Generaldirektion der Berg-, Hütten- und Salzwerke ist für Bayern 6 m zulässig.

*c) Bei Hochspannung sind auch solche blanke Leitungen gestattet, welche nicht Kontaktleitungen sind. Vergleiche § 24b.*

✂ In B. u. T. fällt diese Erleichterung fort. Auch bei Niederspannung sind blanke Leitungen nur in abgeschlossenen Betriebsräumen (siehe § 21, e) oder als Fahrleitungen (siehe § 42) zulässig.

d) Schalter in Betriebsräumen brauchen der Bestimmung in § 11a nur bei der Stromstärke zu genügen, für deren Unterbrechung sie bestimmt sind. Auf solchen Schaltern ist außer der Betriebsspannung und Betriebsstromstärke auch die zulässige Ausschaltstromstärke zu vermerken.

1. Schalter brauchen nicht Momentschalter zu sein.

e) Entgegen § 11f können Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen ausschaltbar gemacht werden.

f) Entgegen § 12b sind in Betriebsräumen bei nicht allpolig abschaltenden Anlässern keine besonderen Ausschalter notwendig.

✂ In B. u. T. fällt diese Erleichterung fort.

2. Die Regel des § 12<sup>2</sup> ist für Betriebsräume nicht maßgebend.

g) Die im § 21a geforderte Schutzverkleidung ist bei Niederspannung und bei *isolierten Hochspannungsleitungen unter 1000 Volt* nur insoweit erforderlich, als sie mechanischer Beschädigung ausgesetzt sind.

h) Unverwechselbarkeit der Sicherungen wird für Leitungen innerhalb von Betriebsräumen nicht gefordert.

i) Bei Schalt- und Signalanlagen ist es gestattet, Leitungen verschiedener Stromkreise in einem Rohre zu verlegen.

*k) Entgegen § 18g sind Handlampen bei Gleichstrom bis 1000 Volt zulässig; ihre Bauart muß der angewendeten Spannung entsprechen.*

✂ In B. u. T. fällt diese Erleichterung fort.

✂ 3. In B. u. T. sind entgegen § 3<sup>5</sup> für Niederspannungs-Hebelschalter Pappschutzkästen zulässig.

## § 29.

Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

a) In solchen Räumen gelten die Bestimmungen für elektrische Betriebsräume mit der Maßgabe, daß auch bei Hochspannung ein Schutz der unter Spannung stehenden Teile nur gegen zufällige Berührung gefordert wird. (Siehe auch § 8d.)

*b) Bei Hochspannung dürfen entgegen § 7 a Transformatoren ohne geerdetes Metallgehäuse und ohne besonderen Schutzverschlag aufgestellt werden, wenn ihr Gestell geerdet ist.*

### § 30.

#### Betriebsstätten.

a) Entgegen § 21 a dürfen bei Niederspannung die im Handbereich liegenden Zuführungsleitungen zu Maschinen ungeschützt verlegt werden, wenn ihre Isolierung einer Beschädigung nicht ausgesetzt ist.

*b) Bei Hochspannung müssen ausgedehnte Verteilungsleitungen während des Betriebes für Notfälle ganz oder streckenweise spannungslos gemacht werden können.*

### § 31.

#### Feuchte Räume.

a) Die nicht geerdeten, nach feuchten Räumen führenden Leitungen müssen allpolig abschaltbar sein.

b) Isolierte Leitungen müssen eine wasserdichte Isolierhülle von einer der angewandten Spannung entsprechenden Beschaffenheit haben.

*Für Spannungen über 1000 Volt sind nur Kabel zulässig.*

In B. u. T. sind in Räumen, in denen Tropfwasser auftritt, für Niederspannung nur Kabel und in Rohren nach § 26 b verlegte Gummiader-Leitungen zulässig.

*Für Hochspannung sind nur Kabel gestattet.*

c) Die feste Verlegung von Mehrfachleitungen ist unzulässig.

d) Transportable Leitungen müssen durch eine schmiegsame Umhüllung gegen Beschädigung besonders geschützt sein.

1. Bei offen verlegten Leitungen ist der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten. Siehe § 3.

2. Offen verlegte ungeerdete Leitungen sollen in einem Abstand von mindestens 5 cm voneinander und 5 cm von der Wand auf zuverlässigen Isolierkörpern verlegt werden. (Vergleiche § 21<sup>4</sup>.) Sie können mit einem in der Feuchtigkeit haftenden und haltbaren Anstrich versehen sein.

3. Apparate sollen tunlichst nicht in feuchten Räumen untergebracht werden; läßt sich dies nicht vermeiden, so soll für besonders gute Isolierung, guten Schutz gegen Berührung und gegen die schädlichen Einflüsse der Feuchtigkeit Sorge getragen werden.

4. In feuchten Räumen soll Hartgummi bei Steckvorrichtungen nicht verwendet werden. (Vergleiche § 13<sup>4</sup>.)

## § 32.

## Durchtränkte Betriebsstätten und Lagerräume.

Für durchtränkte Räume gelten außer den Vorschriften des § 31: „Feuchte Räume“ noch die folgenden Zusatzbestimmungen.

a) An geeigneten Stellen sind Tafeln anzubringen, welche in deutlich erkennbarer Schrift vor Berührung der Leitungen warnen und zur vorsichtigen Handhabung der elektrischen Einrichtung auffordern.

b) Für Lampen sind Hahnfassungen verboten.

c) Bogenlampen müssen während des Betriebes unzugänglich und von Abschaltvorrichtungen abhängig sein, welche gestatten, sie zum Zwecke der Bedienung spannungslos zu machen.

*d) Hochspannung ist in durchtränkten Räumen nur ausnahmsweise bei Gleichstrom bis 1000 Volt zulässig, wenn die Leitungen auch außerhalb der Räume abschaltbar und außerdem die unter Spannung stehenden Teile von Leitungen, Apparaten und Stromverbrauchern der Berührung entzogen sind.*

## § 33.

## Betriebsstätten und Lagerräume mit ätzenden Dünsten.

a) Festverlegte Leitungen müssen je nach Art der auftretenden Dünste gegen chemische Beschädigungen tunlichst geschützt sein.

b) Für Handlampen sind nur Leitungen mit wasserdichter Isolierhülle und besonderer gegen die chemischen Einflüsse schützender Hülle gestattet.

*c) Die Verwendung von Spannungen über 1000 Volt ist für Licht- und Motorenbetrieb unzulässig.*

1. Entgegen der Regel § 12<sup>1</sup> ist Holz auch bei Steuerschaltern nicht zulässig.

## § 34.

## Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume.

a) Die Umgebung von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, Umformern, Widerständen usw. muß von entzündlichem Material frei gehalten werden können.

b) Sicherungen, Schalter und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, sind in feuersicher abschließenden Schutzhüllen unterzubringen.

c) Blanke Leitungen sind nicht zulässig. Isolierte Leitungen sind nur mit wasserdichter Isolierhülle zulässig.

✂ | In B. u. T. sind isolierte Leitungen nur in Rohren nach § 26 b gestattet. |

1. Auf Schutz gegen mechanische Beschädigung ist besonders zu achten.

d) *Die Verwendung von Spannungen über 1000 Volt ist unzulässig.*

✂ | *In B. u. T. ist nur Gleichstrom bis 500 Volt und Niederspannungs-Wechselstrom zulässig.* |

### § 35.

#### Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lager- räume.

a) Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer und Widerstände, desgleichen Ausschalter, Sicherungen und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, dürfen nur insoweit verwendet werden, als für die besonderen Verhältnisse explosions sichere Bauarten bestehen.

b) Leitungen müssen eine wasserdichte Isolierhülle haben, deren Beschaffenheit der verwendeten Spannung entspricht, und sind nur in Rohren oder als Kabel zulässig. Mehrfachleitungen sind unzulässig.

c) Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raume brennen. Sie müssen mit dicht schließenden Überglocken, welche auch die Fassung dicht einschließen, versehen sein.

d) *Die Verwendung von Hochspannung ist in solchen Räumen nicht zulässig.*

e) Etwaige behördliche Sondervorschriften über explosionsgefährliche Betriebe bleiben durch vorstehende Bestimmungen unberührt.

## § 36.

Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, sofern darin leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

a) Festverlegte Leitungen müssen, soweit sie mit leicht entzündlichen Stoffen in Berührung kommen können, bis in die Lampenträger oder in die Anschlußdosen vollständig durch Rohre geschützt sein.

b) Beleuchtungskörper und andere Stromverbraucher, welche ihren Standort wechseln, sind entweder mit metallumhüllter Leitung oder mittels besonders geschützter Leitung ohne Metallmantel anzuschließen.

Im ersten Falle ist das eine Ende der Metallumhüllung mit dem Metallmantel der Fassung leitend zu verbinden, das andere Ende ist an eine geerdete Leitung anzuschließen.

Im zweiten Falle ist nur biegsame Leitung mit wasserdichter Isolierhülle zulässig, die zum Schutz gegen mechanische Beschädigung mit einem Überzug aus widerstandsfähigem Material (z. B. Segeltuch, Leder, Hanfschnurumklöpfung) versehen ist.

c) Sämtliche Schalter, Anschlußdosen und Sicherungen müssen mit widerstandsfähigen Schutzkästen umgeben und an solchen Plätzen fest angebracht sein, wo eine Berührung mit leicht entzündlichen Stoffen ausgeschlossen ist.

*d) Hochspannung ist in Räumen, in denen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind, nicht zulässig.*

## J. Provisorische Einrichtungen.

## § 37.

a) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind die provisorischen Einrichtungen durch Schutzgeländer, Schutzverschlüsse oder dergleichen mit Warnungstafeln vor dem Zutritt Unberufener abzugrenzen *und bei Hochspannung nötigenfalls unter Verschuß zu halten.*

b) Für fest verlegte Leitungen sind Abweichungen betreffend die Stützpunkte der Leitungen und dergleichen zulässig, doch ist dafür zu sorgen, daß die Vorschriften hinsichtlich mechanischer Festigkeit, zufälliger gefahrbringender

Berührung, Feuersicherheit und Erdung für den ordnungsmäßigen Gebrauch erfüllt sind.

c) Die beweglichen und transportablen Einrichtungen, sowie die Beleuchtungskörper, Apparate, Meßinstrumente usw. müssen den allgemeinen Vorschriften genügen.

d) Bei Schalt- und Verteilungstafeln ist Holz als Konstruktions-, nicht aber als Isoliermaterial zulässig.

#### **K. Theater und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.**

Für diese Räume gelten außer den normalen Vorschriften noch die folgenden Sonderbestimmungen:

#### **§ 38.**

##### **Allgemeine Bestimmungen.**

a) *Für Theaterinstallationen darf Hochspannung nicht verwendet werden.*

b) Die elektrischen Leitungsanlagen sind von der Hauptschalttafel ab in Gruppen zu unterteilen. Dreileiteranlagen sind, soweit tunlich, von den Hauptverteilungsstellen ab in Zweileiterzweige, bestehend aus Mittel- und Außenleiter, zu unterteilen.

c) In Räumen, die mehr als drei Lampen enthalten, sowie in sämtlichen Korridoren, Treppenhäusern und Ausgängen sind die Lampen an mindestens zwei getrennt gesicherte Zweigleitungen anzuschließen. Von dieser Bestimmung kann abgesehen werden, wenn die Notlampen eine genügende Allgemeinbeleuchtung gewähren.

d) Falls eine elektrische Notbeleuchtung eingerichtet wird, müssen deren Lampen an eine oder mehrere räumlich und elektrisch von der Hauptanlage unabhängige Stromquellen angeschlossen werden.

e) Die Schalter und Sicherungen sind tunlichst gruppenweise zu zentralisieren und dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein.

#### **§ 39.**

##### **Bestimmungen für das Bühnenhaus.**

Für Installationen des Bühnenhauses (Bühne, Untermaschinen, Arbeitsgalerien und Schnürboden, auch Garde-



roben und sonstige Nebenräume im Bühnenhause) gelten außer den vorerwähnten allgemeinen, noch die folgenden Zusatzbestimmungen:

a) Schalttafeln und Bühnenregulatoren sind derartig anzuordnen, daß eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte ausgeschlossen ist.

Auf die Endausschalter an Bühnenregulatoren findet die Vorschrift des Paragraphen 11d keine Anwendung, sofern die vom Regulator bedienten Stromkreise an zentraler Stelle allpolig ausgeschaltet werden können.

b) Bei Beleuchtungskörpern mit Farbenwechsel muß der Querschnitt der gemeinschaftlichen Rückleitung unter der Annahme bemessen werden, daß alle Lampen aller Farben mit voller Lichtstärke gleichzeitig brennen.

c) Betriebsmäßig stromführende blanke Leitungen sind (abgesehen von g) nicht zulässig. Flugdrähte und dergleichen dürfen weder zur Stromführung noch als Erdungsleitung benutzt werden.

d) Fest verlegte Leitungen müssen in der Weise installiert werden, daß sie in erster Linie gegen die zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

e) Mehrfachleitungen zum Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper müssen biegsame Kupferseelen mit wasserdichten Isolierhüllen haben und durch starke schmiegsame nichtmetallische Schutzhülle gegen mechanische Beschädigung geschützt sein.

1. Die Kupferseele der Gummiaderlitzen soll aus einzelnen Drähten von nicht über 0,2 mm Durchmesser bestehen.

2. Die Befestigung der biegsamen Leitungen soll derart sein, daß auch bei roher Behandlung an der Anschlußstelle ein Bruch nicht zu befürchten ist.

3. Die Anschlußstücke sind mit der Schutzumhüllung so zu verbinden, daß die Kupferseelen an der Anschlußstelle von Zug entlastet sind. Steckkontakte müssen innerhalb widerstandsfähiger, nicht stromführender Hüllen liegen und so angeordnet sein, daß zufällige Berührung der stromführenden Teile, soweit sie nicht gerdet sind, verhindert wird.

f) Für vorübergehend gebrauchte Szenerie-Installationen kann von der Erfüllung der allgemeinen Vorschriften für die Verlegung von Leitungen ausnahmsweise abgesehen werden, wenn Leitungen mit wasserdichter Isolierhülle

verwendet werden, die Verlegungsart jegliche Verletzung der Isolierung ausschließt und diese Installation während des Gebrauches unter besonderer Aufsicht steht. In diesem Falle sind Drahtschellen für Einzelleitungen zulässig und Durchführungsstüllen entbehrlich.

g) Blanke Stromführungs-Kontaktplatten sind auf der Bühne zulässig, müssen aber, solange sie unter Spannung stehen, bewacht und nach Gebrauch sofort ausgeschaltet werden.

h) Die Sicherungen der Anschlußleitungen für Bühnenbeleuchtungskörper (Oberlichter, Kulissen, Rampen, Versatz- und Effektbeleuchtung) sind im fest verlegten Teil der Leitung anzubringen, in diesem Falle genügt für jeden Körper je eine Sicherung für alle Lampen einer Farbe. Der Querschnitt transportabler Leitungen und die Sicherungen sind derjenigen Betriebsstromstärke anzupassen, für welche der Stecker bestimmt ist. In den Beleuchtungskörpern selbst sind Sicherungen nicht zulässig.

i) Bei Regulierwiderständen, die an besonderen, nur dem Bedienungspersonal zugänglichen feuersicheren Stellen angebracht sind, ist eine Schutzhülle aus feuersicherem Material entbehrlich.

4. Die Stufenschalter für den Bühnenregulator sollen unmittelbar bei den Regulierwiderständen selbst angebracht sein, können aber durch Übertragung betätigt werden.

k) Die fest angebrachten Glühlampen auf der Bühne, sowie sämtliche Glühlampen in Arbeitsräumen, Werkstätten, Garderoben, Treppen und Korridoren müssen mit Schutzkörben oder Schutzgläsern versehen sein, welche nicht an der Fassung, sondern an den Lampenträgern befestigt sind.

l) Die Bühnenbeleuchtungskörper und deren Anschlüsse (Oberlichter, Kulissen, Rampen, Effekt- und Versatzbeleuchtungen) müssen folgenden Bedingungen entsprechen:

Die Spannung zwischen irgend zwei Leitern eines Beleuchtungskörpers darf 250 Volt nicht übersteigen.

Holz ist weder als Isolier- noch als Konstruktionsmaterial zulässig.

Die Beleuchtungskörper sind mit einem Schutzgitter für die Glühlampen zu versehen.

Innerhalb der Beleuchtungskörper sind blanke Leiter dann zulässig, wenn sie gegen zufällige Berührung geschützt sind.

Hängende Beleuchtungskörper sind, auch wenn sie geredet werden, gegen ihre Tragseile zu isolieren.

Bühnenscheinwerfer, Projektionsapparate, Blitzlampen und dergleichen sind mit einer Vorrichtung zu versehen, welche das Herausfallen glühender Kohlentelchen oder dergleichen verhindert.

### L. Weitere Vorschriften für Bergwerke unter Tage.

Außer den in §§ 1, 2, 3, 5, 9, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 31 und 34 gegebenen Zusätzen gilt für B. u. T. noch nachfolgendes:

#### § 40.

##### Verlegung in Schächten.

a) In Schächten und einfallenden Strecken von mehr als 45° Neigung dürfen nur armierte Kabel, bei denen die Armatur aus verzinkten Eisen- oder Stahldrähten besteht, oder die auf andere Weise von Zug entlastet sind, verwendet werden. In trockenen, feuersicheren Nebenschächten sind auch isolierte Leitungen bei Niederspannung zulässig.

1. Der Abstand der Befestigungsstellen der Kabel soll in der Regel nicht mehr als 6 m betragen.

2. Die Befestigung der Kabel soll mittels breiter Schellen erfolgen, die so beschaffen sind, daß sie die Kabel weder mechanisch noch chemisch gefährden. Werden eiserne Schellen benutzt, so sollen die Kabel an der Schellstelle mit Asphaltpappe oder dergleichen umwickelt werden.

b) Ist die Leitung chemischen Einflüssen durch Tropfwasser, Grubenwetter oder dergleichen ausgesetzt, so muß sie mit einem Bleimantel oder einem anderen Schutzmittel, z. B. Anstrich, versehen sein.

#### § 41.

##### Schlagwettergefährliche Grubenräume.

a) Die nach schlagwettergefährlichen Grubenräumen führenden Leitungen müssen von schlagwetternichtgefährlichen Räumen oder von über Tage aus allpolig abschaltbar sein.

b) In schlagwettergefährlichen Grubenräumen dürfen nur schlagwettersichere Maschinen, Transformatoren und Apparate verwendet werden.

c) Es sind nur Glühlampen zulässig, die im luftleeren Raume brennen.

1. Glühlampen sollen eine Überglocke und einen Schutzkorb aus starkem Drahtgeflecht besitzen.

d) Blanke Leitungen sind nur als Erdungsleitungen zulässig.

e) Isolierte Leitungen dürfen nur in widerstandsfähigen geerdeten Eisen- und Stahlröhren verlegt werden.

#### § 42.

#### Fahrdrähte und Zubehör elektrischer Grubenbahnen.

a) Bei Grubenbahnen mit Niederspannung müssen die Fahrdrähte an allen Stellen, die von der Belegschaft betreten werden, während die Anlage unter Spannung steht, entweder in angemessener Höhe über Schienenoberkante liegen, oder es müssen Schutzvorkehrungen getroffen werden, welche verhindern, daß jemand von der Belegschaft mit dem Kopf zufällig den Fahrdraht berühren kann.

1. Als angemessene Höhe gilt 1,8 m. Eine geringere Höhe der Fahrdrähte ohne Schutzvorrichtung ist zulässig in Strecken, deren Befahrung der Belegschaft verboten ist, solange der Fahrdraht unter Spannung steht.

*b) Die Verwendung von Hochspannung ist im allgemeinen nur in Strecken zulässig, in welchen der Fahrdraht durch seine Höhenlage oder durch Schutzvorkehrungen der zufälligen Berührung entzogen ist, oder wenn der Belegschaft die Befahrung der mit Fahrdrähten ausgerüsteten Bahnstrecke verboten ist.*

2. Als Mindesthöhe gilt 2,3 m.

c) Bei Fahrdrahtanlagen sind Vorrichtungen zum Abschalten oder Signalanlagen zum Wärter der Einschaltstelle vorzusehen. Beide Arten von Einrichtungen müssen von jeder Stelle des Fahrdrahtes aus betätigt werden können.

d) An Rangier-, Kreuzungs- und Zugangsstellen sind Warnungstafeln anzubringen, welche auf die mit Berührung des Fahrdrahtes verbundene Gefahr hinweisen. Diese Warnungstafeln sind zu beleuchten.

e) Fahrleitungen, die nicht auf Porzellan- oder gleichwertigen Isolatoren verlegt sind, müssen gegen Erde doppelt isoliert sein.

f) Querdrähte jeder Art (Trag- und Zugdrähte), die im Handbereich liegen, müssen gegen spannungsführende Leitungen doppelt isoliert sein.

g) Speiseleitungen, welche Betriebsspannung gegen Erde führen, müssen von der Stromquelle und an den Speisepunkten von den Fahrleitungen abschaltbar sein. Wenn durch Streckenunterbrecher dafür gesorgt ist, daß mit der Speiseleitung gleichzeitig der zugehörige Teil der Fahrleitung spannungsfrei wird, ist die Abschaltbarkeit am Speisepunkt nicht erforderlich.

3. Sofern die Gleise als Rückleitung dienen, sollen die Stöße sämtlicher Schienen gut leitend verbunden sein.

### § 43.

#### Fahrzeuge elektrischer Grubenbahnen.

a) Bei Fahrschaltern und Stromabnehmern ist Holz als Isolierstoff zulässig.

b) Zwischen den Stromabnehmern und den übrigen elektrischen Einrichtungen des Fahrzeuges ist entweder eine sichtbare Trennstelle derart anzuordnen, daß sie die Beleuchtung nicht unterbricht, oder es müssen die Stromabnehmer eine Vorrichtung haben, die sie im abgezogenen Zustand festhalten kann.

c) Jedes Fahrzeug muß eine Hauptabschmelzsicherung oder einen selbsttätigen Ausschalter für die Elektromotoren haben.

d) Akkumulatorenzellen elektrischer Fahrzeuge können auf Holz aufgestellt werden, wobei einmalige Isolierung durch nicht Feuchtigkeit anziehende Zwischenlagen ausreicht.

e) Der Querschnitt aller Fahrstromleitungen ist nach der Nennstromstärke der vorgeschalteten Sicherung oder stärker zu bemessen.

Drähte für Bremsstrom sind mindestens von gleicher Stärke wie die Fahrstromleitungen zu wählen.

Der Querschnitt aller übrigen Leitungen ist nach der Tabelle in § 20 zu bemessen.

1. Für Fahrstromleitungen aus Leitungskupfer gilt folgende Tabelle:

Querschnitt in qmm	Nennstromstärke der Sicherung in Amp.
4	30
6	40
10	60
16	80
25	100
35	130
50	165
70	200
95	235
120	275

2. Isolierte Leitungen in Fahrzeugen sollen so geführt werden, daß ihre Isolierung nicht durch die Wärme benachbarter Widerstände gefährdet werden kann.

3. Nebeneinanderverlaufende isolierte Fahrstromleitungen sollen entweder zu Mehrfachleitungen mit einer gemeinsamen wasserdichten Schutzhülle zusammengefaßt werden, derart, daß ein Verschieben und Reiben der Einzelleitungen vermieden wird, oder sie sind getrennt zu verlegen und dort, wo sie Wände durchsetzen, durch Isoliermittel so zu schützen, daß sie sich an diesen Stellen nicht durchscheuern können.

f) Die Kurbeln der Fahrschalter sind in der Weise abnehmbar anzubringen, daß das Abnehmen nur erfolgen kann, wenn der Fahrstrom ausgeschaltet ist.

4. Erdleitungen und vom Fahrstrom unabhängige Bremsstromleitungen in Fahrzeugen sollen keine Sicherungen enthalten und sollen nur im Fahrschalter abschaltbar sein.

5. Die unter Spannung stehenden Teile von Fassungen, Schaltern, Sicherungen u. dergl. sollen mit einer Schutzhülle aus Isolierstoff versehen sein. Pappe gilt nicht als Isolierstoff. (Siehe § 3<sup>5</sup>.)

#### § 44.

##### Abteufbetrieb.

a) Für Niederspannung sind Abteufkabel oder Panzeradern zu verwenden. Letztere müssen dem § 21 c genügen. *Für Hochspannung sind nur Abteufkabel zulässig.* Die Metallarmierung ist zu erden. Drahtarmierte Bleikabel sind bei genügender Biegsamkeit in jedem Falle zulässig.

1. Beim Abteufbetrieb sollen alle nicht unter Spannung stehenden Metallteile elektrischer Maschinen und Apparate geerdet sein.

2. An der Eintrittsstelle der Leitungen in den Schacht und vor jedem Haspel sollen allpolig entweder Schalter und Sicherungen oder einstellbare selbsttätige Schalter eingebaut werden.

b) Steckvorrichtungen sind nur mit von Hand lösbarer Sperrung zu verwenden.

## § 45.

Schießbetrieb (im Anschluß an Starkstromanlagen).

a) Der Anschluß eines Zünders an die Schießleitung kann bis auf eine Entfernung von 50 m aus Gummiader ohne besonderen Schutz bestehen.



b) Der Anschluß einer Schießleitung an eine Starkstromleitung darf nur mittels eines allpoligen, unter Verschuß befindlichen Schalters erfolgen. Zur Erhöhung der Sicherheit ist stets noch eine zweite, ebenfalls unter Verschuß befindliche Unterbrechungsstelle zwischen Schalter und Schießleitung anzuordnen; entweder der Schalter oder die Unterbrechungsstelle müssen so eingerichtet sein, daß ein Verharren im eingeschalteten Zustand ausgeschlossen ist. In der Schießleitung ist eine Vorrichtung anzubringen, welche das Vorhandensein von Strom erkennen läßt. Für die erwähnten Apparate ist die Verwendung von hygroskopischem Material, wie Marmor, Schiefer und dergleichen, als Isolierstoff unzulässig.



## § 46.

Betriebe im Abbau.

a) Auf ausreichenden Schutz transportabler Leitungen gegen Beschädigung ist ganz besonders zu achten.



1. Tragbare Elektromotoren, welche eine ständige Handhabung unter Spannung erfordern, wie Bohr- und Schrämmaschinen, sollen nur bei Niederspannung verwendet werden. *In trockenen Räumen ist auch Gleichstrom bis 500 Volt zulässig.*

2. Im Abbau sollen alle nicht unter Spannung gegen Erde stehenden Metallteile elektrischer Maschinen und Apparate nach Möglichkeit geerdet sein.

### Inkrafttreten dieser Vorschriften.

Diese Vorschriften gelten für Anlagen oder Erweiterungen derselben, deren Ausführung nach dem 1. Januar 1908 beginnt.



Die auf B. u. T. bezüglichen Zusätze gelten vom 1. Januar 1910 ab.

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

## **Anhang**

zu den

Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstrom-Anlagen nebst Ausführungsregeln.

### **Ausgabe für Bergwerke.**

Schematische Darstellungen.

a) Für jede Starkstrom-Anlage muß bei Fertigstellung eine schematische Darstellung angefertigt werden; diese kann, wenn zweckmäßig, aus mehreren Teilen bestehen.

b) Die Darstellungen müssen enthalten:

- I. Stromarten und Spannungen,
- II. Anzahl, Art und Stromstärke der Stromerzeuger, Transformatoren und Akkumulatoren,
- III. Art der Abschaltung und Sicherung der einzelnen Teile der Anlage,
- IV. Angabe der Leitungsquerschnitte,
- V. die notwendigen Angaben über Stromverbraucher.

1. Für die schematischen Darstellungen und etwa anzufertigenden Pläne sollen tunlichst die im folgenden festgelegten Grundzeichen verwendet werden. Es ist zulässig, die Grundzeichen zum Zwecke größerer Übersichtlichkeit im Einzelfalle weiter auszubilden; werden dagegen Bezeichnungen nach anderen Systemen benutzt, so sind diese besonders zu erklären.

2. In den schematischen Darstellungen sollen die Angaben über Stromverbraucher insoweit eingetragen werden, als sie zur sicherheitstechnischen Beurteilung der einzelnen Teile der Anlage erforderlich sind. Es wird im allgemeinen genügen, wenn die schematischen Darstellungen bis zu den letzten Verteilungssicherungen durchgeführt und die Querschnitte der einzelnen Abzweigleitungen sowie Zahl und Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben werden; bei Glühlicht-Stromkreisen genügt im allgemeinen die angenäherte Angabe der Lampenzahl.

3. Mehrpolige Leitungen und Apparate können einpolig gezeichnet werden, in diesem Falle ist die Pol- bzw. Phasenzahl kenntlich zu machen, beispielsweise durch eine entsprechende Zahl von Querstrichen, die an geeigneten Stellen angebracht werden.





**4. Bezeichnungen.**




<b>Grundzeichen.</b>	<b>Beispiele abgeleiteter Bezeichnungen.</b>
----------------------	--

Zu **B.** Allgemeine Schutzmaßnahmen.

§ 3. Schutz gegen Berührung.






- |   |   |
|---|---|
|  | Blitzpfeil.                                   |
|  | Erdung.                                       |
| (e)   | Schutz durch Erdung.                          |
| (m)   | Schutz durch metallisch leitende Verkleidung. |
| (i)   | Schutz durch isolierte Verkleidung.           |

§ 4. Übertritt von Hochspannung.




- |   |  |
|---|--|
|  | Spannungssicherung jeder Art, auch Blitzschutzvorrichtung. |
|  |  |
|  | Durchschlagssicherung.                                     |

Zu **C.** Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

§ 6. Elektrische Maschinen.

- |   |                           |   |  |                       |
|---|---------------------------|---|--|-----------------------|
|  | Dynamo oder Elektromotor. |  | Gleichstrommaschine, Motor               | } mit Erregewicklung. |
|   |                           |  | Wechselstrommaschine, Motor              |                       |
|   |                           |  | Drehstrommaschine, Motor                 |                       |
|   |                           |  | Drehstrommotor mit Flüssigkeitsanlasser. |                       |

§ 7. Transformatoren.

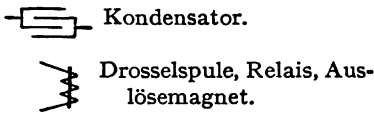
- |   |                  |   |  |
|---|------------------|---|--|
|  | Transformatoren. |  | Drehstrom - Transformator. (Eine Wicklung Stern-, die andere Dreieck-Schaltung.) |
|   |                  |  | Einphasen - Transformator.   |

§ 8. Akkumulatoren.

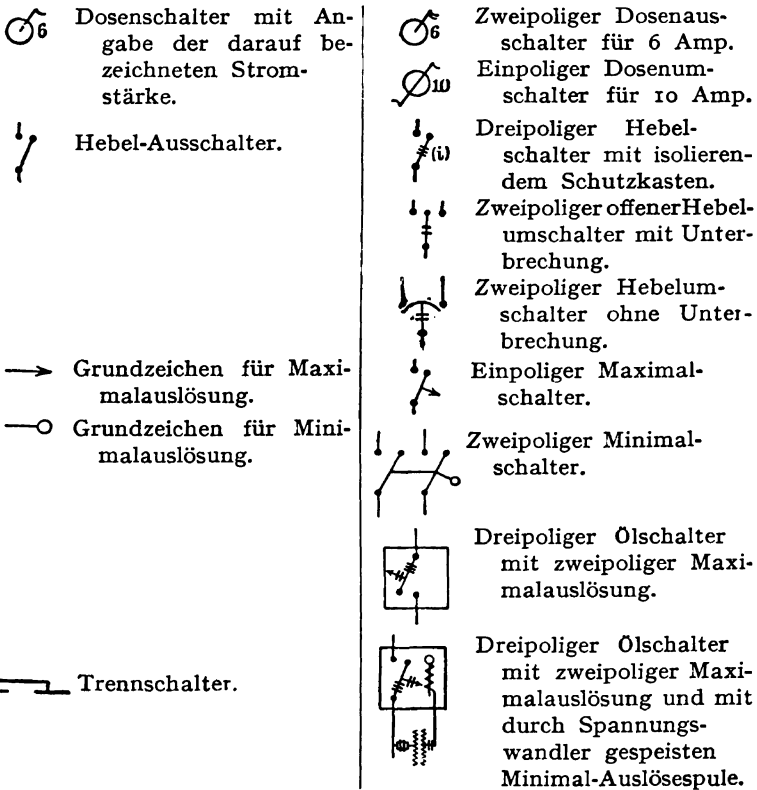


Zu E. Apparate.

§ 10. Allgemeines.



§ 11. Ausschalter, Umschalter.



## § 12. Anlasser und Widerstände.



Nichtregulierbarer Heizapparat oder Widerstand, z B. Bogenlampen-Widerstand.



Regulierbarer Widerstand.



Regulierbarer Widerstand mit Kurzschlußkontakt.



Sonderbezeichnung für Flüssigkeitswiderstände.

## § 13. Steckvorrichtungen.



Wandfassung. Anschlußdose.

## § 14. Sicherungen.



Sicherung.



Dreipolige Sicherung.

## § 15. Meßgeräte.



Meßinstrument.



Strommesser.



Spannungsmesser.



Leistungsmesser.



Zähler.



Phasenmesser.



Isolationsprüfer.



Stromrichtungsanzeiger.

## Zu F. Lampen und Zubehör.

## § 16 und § 17. Fassungen, Glühlampen und Bogenlampen.

× Feste Lampe



Bewegliche Lampe.



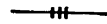
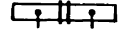
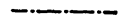








Lampenträger mit Lampenzahl.



Bogenlampe oder ähnliche stärkere Lichtquelle mit Angabe der Stromstärke.

Zu G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitung.

§ 19. Beschaffenheit der Leitungen.

<p>— Leitung.</p> <p>B C Blanker Kupferdraht.</p> <p>B E Blanker Eisendraht.</p> <p>G B Gummibandleitung.</p> <p>G A Gummiaderleitung.</p> <p>S G A Spezialgummiaderleitung mit Angabe der Spannung.</p> <p>P A Panzerader.</p> <p>R A Rohr- u. Falzdrähte.</p> <p>S A Gummiaderschnur.</p> <p>F A Fassungsader.</p> <p>P L Pendelschnur.</p>	<p> Drei Leitungen.</p> <p> Sammelschienen, zweipolig, m. zwei Abzweigen.</p> <p> Mehrfachleitung.</p> <p> Bewegliche Leitung.</p> <p> Leitungs-Anschluß.</p> <p> Leitungs-Kreuzung.</p> <p> Schleifleitung.</p> <p> Von oben kommende Leitung.</p> <p> Von unten kommende Leitung.</p> <p> Nach oben führende Leitung.</p> <p> Nach unten führende Leitung.</p>
---	---

§ 22. Freileitungen.

<p>○ Mast.</p> <p>(n) Schutznetz.</p>	<p>● Holzmast.</p> <p>● Eisenmast.</p>
---------------------------------------	--


§ 25. Isolier- und Befestigungskörper.

<p>(g) Verlegung auf Isolierglocken.</p> <p>(r) Verlegung auf Rollen oder Ringen.</p> <p>(k) Verlegung auf Klemmen.</p>	
---	--

§ 26. Rohre.




<p>(o) Verlegung in Röhren.</p>	
---------------------------------	--

§ 27. Kabel.

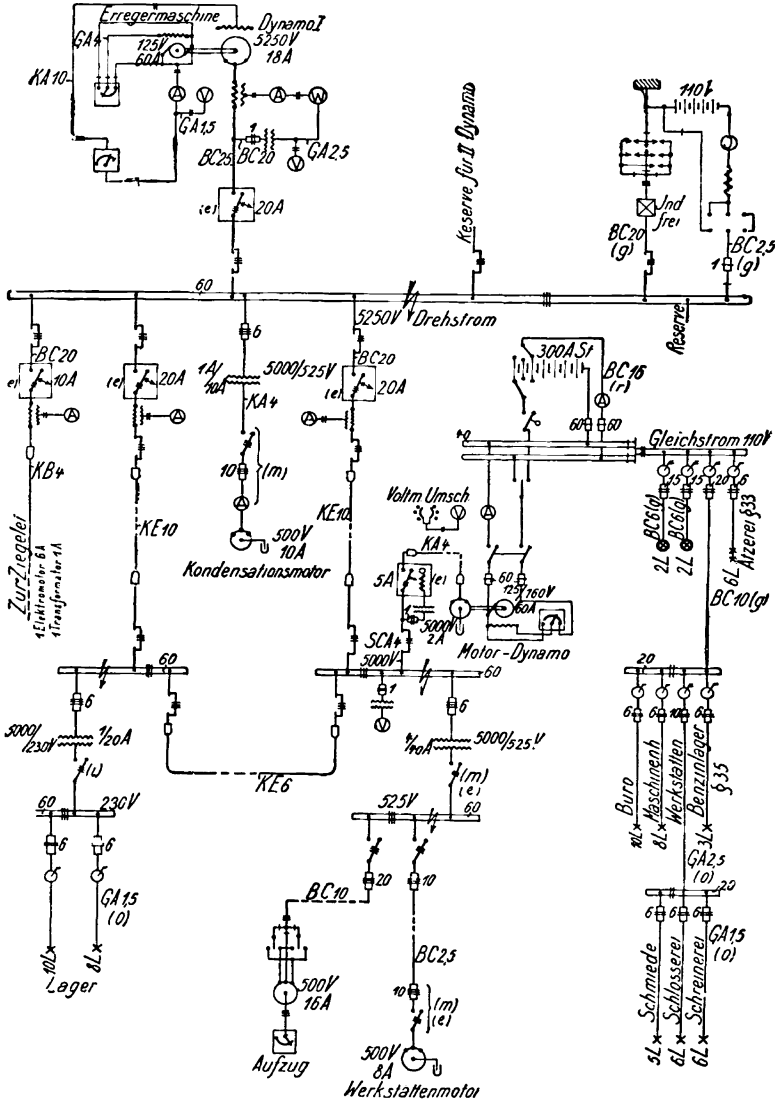
<p> Kabelendverschluß.</p> <p>K B Blanke Kabel.</p> <p>K A Asphaltierte Kabel.</p> <p>K E Armierte asphaltierte Kabel.</p>	
---	--

Zu L. Weitere Vorschriften für B. u. T.

§ 42. Fahrdrähte.

<p> Luftweiche.</p> <p> Abspannisolator.</p> <p> Streckenisolator.</p>	
---	--

5. Wenn in den schematischen Darstellungen oder Plänen auf die Eigenart einzelner Räume hingewiesen werden soll, genügt die Eintragung der Nummer des für die Räume maßgebenden Paragraphen der Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstrom-Anlagen, z. B.: „§ 35“ bedeutet, „Explosionsgefährlicher Raum“.



Beispiel eines nach Ausführungsregel 3 teilweise einpolig durchgeführten Schaltungsschemas.

## **2. Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln.<sup>1) 2)</sup>**

(Betriebsvorschriften.)

Angenommen auf der Jahresversammlung 1909. Veröffentlicht:  
ETZ 1909. S. 481. Gültig ab 1. Januar 1910.

### § 1.

Erklärungen.

a) Niederspannungsanlagen sind solche Starkstromanlagen, bei welchen die effektive Gebrauchsspannung zwischen irgendeiner Leitung und Erde 250 Volt nicht überschreiten kann; bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

*Alle übrigen Starkstromanlagen gelten als Hochspannungsanlagen.*

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, welche grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln. Letztere geben an, wie die Vorschriften mit den üblichen Mitteln zur Ausführung gebracht werden, sofern nicht besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

2. Weitere Erklärungen siehe unter § 2 b—i der Errichtungsvorschriften.

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen Betriebsvorschriften haben zwei andere Fassungen bestanden, über die nachstehende Tabelle Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschl.:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ.:
Erste Fassung	<u>13. 6. 02</u> 15. 1. 03	1. 3. 03	03 S. 154
Zweite Fassung	7. 6. 07	1. 1. 08	07 S. 908
Dritte Fassung	3. 6. 09	1. 1. 10	09 S. 481

<sup>2)</sup> Die „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln“ sind sowohl mit den „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln“ sowie der „Anleitung zur ersten Hilfeleistung usw.“ zusammen als auch mit der „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe“ und den „Empfehlenswerten Maßnahmen bei Bränden“ zusammen in je einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden

Normalien. 8. Aufl.

## § 2.

## Zustand der Anlagen.

a) Die elektrischen Anlagen sind den „Errichtungsvorschriften“ entsprechend in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten. Die bei Revisionen gefundenen Mängel sind in angemessener Frist zu beseitigen. In Anlagen, die vor dem 1. Januar 1910 errichtet sind, brauchen nur solche erhebliche Mißstände, welche das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden, beseitigt zu werden. Jeder Umbau einer Anlage ist, soweit es die Verhältnisse gestatten, den geltenden Vorschriften gemäß auszuführen.

b) Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefährlicher Nähe ungekapselter elektrischer Maschinen und Apparate, sowie offen verlegter spannungsführender Leitungen gelagert werden.

c) Schutzvorrichtungen und Schutzmittel jeder Art müssen in brauchbarem Zustand erhalten werden.

1. Als Schutzmittel gelten gegen die herrschende Spannung isolierende, einen sicheren Stand bietende Unterlagen, Gummihandschuhe, Gummischuhe, Schutzbrillen, isolierende Zangen, Abdeckungen, zuverlässige Erdungen und ähnliche Hilfsmittel.

2. Der Zugang zu Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen soll, soweit es ihre Bedienung erfordert, freigehalten werden.

3. Maschinen und Apparate sollen in gutem Zustand erhalten und in angemessenen Zwischenräumen gereinigt werden.

## § 3.

## Warnungstafeln, Vorschriften und schematische Darstellungen.

a) *Bei Hochspannung müssen Warnungstafeln, welche vor unnötiger Berührung der Teile der elektrischen Anlage warnen, an geeigneten Stellen, sowie an den Zugängen zu den elektrischen Betriebsräumen und den abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen angebracht sein. Bei Niederpannung sind Warnungstafeln nur an gefährlichen Stellen erforderlich. Warnungstafeln für Hochspannung sind mit Blitzpfeil zu versehen.*

b) In jedem elektrischen Betriebsraum sind diese Betriebsvorschriften und die Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe anzubringen.

c) In jedem elektrischen Betriebe muß eine schematische Darstellung der elektrischen Anlage, entsprechend dem Anhang zu den Errichtungsvorschriften, vorhanden sein.

1. Schalt- und Transformatorenstationen, die betriebsmäßig unter Verschuß gehalten werden, fallen im allgemeinen nicht unter diese Vorschrift.

2. Es empfiehlt sich, an wichtigen Schaltstellen, *insbesondere bei Hochspannung*, ein Teilschema, aus welchem die Abschaltbarkeit hervorgeht, anzubringen.

3. Das kleinste Format für Warnungstafeln soll  $15 \times 10$  cm sein.

4. Warnungstafeln, Vorschriften und schematische Darstellungen sollen in leserlichem Zustand erhalten werden.

5. Wesentliche Änderungen und Erweiterungen der Anlage sollen in der schematischen Darstellung nachgetragen werden unter Berücksichtigung der Ausführungsregel 2 des Anhangs zu den Errichtungsvorschriften.

#### § 4.

Allgemeine Pflichten des Betriebspersonals.

Jeder im Betriebe Beschäftigte hat:

a) von den durch Anschlag bekannt gegebenen, sowie von den zur Einsichtnahme bereitliegenden, ihn betreffenden Vorschriften Kenntnis zu nehmen und ihnen nachzukommen;

b) bei Vorkommnissen, welche eine Gefahr für Personen oder für die Anlagen zur Folge haben können, geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Gefahr einzuschränken oder zu beseitigen und seinen Vorgesetzten baldmöglichst Anzeige zu erstatten.

1. Bei Unfällen von Personen ist nach der „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe“ zu verfahren.

2. Bei Brandgefahr sind nach Möglichkeit die vom Verbands Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Leitsätze: „Empfehlenswerte Maßnahmen bei Bränden“ zu befolgen.

#### § 5.

Bedienung elektrischer Anlagen.

a) Jede unnötige Berührung von Leitungen, sowie ungeschützter Teile von Maschinen, Apparaten und Lampen ist verboten.

b) Die Bedienung von Schaltern, das Auswechseln von Sicherungen und die betriebsmäßige Bedienung der Ma-



schinen, Apparate, Lampen ist nur den damit beauftragten Personen gestattet, wo erforderlich, unter Benutzung von Schutzmitteln.

*1. Sicherungen und Unterbrechungsstücke bei Hochspannung sollen, wenn die Apparate nicht so gebaut oder angeordnet sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos handhaben kann, nur unter Benutzung isolierender oder sonstiger geeigneter Schutzmittel, betätigt werden.*

c) Reinigungs-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur durch damit beauftragte und mit den Arbeiten vertraute Personen oder unter deren Aufsicht durch Hilfsarbeiter ausgeführt werden. Die Arbeiten sind, wenn möglich, in spannungsfreiem Zustande, das heißt nach allpoliger Abschaltung der Stromzuführungen, unter Berücksichtigung der im § 6 und 7, wenn unter Spannung gearbeitet werden muß unter Berücksichtigung der im § 8 gegebenen Sonderbestimmungen vorzunehmen.

2. Es ist besonders darauf zu achten, daß der spannungsfreie Zustand nicht immer durch Herausnahme von Schaltern und dergleichen allein gewährleistet ist, da noch Verbindungen durch Meßschaltungen, Ring- und Doppelleitungen usw. bestehen können, oder eine Rücktransformation, Induktion, Kapazität usw. vorhanden sein kann.

## § 6.

Maßnahmen zur Herstellung und Sicherung des spannungsfreien Zustandes.

a) Ist die Abschaltung desjenigen Teiles der Anlage, an welchem gearbeitet werden soll, und der in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle befindlichen Teile nicht unbedingt sichergestellt, so muß an der Arbeitsstelle mit den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln eine Erdung und Kurzschließung vorgenommen werden.

1. Es empfiehlt sich bei Schaltern, Trennstücken und dergleichen, welche einen Arbeitspunkt spannungsfrei machen sollen, für die Dauer der Arbeit ein Schild oder dergleichen anzubringen, welches darauf hinweist, daß an dem zugehörigen Teil der elektrischen Anlage gearbeitet wird.

2. Zur provisorischen Erdung und Kurzschließung sollen Leitungen unter 10 qmm nicht verwendet werden.

3. Erdungen und Kurzschließungen sollen nur vorgenommen werden, wenn es ohne Gefahr geschehen kann, oder wenn sich der Arbeitende vergewissert hat, daß die Teile auch wirklich abgeschaltet sind.

4. Zur Orientierung des Arbeiters, ob die Arbeitsstelle spannungslos ist, können Spannungsprüfungen vorgenommen werden oder die beiderseitigen Leitungsenden gekennzeichnet sein; oder es sollen schematische Übersichts- beziehungsweise Leitungsnetzpläne mit oder ohne Angabe der erforderlichen Reihenfolge der Schaltungen entweder an den Schaltstellen vorhanden sein oder dem Schaltenden mitgegeben werden, wenn er nicht durch mündliche Anweisung oder sonstige Kenntnis über die Anlage genau unterrichtet ist.

### § 7.

Maßnahmen bei Unterspannungsetzung der Anlage.

a) Waren zur Vornahme von Arbeiten Betriebsmittel spannungsfrei, so darf die Einschaltung erst dann erfolgen, wenn das Personal von der beabsichtigten Einschaltung Kenntnis hat.

b) Vor der beabsichtigten Einschaltung sind alle Schaltungen und Verbindungen ordnungsgemäß herzustellen und keine Verbindungen zu belassen, durch welche ein Übertreten der Spannung in außer Betrieb befindliche Teile herbeigeführt werden kann.

1. Die Verständigung mit der Arbeitsstelle ist auch durch Fernsprecher zulässig, jedoch nur mit Rückmeldung.

2. Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, bis zu dem eine Anlage wieder unter Spannung gesetzt werden soll, genügt nicht, ausgenommen, wenn es sich um die Beendigung regelmäßig eingehaltener Betriebspausen handelt.

3. Bei Aufhebung von Kurzschließungen soll die Erdverbindung zuletzt beseitigt werden.

### § 8.

Arbeiten unter Spannung.

a) Arbeiten unter Spannung sind nur durch besonders damit beauftragte und mit der Gefahr vertraute Personen auszuführen. Die bereitgestellten Schutzmittel sind zu benutzen; sie sind vor Gebrauch nachzusehen. (Über Schutzmittel siehe § 2c und<sup>1</sup>.)

b) Arbeiten unter Spannung sind nur gestattet, wenn es aus Betriebsrücksichten nicht zulässig ist, den spannungslosen Zustand der Teile der Anlage, an denen selbst oder in deren unmittelbarer Nähe gearbeitet werden soll, herzustellen;

wenn es nicht möglich ist, die geforderte Erdung und Kurzschließung an der Arbeitsstelle vorzunehmen.

c) Arbeiten müssen unter den für Arbeiten unter Spannung vorgeschriebenen Vorsichtsmaßregeln ausgeführt werden, wenn eine Unsicherheit darüber besteht, ob die abgeschalteten Teile wirklich übereinstimmen mit den Teilen, an welchen gearbeitet werden soll, oder ob geerdete und kurzgeschlossene Teile wirklich übereinstimmen mit den Teilen, an welchen gearbeitet werden soll.

d) *Bei Hochspannung dürfen Arbeiten unter Spannung nur in Gegenwart einer hierfür bestimmten Aufsichtsperson ausgeführt werden.*

### § 9.

Zusatzbestimmungen für Akkumulatorenräume.

a) *Bei Arbeiten an Akkumulatoren sind die Vorschriften des § 8d erst bei Spannungen über 750 Volt zu beachten.*

b) Akkumulatorenräume müssen während der Ladung gelüftet werden.

c) Offene Flammen und glühende Körper dürfen während der Überladung nur in besonderen Fällen und dann nur seitens sachverständiger Personen benutzt werden.

1. Die Gebäudeteile und Betriebsmittel einschließlich der Leitungen, sowie die isolierenden Bedienungsgänge sollen vor schädlicher Einwirkung der Säure nach Möglichkeit geschützt werden.

2. Die Akkumulatorenwärter sollen zur Reinlichkeit angehalten und auf die Gefahren, welche Säure und Bleisalze mit sich bringen können, aufmerksam gemacht werden. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel soll Sorge getragen werden.

3. Essen, Trinken und Rauchen in Akkumulatorenräumen ist zu vermeiden.

### § 10.

Zusatzbestimmungen für explosionsgefährliche und durchtränkte Räume.

a) In explosionsgefährlichen Räumen sind Arbeiten unter Spannung (§ 8) verboten.

b) *In durchtränkten Räumen sind bei Hochspannung Arbeiten unter Spannung verboten.*

### § 11.

Zusatzbestimmungen für Arbeiten an Kabeln.

a) Liegen in unmittelbarer Nähe von Kabeln, an denen gearbeitet werden soll, andere spannungführende Kabel, so

sind die Arbeiten, solange Verwechselungen möglich sind, wie solche unter Spannung (§ 8) vorzunehmen.

b) *Arbeiten an Hochspannungskabeln, bei welchen spannungsführende Teile freigelegt oder berührt werden können, dürfen im allgemeinen nur im spannungslosen Zustande vorgenommen werden. Solange der spannungslose Zustand nicht einwandfrei festgestellt und gesichert ist, sind diejenigen Schutzmaßregeln zu treffen, unter welchen diese Arbeiten gefahrlos ausgeführt werden können.*

1. Beim Schneiden von Kabeln und Öffnen von Kabelmuffen soll der Arbeitende Gummihandschuhe und Schutzbrille benutzen, sofern nicht der spannungslose Zustand gesichert ist.

## § 12.

Zusatzbestimmungen für Arbeiten an Freileitungen.

a) Arbeiten an Freileitungen einschließlich Bedienung von Sicherungen und Trennstücken sollen möglichst, besonders bei Hochspannung, nur bei spannungslosem Zustande geschehen unter Berücksichtigung der im § 6 und 7 und, wenn unter Spannung gearbeitet werden muß, unter Berücksichtigung der im § 8 gegebenen Bestimmungen.

b) *Arbeiten an den Hochspannung führenden Leitungen selbst sind verboten. Bei Arbeiten an spannungslosen Hochspannungs-Leitungen sind sie an der Arbeitsstelle kurzzuschließen und nach Möglichkeit zu erden.*

c) Arbeiten an Niederspannungs- und Schwachstromleitungen in gefährlicher Nähe von Hochspannungsleitungen sind nur gestattet, wenn die Hochspannungsleitungen geerdet und kurzgeschlossen oder sonstige ausreichende Schutzmaßregeln getroffen sind.

1. Die Bedienung von Sicherungen und Trennstücken in nicht spannungslosen Freileitungen soll, wenn erforderlich, mittels isolierender Werkzeuge, beziehungsweise Schaltstöcken erfolgen.

2. Arbeiten auf Masten, Dächern usw. sollen nur durch schwindelfreie Personen, die mit festsitzendem Schuhwerk und mit Sicherheitsgürtel ausgerüstet sind, vorgenommen werden.

Inkrafttreten dieser Vorschriften.

Diese Vorschriften gelten vom 1. Januar 1910 ab.

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

---

### 3. Normalien für häufig gebrauchte Warnungstafeln.<sup>1)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht  
ETZ 1910 S. 414 und 491. Gültig ab 1. Juli 1910.

#### I. Für Hochspannungsanlagen.



A = 30 × 20 cm.<sup>1)</sup>

Diese Tafel soll den Zweck erfüllen, das nicht unterwiesene Personal, ebenso auch fremde Personen beim Betreten eines Werkes oder einer Werkstätte vor unnötiger Berührung der elektrischen Einrichtungen zu warnen und zur Vorsicht zu mahnen. Auch soll sie den Zweck erfüllen, darauf hinzuweisen, daß sich nur derjenige an den elektrischen Einrichtungen zu schaffen macht, der dazu berufen und befugt ist.

Diese Tafel ist also unter anderem bestimmt zum Anheften an die Zugangstore eines größeren Werkes oder einer Werkstätte oder an sonstige in die Augen fallende Stellen,

<sup>1)</sup> Die Blitzpfeile sind bei allen Warnungstafeln rot auszuführen.

wo täglich viel Menschen verkehren, z. B. im Hofe eines Elektrizitätswerkes, in der Montagehalle einer Maschinenfabrik, an der Hängebank, im Füllort einer Grube und dergleichen mehr.



B = 30 × 20 cm.<sup>1)</sup>

Diese Tafel ist bestimmt zum Anheften an die Zugänge von Hochspannungsschalträumen (auch auf die Innenseite der Türen von Schaltsäulen), an einzelne Hochspannungsmaschinen, an Freileitungsmaste bei Wegekrenzungen und dergleichen mehr.



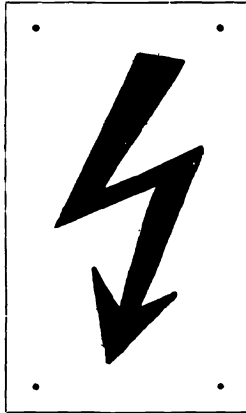
C = 20 × 12 cm.<sup>1)</sup>

In Schaltstationen wird diese Tafel bei Prüf- und Ausbesserungsarbeiten häufig Verwendung finden. Man wird sie sowohl für Hochspannungs- als für Niederspannungseinrichtungen verwenden können. Der rote Blitzpfeil auf der Tafel würde, da sie ihrer Bestimmung nach ja nur für

---

<sup>1)</sup> Siehe Anmerkung 1 Seite 56.

Arbeiten durch unterwiesenes Personal Verwendung findet, in Niederspannungsanlagen weiter kein Hindernis sein. Wenn man dagegen eine besondere Tafel ohne Blitzpfeil beschaffen würde, so könnte diese sehr häufig auch in Hochspannungsanlagen Verwendung finden. Um das zu verhüten, wird nur eine Ausführung mit Blitzpfeil vorgeschlagen.



D = 12 × 20 cm.<sup>1)</sup>

Diese Tafel dient zum Anheften an Masten, Träger, Verkleidungen usw. von Hochspannungseinrichtungen.

## II. Für Niederspannungsanlagen.



E = 12 × 20 cm.

---

<sup>1)</sup> Siehe Anmerkung 1 Seite 56.



F = 20 × 12 cm.

Diese Tafeln sollen mit Rücksicht auf ihren Verwendungszweck sowohl in Längs- als auch in Querformat ausgeführt werden. Sie sollen den Zweck erfüllen, die Bauhandwerker, als Maler, Dachdecker, Schornsteinfeger usw., zur Vorsicht zu ermahnen, um bei etwaiger Berührung durch Schreck und Fehltritt hervorgerufenen mittelbaren Gefahren vorzubeugen.

Derartige Schilder sind in manchen Gegenden schon von den Behörden vorgeschrieben, sie werden an den Isolationsträgern und auf den Dachgestängen in etwa 1,5 m Höhe anzubringen sein.

### III. Allgemeines.

Die Tafeln sollen schwarze Schrift und roten Blitzpfeil auf weißem Grunde erhalten. Als Schrift soll die sogenannte Blockschrift mit großen und kleinen Buchstaben ohne Zierat benutzt werden, damit sie schon in großer Entfernung deutlich lesbar ist. Der Blitzpfeil muß scharf hervortreten. Bei dünnen lackierten Blechtafeln sollen Schrift und Blitzpfeil außerdem erhaben geprägt sein. Bei starken Blechtafeln mit gebrannter Emaille ist erhabene Prägung nicht durchführbar und wird auch als nicht notwendig hingestellt, da bei derartigen und gut ausgeführten Tafeln die Schrift ohne weiteres etwas aufträgt und gebrannte Emailleschrift an und für sich gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähiger ist, als Lackschrift.

Außer Blechtafeln werden für besondere Fälle auch Tafeln aus gepreßtem Holzstoff oder ähnlichem Material zweckmäßige Verwendung finden.

---



## 4. Normalien für Freileitungen.\*)

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht:  
ETZ 1913. S. 1096. Gültig ab 1. Januar 1914.

### I. Leitungen.

#### a) Geltungsbereich:

Von den folgenden Bestimmungen werden alle<sup>1)</sup> Freileitungen betroffen. Ausgenommen sind Fahrleitungen für Bahnen<sup>2)</sup>, sowie alle Hausanschlüsse an Niederspannungsleitungen für Stützentrfernungen bis einschließlich 20 m und Anschlüsse für Straßenbeleuchtung für Niederspannung.

#### b) Normale Querschnitte:

Als kleinster Querschnitt ist für Metalle mit mehr als 7,5 spezifischem Gewicht 10 qmm, für Metalle mit weniger als 7,5 spezifischem Gewicht 25 qmm erlaubt. Die Leitungen sollen nach folgenden Normen<sup>3)</sup> hergestellt werden:

Querschnitt (Nennwert) qmm	Drahtzahl	Drahtdurch- messer mm (Nennwert)	Seildurchmesser mm (Nennwert d)
10	1	(massiv)	3,5
16	1	"	4,5
16	7	(verseilt)	1,7
25	7	"	2,1
35	7	"	2,5
50	14	"	2,1
70	19	"	2,1
95	19	"	2,5
120	19	"	2,8
150	30	"	2,5
185	37	"	2,5
240	37	"	2,8
310	61	"	2,5
			—
			—
			5,2
			6,5
			7,7
			9,2
			10,9
			12,7
			14,2
			15,9
			17,7
			20,1
			22,9

\*) Die „Normalien für Freileitungen“ sind entstanden durch Neubearbeitung und Ergänzung der früheren „Vorschriften über die Herstellung und Unterhaltung von Holzgestängen für elektrische Starkstromanlagen“. Letztere waren am 8. 6. 03 beschlossen worden mit Gültigkeit ab 1. 7. 03. Abgedruckt waren sie ETZ 1903, S. 682. Über die verschiedenen Fassungen der „Normalien für Freileitungen“ gibt die nachstehende Tabelle Aufschluß.

	Beschlissen	Gültig ab	Veröffentlicht in der ETZ
Erste Fassung:	7. 6. 07	1. 1. 08	07, Seite 825
Änderung der ersten Fassung:	30. 5. 11	1. 7. 11	11, Seite 450
Zweite Fassung:	19. 6. 13	1. 1. 14	13, Seite 1096.

<sup>1)</sup> Die beigelegten Zahlen mit Klammern verweisen auf den entsprechenden Absatz der Erläuterungen. Diese sind auf S. 82 u. ff. abgedruckt.

Die Schlaglänge soll das 12- bis 15fache des äußeren Seildurchmessers betragen.

c) Material:

1. Normales Material<sup>4)</sup>: Als normales Material gelten Kupfer und Aluminium<sup>5)</sup>, deren Beschaffenheit folgenden Bedingungen entspricht:

mm Durchmesser			Zuglast in kg, die mindestens 1 Minute lang wirken soll, ohne zum Bruch zu führen		Widerstand in Ohm/km bei 20° C höchstens	
Nennwert	Grenzwerte		Kupfer	Aluminium	Kupfer	Aluminium
	von	bis				
1,7	1,70	1,75	90	—	8,0	—
2,1	2,1	2,2	140	60	5,2	9,0
2,5	2,5	2,6	200	85	3,7	6,4
2,8	2,8	2,9	250	105	3,0	5,0
3,5	3,5	3,6	380	—	1,85	—
4,5	4,5	4,6	600	—	1,15	—

Außerdem sollen die Drähte bei dem Festigkeitsversuch in Form eines ausgeprägten Fließkegels zerreißen<sup>6)</sup>.

Die im Anhang gegebenen Montagetabellen beruhen auf der Annahme, daß im ungünstigsten Belastungsfall (vgl. Absatz d)

massive Kupferleiter mit 12 kg pro qmm,

Kupferseile mit 16 kg pro qmm,

Aluminiumseile mit 7 kg pro qmm

Zug gespannt seien. Diese Grenzwerte sind auch dann einzuhalten, wenn in Ausnahmefällen Kupfer oder Aluminium mit anderen als den in den Montagetabellen genannten Spannweiten verlegt werden.

2. Anderes Material<sup>7)</sup>: Anderes Material (auch Kupfer und Aluminium mit besonderen Eigenschaften) ist unter den Beschränkungen des Absatzes b zugelassen mit der Maßgabe, daß die Zugspannung im ungünstigsten Belastungsfall (vgl. Absatz d) für massive Drähte ein Drittel, für Seile die Hälfte der Streckgrenze nicht überschreiten

darf. Als Streckgrenze ist diejenige Zugspannung zu verstehen, die eine Minute lang auf das Material wirken kann, ohne eine mehr als 0,2% der Meßlänge betragende bleibende Dehnung zu erzeugen.

Außerdem sollen die Drähte bei dem Festigkeitsversuch in Form eines ausgeprägten Fließkegels zerreißen<sup>6)</sup>.

#### d) Festigkeitsrechnungen.

Den Festigkeitsrechnungen ist das eine Mal eine Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  ohne zusätzliche Belastung, das andere Mal eine Temperatur von  $-5^{\circ}\text{C}$  und eine zusätzliche Belastung, hervorgerufen durch Wind resp. Eis, zugrunde zu legen. Diese Zusatzlast ist hierbei gleich  $(190 + 50 \times d)$  g pro m Leitungslänge einzusetzen, wobei  $d$  den Leitungsdurchmesser, bei isolierten Leitungen den Außendurchmesser in mm bedeutet. In keinem dieser Fälle darf die Beanspruchung des Leitungsmaterials die unter c) festgesetzte Höchstbeanspruchung überschreiten<sup>8)</sup>. Für blanke<sup>9)</sup> Kupfer- und Aluminiumleitungen dürfen die Züge und Durchhänge die Grenzwerte der im Anhang beigefügten Tabellen nicht überschreiten. Liegen die Stützpunkte nicht auf gleicher Höhe, so gelten dieselben Grenzwerte mit der Maßgabe, daß unter Spannweite die Entfernung der Stützpunkte, horizontal gemessen, und unter Durchhang der Abstand zwischen der Verbindungslinie der Stützpunkte und der dazu parallelen Tangente an die Durchhangslinie, vertikal gemessen, verstanden wird<sup>10)</sup>.

#### e) Leitungsverbindungen.

Leitungsverbindungen müssen mindestens 85 % der Festigkeit der zu verbindenden Leitungen besitzen. Verbindungen mit kleinerer Festigkeit, sowie Lötverbindungen müssen von Zug entlastet sein<sup>11)</sup>.

#### f) Fernsprechleitungen.

Bezüglich Fernsprechleitungen, welche an einem Freileitungsgestänge für Hochspannung verlegt sind, siehe § 20 und 22 der Errichtungsvorschriften (insbesondere § 22 i und k).

## II. Gestänge.

### a) Allgemeines.

Die Maste sind zu berechnen für den Spitzenzug und außerdem für den in der gleichen Richtung auf den Mast selbst entfallenden Winddruck. Unter Spitzenzug versteht man den auf die Mastspitze bezogenen, in einer der Hauptachsen angreifenden nutzbaren Zug.

Der Spitzenzug der Tragmaste wird durch den in horizontaler Richtung rechtwinklig zur Leitungsebene auf die halbe Länge sämtlicher Leitungen<sup>12)</sup> der beiden Nachbarfelder wirkenden Winddruck bestimmt. In der Leitungsrichtung müssen die Maste mindestens  $\frac{1}{4}$  dieses Zuges aufnehmen können. Tragmaste sind nur in gerader Linie oder bis zur Abweichung von  $5^\circ$  zulässig.

Als Spitzenzug der Eckmaste für Richtungsänderungen über  $20^\circ$  ist die Resultierende aus den größten Leitungszügen einzusetzen. Für kleinere Richtungsänderungen gilt der Spitzenzug für  $20^\circ$  Abweichung.

Als Spitzenzug der Abspannmaste sind  $\frac{2}{3}$  des größten einseitigen Leitungszuges einzusetzen<sup>13)</sup>. Für Endmaste ist der ganze Zug zu berücksichtigen.

### b) Holzgestänge<sup>14)</sup>.

Einfache Holzmaste für Niederspannungsleitungen müssen mindestens 13 cm, solche für Hochspannungsleitungen mindestens 15 cm Zopfstärke aufweisen. Bei A-Masten und gekuppelten Stangen ist eine Herabsetzung der Zopfstärke bis auf 12 cm zulässig.

Die Beanspruchung der Maste darf bei imprägnierten oder gegen Fäulnis in anderer Weise geschützten Stangen oder bei solchen aus besonders widerstandsfähigen Holzgattungen (wie z. B. Lärche) 110 kg/qcm, bei nicht imprägnierten Weichholzstangen 80 kg/qcm nicht überschreiten. Die gleichen Werte sind auch der Berechnung zusammengesetzter Stützpunkte (A-Maste, Doppelmaste usw.) zugrunde zu legen<sup>15)</sup>.

Bei Berechnung der Maste ist der Winddruck mit 125 kg/qm senkrecht getroffener Fläche der Leitung und der Konstruktionsteile anzunehmen. Bei Leitungen ist die

Fläche gleich dem 0,5fachen<sup>16)</sup>, bei Masten gleich dem 0,7fachen des Durchmessers, multipliziert mit der Länge in die Rechnung einzusetzen.

An Stelle der Rechnung auf vorstehender Grundlage kann für gerade Strecken und einfache Holzmaste die Zopfstärke  $Z$  entsprechend der Formel

$$Z = 1,2 \cdot \sqrt{D \cdot H} \quad 17)$$

bestimmt werden, wobei für die Stangenabstände folgende Höchstwerte zulässig sind:

Für Linien mit einem Gesamtquerschnitt der Leitungsdrähte und Schutzdrähte<sup>18)</sup>:

a) bis 110 qmm	80 m
b) über 110 bis 210 qmm	60 m
c) über 210 bis 300 qmm	50 m
d) über 300 qmm	40 m

In obiger Formel bedeutet  $D$  die Summe der Durchmesser aller an dem Mast verlegten Leitungen in mm und  $H$  die mittlere Höhe der Leitungen am Mast in m.

Bei Überführung über verkehrsreiche Fahrwege müssen die Stangenabstände den besonderen Umständen entsprechend geringer gewählt werden.

### c) Gestänge aus Flußeisen.

Die Beanspruchung der Eisenkonstruktionen auf Zug, Druck und Biegung darf im ungünstigsten Falle 1500 kg/qcm (Normalspannung), die Scheerbeanspruchung der Niete 1200 kg/qcm, die der Schrauben 750 kg/qcm, der Lochleibungsdruck das Doppelte dieser Werte nicht überschreiten. Die auf Druck beanspruchten Glieder müssen eine zweifache Sicherheit gegen Knicken nach der Tetmajerschen Formel haben, wenn:

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{\text{Knicklänge in cm}}{\text{Trägheitshalbmesser}} < 105$$

ist. Der Sicherheitsgrad wird durch das Verhältnis  $\frac{\text{Knickspannung}}{\text{Normalspannung}}$  bestimmt, worin nach Tetmajer die Knickspannung =  $3100 - 11,41 \cdot \frac{l}{i}$  ist. Der Trägheitshalbmesser ist definiert durch die Gleichung  $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ .

Ist  $\lambda > 105$ , so müssen die auf Druck beanspruchten Glieder nach der Eulerschen Formel für die zulässige Belastung  $P$  in kg nach

$$P = \frac{J \cdot \pi^2 \cdot E}{n \cdot l^2}$$

berechnet werden, worin der Sicherheitsgrad  $n = 3$  zu setzen ist<sup>19)</sup>.

$J$  ist in beiden Fällen das Trägheitsmoment bezogen auf die zu einem Winkelschenkel parallele Achse ( $J\xi$ ),  $F$  die ungeschwächte Querschnittfläche des Profils in qcm und  $E$  der Elastizitätsmodul = 2150000 kg/qcm.

Hierbei müssen die Diagonalen eines Feldes bei der Abwicklung der Mastseiten parallel zueinander gerichtet sein. Bei nicht parallelen Diagonalen ist an Stelle von  $J\xi$  das kleinste Trägheitsmoment ( $J_{\min.}$ ) für die Eckständer einzusetzen. Bei Berechnung der Diagonalen und bei Stäben, die reine Druckspannungen erhalten, ist stets das kleinste Trägheitsmoment ( $J_{\min.}$ ) einzusetzen.

Die Abstände für die Anschlußnieten der Diagonalen an den Knotenpunkten sind so klein wie möglich zu bemessen.

Für sämtliche Konstruktionsteile sind Anschlußnieten unter 13 mm Durchmesser und Eisenstärken unter 4 mm unzulässig.

Für die verschiedenen Mindeststabbreiten sind die größten zulässigen Nietdurchmesser nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Stabbreite in mm	35	45	55	60	70	80
Nietdurchmesser in mm	13	16	18	20	23	26

Bei Zuggliedern ist die Nietschwächung zu berücksichtigen.

Die Durchbiegung der Maste darf höchstens 2% der freien Länge betragen, wobei der Winddruck als gleichmäßig auf die freie Mastlänge verteilt einzusetzen ist. Als ungünstigster Fall gilt eine Windbelastung von 125 kg/qm senkrecht getroffener Fläche der Leitungen und der Masten. Hierbei ist entweder der wirkliche Winddruck festzustellen, oder es ist als Windfläche die Hälfte einer als voll an-

genommenen Mastwand zu berücksichtigen unter Vernachlässigung der Konstruktionsteile und der Saugwirkung auf der Rückseite. Der Winddruck ist dabei in halber Höhe der freien Mastlänge angreifend anzunehmen. Bei Leitungen ist die Fläche gleich dem 0,5fachen<sup>16)</sup>, bei runden Masten gleich dem 0,7fachen des Durchmessers, multipliziert mit der Länge, einzusetzen.

c) Gestänge aus besonderen Materialien.

Gestänge aus besonderen Materialien dürfen bis zu  $\frac{1}{3}$  der vom Lieferanten zu garantierenden Bruch- und Knickfestigkeit, gußeiserne Konstruktionsteile jedoch nur bis zu 300 kg/qcm beansprucht werden<sup>20)</sup>.

d) Aufstellung der Gestänge.<sup>21)</sup>

Die Masten und Gestänge sind ihrer Länge und der Bodengattung entsprechend tief einzugraben (im allgemeinen wird  $\frac{1}{6}$  der Mastlänge als Eingrabungstiefe gefordert) und gut zu verrammen (in weichem Boden entsprechend der Beanspruchung zu sichern). Die Verbindungen von Streben mit Holzmasten müssen durch durchgehende Verschraubungen oder durch Schellen hergestellt werden. Bei Verstrebrungen sind auch noch Querverbindungen mit dem Mast anzubringen.

In Winkelpunkten der Leitungsführung ist der Eckmast mit einer seiner beiden Hauptachsen in Richtung der sich aus den Leitungszügen ergebenden Resultierenden zu stellen.

Erfolgt die Aufstellung abweichend hiervon, so ist der Mast entsprechend der Richtung des Spitzenzuges zu der Hauptachse zu berechnen, und zwar so, daß die Resultierende nach den Hauptachsen zu zerlegen und der Mast für die Summe der beiden Komponenten zu bemessen ist<sup>22)</sup>.

Bei Mastfundamenten gilt die erforderliche Standsicherheit der Gestänge im allgemeinen als nachgewiesen, wenn die Kantenpressung an der Fundamentsohle ohne Berücksichtigung des seitlichen Erddruckes bei dem größten vorkommenden Umsturmmoment das für den Baugrund zulässige

Maß (normal 2,5 kg/qcm) nicht überschreitet, mit der Maßgabe, daß das Gewicht des auflastenden Erdreiches bis zu einem Böschungswinkel von  $30^{\circ}$  gegen die Vertikale berücksichtigt werden kann. Bei der Berechnung des Fundamentes ist das Gewicht des Betons mit 2000 kg/cbm und das Gewicht des auflastenden Erdreiches mit 1600 kg/cbm einzusetzen.

Über Anordnung der Masten an verkehrsreichen Fahrwegen wird auf § 22k der Errichtungsvorschriften verwiesen.

Bei der Errichtung von Leitungen mit Holzmasten in Gegenden, die besonders heftigen Stürmen ausgesetzt sind, soll auch in geraden Strecken in der Regel alle 500 m ein verankerter Mast vorgesehen werden. Abspannmaste gelten als verankerte Maste<sup>23</sup>).

Bei Verwendung eiserner Maste soll auch auf geraden Strecken mindestens alle 3 km ein Abspannmast gesetzt werden, sofern nicht durch Eck- oder Kreuzungsmaste schon für Abspannung gesorgt ist.

#### e) Konstruktion der Gestänge mit Rücksicht auf Vogelschutz.

Zur Vermeidung der Gefährdung von Vögeln sind bei Hochspannung führenden Starkstromleitungen die Befestigungsteile, Traversen, Stützen usw. möglichst derartig auszubilden, daß Vögeln eine Sitzgelegenheit dadurch nicht gegeben wird. Wo dies nicht zugänglich ist, sind die horizontalen Abstände zwischen einer Hochspannung führenden Starkstromleitung und geerdeten Eisenteilen mindestens 300 mm groß zu machen<sup>24</sup>).

### III. Befestigungspunkte der Leitungen.

#### a) Bunde.

Der Bindedraht soll stets aus demselben und bei Leichtmetallen aus möglichst gleich hartem Material bestehen wie die Leitung selbst. Die Bunde der Leichtmetalleitungen sind ferner vor Zerrung, gleitender Reibung, Vibration und Einschneiden zu schützen<sup>25</sup>).



Bei Abweichung von der Geraden ist die Leitung so zu legen, daß der Isolator von der Leitung auf Druck beansprucht wird.

#### b) Isolatoren.

Die Überschlagsspannung der Hochspannungsisolatoren soll bei senkrecht und bei  $45^{\circ}$  geneigt einfallendem Regen von 3 mm Niederschlagshöhe in der Minute mindestens gleich der doppelten Netzspannung sein. Die Prüfung hat möglichst den praktischen Verhältnissen in bezug auf Stütze und Lage der Isolatoren entsprechend an Stichproben zu erfolgen. Die Benetzung soll fünf Minuten lang dauern.

Die normale Durchschlagsprüfung soll sich auf alle Isolatoren und über eine Viertelstunde im Wasserbade erstrecken, dabei soll die Durchschlagsspannung der Isolatoren größer sein als die Überschlagsspannung. Bei Isolatoren für weniger als 2000 Volt Netzspannung genügen Stichproben mit 5000 Volt Prüfspannung.

#### c) Stützen.

Für die Isolatorenstützen gelten die gleichen Festigkeitsgrundsätze wie für die eisernen Gestänge. Für die Befestigung der Isolatoren auf den Stützen wird Aufhanfen empfohlen<sup>26)</sup>.

### IV. Besondere Bestimmungen zur Vermeidung von Schutznetzen.

Sollen durch erhöhte Sicherheit<sup>27)</sup> im Sinne des § 22h und k Schutznetze vermieden werden, so sind besondere Vorkehrungen zu treffen, und zwar:

a) bei Parallelführung von Leitungen, wenn sie sich einem verkehrsreichen Fahrweg so weit nähern, daß Vorübergehende durch Drahtbrüche gefährdet werden können:

1. Die Leitung darf bei Kupferseilen nur mit 12 kg, bei Massivkupferleitungen nur mit 8 kg, bei Aluminiumleitungen nur mit 5 kg pro qmm, bei anderen Materialien nur mit  $\frac{2}{3}$  der sonst unter 1c zugelassenen Beanspruchung verlegt werden<sup>28)</sup>.

2. Die Befestigung der Leitungen an den Isolatoren ist so auszuführen, daß bei Isolatorbruch und hierdurch ent-

stehendem Lichtbogen zwischen Leitung und Eisenteilen die beiden Enden der etwa abschmelzenden Leitung nicht herunterfallen können, sondern durch zweckdienliche Einrichtungen zusammengehalten werden. Als solche kommen in Frage: Sicherheitsbügel<sup>29)</sup>, doppelte Aufhängung<sup>30)</sup> oder Verwendung mechanisch besonders sicherer Isolatoren, in Verbindung mit besonders starkem Bund (z. B. Wickelbund).

b) Bei Kreuzungen außerdem:

3. Die Maste sind so zu berechnen, daß entweder jeder einzelne Mast den gesamten Leitungszug aufnimmt, oder es muß jeder der beiden an der Kreuzung stehenden Maste dem halben im Nachbarfeld vorhandenen Zuge genügen, wobei die Maste mit einem Spannseil verbunden sein müssen, welches die Differenz des Leitungszuges mit erhöhter Sicherheit aufzunehmen in der Lage ist.

Es ist dabei angenommen, daß bei einem Leitungsbruch im Nachbarfeld der einseitige Zug der Leitung durch beide Masten zusammen aufgenommen werden muß.

An Winkelpunkten kann erhöhte Sicherheit erreicht werden durch Fangbügel oder Abspannung der Leitungen an zwei Isolatoren.

## **V. Prüfung fertiger Hochspannungsfreileitungen mit Spannungen von 2000 bis einschließlich 50000 V.**

Vor Inbetriebnahme müssen solche Hochspannungs-Freileitungen einschließlich der Einführungen in Zentrale und Unterstationen gegen Erde mit dem 1,5fachen Wert der Spannung<sup>31)</sup> des Netzes geprüft werden<sup>32)</sup>. Die Dauer der Prüfung muß mindestens 30 Minuten betragen. Tritt ein Durchschlag ein, so ist nach Beseitigung des Fehlers die Prüfung zu wiederholen.

Zur Vermeidung von Überspannungserscheinungen ist die Spannung von der Platzspannung ab tunlichst zu steigern<sup>33)</sup>.

Bei Parallelführung mit Schwachstromleitungen der Telegraphenverwaltung ist es erforderlich, diese vor der Prüfung zu benachrichtigen.

## Anhang.

### Grenzwerte für Montagetabellen für blanke Kupfer- und Aluminiumleitungen.

Bei der Berechnung der folgenden Tabellen war maßgebend, daß bei den durch die Normalien vorgesehenen ungünstigsten Beanspruchungsfällen Kupferleitungen mit 16 kg pro qmm, Aluminiumleitungen mit 7 kg pro qmm beansprucht werden. Von diesem Zustand der Drähte ausgehend, wurden auf Grund einer Gleichung (bzw. nach einer graphischen Methode)<sup>1)</sup>, welche die Änderung der Belastung und der Temperatur berücksichtigt, die Durchhänge und Beanspruchungen der Drähte ohne Zusatzbelastung bei den einzelnen Spannweiten für verschiedene Temperaturen ermittelt. Da die neuen Normalien für jeden Querschnitt eine besondere Zusatzbelastung durch Wind oder Eis berücksichtigen, mußte für jeden eine besondere Tabelle berechnet werden. Die in die Rechnung eingeführten Koeffizienten sind die folgenden:

	Kupfer	Aluminium
Spezifisches Gewicht . . . . .	0,0089	0,00275 kg/ccm
Wärmeausdehnungskoeffizient bezogen auf 1° C . . . . .	0,000017	0,000023
Dehnungszahl . . . . .	$\frac{1}{1300000}$	$\frac{1}{715000}$ qcm/kg.

Es wurde bei den Berechnungen angenommen, daß die verseilten Leitungen dieselbe Dehnungszahl besitzen wie die massiven, was im gespannten Zustand auch zutreffen dürfte.

---

<sup>1)</sup> Siehe auch Dr. Weil „Beanspruchung und Durchhang von Freileitungen“.

**I. Zug- und Durchhangstabellen für blanke Kupferleitungen.  
Kupferseile von 16 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	14	224	46	256	102	256	184	256	284	256	418	256	559	256	736	256	920	256
- 20	2	256	10	243	40	168	108	109	202	88	340	77	480	73	660	70	840	69
- 10	2	221	12	209	48	141	120	98	214	83	350	75	492	71	670	68	852	67
0	2	186	18	174	56	118	130	89	228	78	382	72	506	69	680	67	864	67
+ 10	4	151	20	142	64	100	140	82	240	74	374	70	518	68	692	66	876	66
+ 20	6	117	25	115	72	86	152	75	250	70	384	67	530	66	704	65	888	65
+ 30	9	85	32	93	82	77	162	70	260	67	396	66	540	65	714	64	899	64
+ 40	12	61	40	75	94	69	174	66	272	65	409	64	550	63	724	63	910	63

**Kupferseile von 25 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	11	338	37	390	81	400	145	400	231	400	327	400	445	400	575	400	785	400	910	400	1110	400	1310	400
- 20	3	400	11	400	29	345	69	255	140	200	240	175	350	155	470	115	640	143	810	140	1000	135	1200	134
- 10	3	350	12	350	33	300	79	225	150	188	250	165	370	145	500	143	650	140	820	138	1016	133	1220	131
0	4	290	15	295	38	253	89	195	165	168	260	155	385	145	510	140	675	135	840	135	1032	131	1240	130
+ 10	5	238	18	245	46	213	101	173	180	151	270	145	400	138	530	138	680	133	855	134	1048	130	1250	130
+ 20	6	188	22	200	55	180	115	155	200	143	285	140	410	133	540	131	700	130	870	130	1072	129	1260	129
+ 30	8	133	28	158	65	155	127	140	230	135	300	133	420	130	550	130	710	127	880	127	1086	126	1280	125
+ 40	12	98	35	125	75	130	138	127	227	126	320	127	440	125	570	125	720	125	900	122	1100	122	1300	124

### Kupferseile von 35 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	35	518	71	560	126	560	196	560	285	560	390	560	510	560	645	560	795	560	960	560	1140	560
- 20	12	560	29	528	63	420	116	355	207	386	310	258	494	242	577	213	744	225	910	222	1059	203
- 10	14	480	33	450	71	368	128	322	222	267	329	244	453	233	592	226	760	220	926	217	1095	201
0	16	406	38	390	82	318	142	290	240	248	345	234	469	225	609	220	775	215	940	213	1105	201
+ 10	20	342	45	330	93	290	155	262	252	235	360	224	486	217	634	215	790	210	956	209	1120	199
+ 20	24	280	53	280	106	247	169	240	266	222	374	214	500	210	640	210	800	206	970	206	1135	198
+ 30	29	224	62	238	118	222	185	219	282	210	388	207	514	205	659	204	815	202	985	202	1150	197
+ 40	37	182	70	218	130	210	195	208	292	203	403	200	530	199	675	198	827	198	1000	198	1165	196

### Kupferseile von 50 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	32	690	65	765	110	800	172	800	248	800	385	800	440	800	556	800	688	800	822	800	990	800
- 20	12	800	27	800	55	682	100	587	167	500	256	453	363	420	488	394	617	381	772	370	936	364
- 10	14	685	31	687	62	605	112	525	182	465	273	422	389	396	504	380	637	370	789	360	952	356
0	16	580	35	600	71	530	125	473	198	425	290	396	397	380	520	366	657	360	806	353	968	348
+ 10	20	490	41	512	82	460	139	426	214	395	307	378	404	365	537	354	677	349	824	346	984	342
+ 20	24	400	48	435	94	400	152	388	250	367	324	356	431	345	557	343	697	340	843	339	1000	336
+ 30	29	334	57	365	106	352	166	355	245	345	342	338	447	333	572	332	717	332	862	332	1018	330
+ 40	37	260	67	312	118	316	180	326	260	325	358	324	464	324	590	323	738	323	882	323	1039	323

**Kupferseile von 70 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	8	903	30	980	60	1064	100	1130	145	1120	224	1120	298	1120	395	1120	488	1120	615	1120	729	1120	882	1120
- 20	2	1120	10	1120	22	1120	48	1082	80	959	130	816	200	758	290	689	382	652	504	623	620	606	770	587
- 10	2	966	11	974	28	980	52	945	90	815	118	758	218	698	310	645	404	623	521	599	640	585	791	571
0	2	812	15	822	32	840	62	822	102	746	151	687	236	614	330	609	424	592	545	575	660	566	812	556
+ 10	4	658	20	675	40	714	72	708	112	665	180	630	254	598	350	575	442	565	565	556	681	547	832	542
+ 20	6	511	25	550	48	602	82	617	126	595	200	574	270	540	370	547	460	511	586	538	701	532	854	530
+ 30	9	371	30	441	56	504	98	539	140	534	215	531	290	525	386	524	480	522	608	520	721	518	774	518
+ 40	12	266	38	356	66	427	110	478	155	486	232	490	310	497	408	501	500	503	628	501	741	504	891	506

**Kupferseile von 95 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	27	1310	58	1375	95	1490	138	1520	199	1520	270	1520	353	1520	447	1520	552	1520	667	1520	795	1520
- 20	12	1520	27	1520	48	1520	82	1370	130	1245	192	1140	272	1050	371	980	485	935	600	912	728	895
- 10	14	1300	31	1305	55	1310	97	1290	145	1120	212	1045	290	985	391	930	503	900	620	883	748	870
0	16	1100	35	1140	63	1140	103	1090	160	1010	228	998	310	920	413	892	523	868	642	855	768	846
+ 10	20	980	41	975	71	1020	117	965	175	920	215	980	336	870	433	850	543	834	660	830	788	822
+ 20	24	760	48	826	81	880	130	870	190	845	262	835	350	825	453	815	563	803	690	800	807	800
+ 30	29	635	57	693	92	760	142	790	206	780	280	780	369	780	473	780	582	778	710	778	826	774
+ 40	37	495	67	593	104	685	155	720	222	725	294	736	385	745	492	748	602	748	730	750	846	755

**Kupferseile von 120 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
— 5 + Zus.	5	1548	25	1632	51	1728	87	1860	137	1920	190	1920	255	1920	384	1920	416	1920	520	1920	620	1920	750	1920
— 20	2	1920	10	1920	23	1920	50	1920	73	1848	116	1694	170	1574	239	1453	318	1378	418	1309	515	1266	638	1294
— 10	2	1656	12	1606	29	1679	60	1572	82	1644	128	1518	186	1430	258	1404	339	1288	439	1246	539	1208	660	1176
0	3	1392	16	1345	34	1440	70	1482	94	1451	140	1366	204	1307	278	1248	360	1211	460	1182	560	1157	682	1138
+ 10	4	1128	20	1104	41	1224	80	1284	105	1282	158	1298	220	1198	298	1164	380	1141	481	1126	581	1114	708	1100
+ 20	5	876	25	897	49	1030	93	1114	117	1140	173	1116	240	1104	316	1092	400	1085	502	1080	608	1073	730	1068
+ 30	9	636	30	719	59	864	107	972	129	1020	191	1026	258	1031	337	1032	420	1032	524	1034	624	1034	751	1037
+ 40	12	451	38	577	68	736	119	852	141	918	203	943	275	961	354	977	439	990	545	996	655	998	776	1008

**Kupferseile von 150 qmm Querschnitt, 16 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
— 5 + Zus.	6	1920	25	2025	48	2145	82	2280	120	2400	178	2400	240	2400	312	2400	386	2400	489	2400	587	2400	706	2400
— 20	2	2400	10	2400	27	2400	46	2400	70	2397	109	2228	160	2078	222	1935	300	1833	390	1752	483	1688	593	1643
— 10	2	2070	12	2003	31	2100	50	2115	80	2130	119	1995	178	1884	242	1785	320	1710	411	1652	508	1607	618	1575
0	2	1740	17	1680	36	1800	60	2078	90	1883	132	1785	195	1787	261	1656	340	1604	434	1565	530	1533	641	1500
+ 10	4	1410	21	1380	42	1530	70	1605	102	1659	149	1605	211	1563	280	1534	361	1503	456	1485	552	1469	668	1457
+ 20	6	1095	26	1122	50	1288	80	1392	112	1473	165	1455	230	1440	301	1433	381	1424	478	1416	573	1410	690	1407
+ 30	9	795	31	897	58	1080	92	1235	126	1320	182	1334	248	1335	320	1350	402	1350	500	1358	595	1358	712	1365
+ 40	12	570	39	723	67	921	108	1071	138	1185	200	1221	265	1245	340	1275	420	1287	520	1292	617	1313	737	1328

**Kupferseile von 16 qmm Querschnitt, 12 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
Temperatur in °C														
- 5 + Zus.	18	162	60	192	134	192	244	192	374	192	554	192	740	192
- 20	2	192	20	131	88	74	192	59	326	54	508	51	695	50
- 10	2	155	26	106	98	66	204	56	336	53	516	50	702	50
0	4	122	32	85	106	62	212	54	314	51	524	49	710	49
+ 10	6	90	40	69	116	57	220	52	352	50	592	48	720	49
+ 20	10	81	49	59	122	52	230	50	360	48	541	48	730	48
+ 30	14	58	57	52	130	49	240	48	370	48	550	47	738	48
+ 40	20	42	64	45	138	46	248	46	378	46	558	47	745	47,5

**Kupferseile von 70 qmm Querschnitt, 12 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240		
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	
Temperatur in °C																									
- 5 + Zus.	12	658	38	763	72	840	130	840	202	840	298	840	396	840	524	840	614	840	810	840	980	840	1172	840	
- 20	4	840	16	840	35	805	78	650	142	556	230	494	320	464	455	441	580	434	740	427	908	413	1102	412	
- 10	4	686	20	696	42	679	90	567	150	503	245	482	354	441	470	427	592	424	755	413	924	406	1120	406	
0	6	539	25	567	50	573	104	497	165	460	260	438	360	424	426	418	608	412	770	406	940	399	1136	399	
+ 10	10	392	30	452	60	482	116	445	180	426	275	413	374	406	502	402	622	400	786	398	956	392	1150	398	
+ 20	12	280	38	364	70	412	126	403	198	398	290	395	390	392	518	391	638	391	804	391	971	388	1165	388	
+ 30	19	199	42	297	78	358	136	368	212	372	305	377	404	380	530	382	652	382	820	384	988	384	1180	384	
+ 40	21	147	51	252	90	318	148	338	224	330	320	360	418	367	546	371	668	371	832	360	1002	378	1198	375	



**Massiv-Kupferdrähte von 10 qmm Querschnitt, 12 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	
Temperatur in °C	— 5 + Zus.										
	20	118	88	120	183	120	338	120	521	120	
	— 20	2	120	46	41	145	27	300	24	480	
	— 10	4	98	52	35	152	26	308	23	490	
	0	6	77	60	30	160	25	312	23	496	
+	9	56	69	27	166	23	320	22	502		
+	12	40	76	24	172	23	326	22	510		
+	18	29	81	23	180	22	332	21	516		
+	21	21	8 <sup>a</sup>	21	184	21	340	21	522		

**Massiv-Kupferdrähte von 16 qmm Querschnitt, 12 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
Temperatur in °C	— 5 + Zus.													
	19	173	60	192	130	192	238	192	361	192	537	192	721	192
	2	192	22	138	82	79	185	62	310	58	488	53	672	53
	3	158	28	112	92	70	197	59	320	56	496	52	680	52
	5	123	33	90	102	64	205	57	330	54	505	51	690	51
+	9	90	41	72	110	54	213	54	339	53	514	50	700	
+	11	64	49	61	119	54	222	52	349	51	522	50	710	
+	16	47	58	53	127	51	232	50	358	50	530	49	718	
+	20	34	64	46	133	48	240	48	365	49	540	48	725	

**II. Zug- und Durchhangstabellen für blanke Aluminiumleitungen.**  
**Aluminiumseile von 25 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	18	138	67	175	155	175	270	175	420	175	605	175	826	175	1073	175
- 20	2	175	13	114	86	47	212	26	368	24	545	23	775	22	1014	21
- 10	3	134	21	73	102	43	223	25	375	23	558	22	785	21	1030	21
0	5	94	30	47	115	27	235	24	385	22	570	22	795	21	1044	21
+ 10	8	57	40	33	127	25	245	22	396	21	580	21	805	21	1049	21
+ 20	13	29	52	25	140	23	257	22	407	21	590	21	815	21	1060	21
+ 30	20	17	65	21	150	21	268	21	417	21	600	21	825	21	1070	21
+ 40	27	13	75	19	160	20	278	20	428	20	612	20	835	20	1080	20

**Aluminiumseile von 35 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		110		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	16	210	55	245	135	245	222	245	340	215	465	215	670	215	880	215	1100	245	1320	245	1500	245	1620	245	1620	245
- 20	5	245	15	214	45	98	150	51	260	46	400	40	570	37	800	37	1020	36	1300	35	1620	35	1920	35	1920	35
- 10	8	188	60	158	60	74	170	46	275	42	415	39	580	36	810	36	1040	35	1320	35	1625	35	1930	35	1930	35
0	10	131	20	105	80	56	185	42	295	40	425	38	600	35	820	35	1060	35	1330	35	1630	35	1950	35	1950	35
+ 10	12	75	30	68	100	45	195	39	310	39	436	37	615	34	840	35	1080	35	1350	35	1650	35	1970	35	1970	35
+ 20	16	39	40	46	115	40	210	37	323	37	450	36	620	33	860	35	1100	35	1360	35	1670	35	1980	34	1980	34
+ 30	24	25	50	35	130	35	220	35	335	35	462	35	625	33	875	34	1110	35	1370	34	1690	34	1990	34	1990	34
+ 40	30	21	65	30	145	32	230	33	350	34	475	34	650	32	900	33	1125	34	1380	34	1700	34	2000	34	2000	34

**Aluminiumseile von 50 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
— 5 + Zus.	46	345	100	350	190	350	275	350	400	350	550	350	725	350	915	350	1110	350
— 20	8	3·0	29	215	99	110	180	90	300	75	460	72	650	69	820	67	1020	65
— 10	11	265	40	155	118	90	195	85	390	70	480	68	665	66	835	65	1035	63
0	16	190	55	115	138	80	215	80	340	66	495	65	680	64	850	63	1050	62
+ 10	23	125	72	90	155	70	235	75	365	63	510	63	695	62	865	61	1065	61
+ 20	34	90	90	70	170	65	250	70	370	61	524	61	710	60	880	60	1080	60
+ 30	48	60	104	60	187	62	268	65	385	59	537	59	718	59	895	59	1095	59
+ 40	60	47	125	55	200	58	275	58	400	58	550	58	725	58	910	58	1110	58

**Aluminiumseile von 70 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
— 5 + Zus.	41	455	86	490	153	490	240	490	347	490	460	490	612	490	775	490	960	490
— 20	8	490	21	415	61	245	142	168	220	140	350	127	500	119	670	115	820	112
— 10	11	370	29	300	81	190	168	140	240	129	375	119	520	115	690	112	845	108
0	16	266	40	217	100	153	190	125	260	119	400	111	540	110	710	109	870	105
+ 10	23	175	55	161	121	126	205	114	280	110	430	106	560	106	730	106	895	102
+ 20	34	126	72	119	140	109	225	105	297	104	437	102	578	103	743	103	920	100
+ 30	48	84	90	98	159	98	245	98	314	99	454	98	596	99	766	99	940	98
+ 40	60	66	105	84	175	90	265	91	330	92	470	93	610	95	780	95	960	96

**Aluminiumseile von 95 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	40		60		80		100		120		140		160		180		200		
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	
Temperatur in °C																			
-5 + Zus.	38	570	73	665	130	665	202	665	295	665	396	665	520	665	655	665	810	665	
-20	8	665	18	645	46	457	105	313	192	247	280	228	405	209	530	190	705	183	
-10	11	502	24	494	60	352	127	257	220	214	310	209	440	192	560	181	725	177	
0	16	360	32	360	80	266	152	209	240	190	385	190	460	179	590	173	745	171	
+10	23	238	47	256	100	209	174	181	265	178	360	178	480	169	610	167	765	165	
+20	34	171	62	180	120	181	193	166	285	166	380	162	500	160	685	161	785	160	
+30	48	114	80	142	140	152	220	152	307	155	400	155	520	154	660	157	805	156	
+40	60	89	96	123	158	133	235	133	325	143	420	148	540	150	685	152	825	153	

**Aluminiumseile von 120 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240		
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	
Temperatur in °C																									
-5 + Zus.	10	640	12	558	25	558	134	814	185	840	266	840	362	840	473	840	595	840	733	840	880	840	1046	840	
-20	2	840	7	840	17	840	46	684	82	510	150	396	245	330	360	295	484	278	620	266	763	260	935	254	
-10	3	642	10	654	22	648	58	527	104	403	177	336	274	298	387	276	510	264	646	256	770	252	960	247	
0	5	450	14	468	31	474	75	396	126	331	203	294	300	272	412	259	534	252	670	246	815	244	984	240	
+10	8	276	21	312	44	341	94	308	149	278	227	264	325	253	435	245	558	240	695	238	840	236	1007	234	
+20	13	142	32	203	60	252	117	250	170	242	250	239	347	235	458	233	580	230	719	230	864	230	1080	228	
+30	20	92	45	146	77	197	140	214	192	216	273	218	369	222	480	222	602	222	740	223	887	223	1052	224	
+40	27	68	56	115	90	164	163	187	210	198	292	203	339	209	503	211	624	216	762	216	911	216	1075	218	

### Aluminiumseile von 150 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.

f = Durehhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
-5 + Zus.	9	750	12	697	125	698	108	1050	168	1050	240	1050	330	1050	428	1050	540	1050	663	1050	802	1050	952	1050
-20	2	1050	7	1050	17	1050	34	963	67	765	127	585	210	488	310	476	419	402	542	388	880	368	831	360
-10	3	802	10	817	22	810	44	750	87	597	155	485	238	426	339	391	448	375	570	362	708	352	860	350
0	5	562	14	585	31	593	60	570	109	480	180	416	265	381	366	363	476	353	598	345	736	338	885	338
+10	8	345	21	450	41	426	78	435	131	398	205	365	293	350	393	339	502	335	624	330	762	327	913	327
+20	13	177	32	260	60	315	98	345	155	315	230	327	317	322	417	319	525	390	649	317	788	317	937	315
+30	20	115	45	180	77	240	117	285	176	293	253	296	332	300	410	303	550	305	674	308	813	306	962	307
+40	27	79	56	140	90	206	125	259	196	264	275	273	363	282	464	288	573	293	698	297	888	297	986	300

### Aluminiumseile von 185 qmm Querschnitt, 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.

f = Durehhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
-5 + Zus.	9	925	12	860	25	860	100	1295	153	1295	221	1295	303	1295	393	1295	496	1295	613	1295	737	1295	883	1295
-20	2	1295	7	1295	17	1295	32	1271	60	1045	110	842	182	699	269	607	367	564	465	529	610	505	756	490
-10	3	990	10	1050	22	999	41	999	78	814	135	685	210	601	300	542	399	422	515	496	640	481	786	472
0	5	694	14	722	31	731	55	759	99	653	162	570	238	527	328	498	430	481	545	470	670	459	815	453
+10	8	426	21	481	44	525	78	577	120	533	186	492	265	479	356	459	458	437	573	444	697	440	844	437
+20	13	218	32	313	60	389	93	453	144	441	211	436	292	431	384	429	485	437	600	424	725	424	871	424
+30	20	130	45	226	77	296	112	370	176	385	235	339	318	398	408	401	510	407	627	407	751	409	898	409
+40	27	105	56	178	90	200	129	320	187	312	259	357	342	370	432	381	535	387	652	390	773	394	924	398

**Aluminiumseile von 240 qmm Querschnitt; 7 kg/qmm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	8	1165	12	1116	25	1116	45	1071	139	1680	200	1680	272	1680	357	1680	453	1680	555	1680	667	1680	804	1680
- 20	2	1680	7	1680	17	1680	31	1680	55	1512	94	1284	133	1080	229	931	317	847	420	789	535	749	670	715
- 10	3	1284	10	1308	22	1296	40	1327	70	1200	117	1032	182	907	260	814	350	770	454	732	568	706	703	684
0	5	900	14	936	31	948	53	1029	89	936	142	840	210	780	290	722	381	705	486	684	599	667	735	653
+ 10	8	552	21	624	44	681	70	768	110	736	168	710	237	684	320	660	413	653	517	641	630	634	765	624
+ 20	13	283	32	406	60	504	80	588	134	624	194	619	265	610	348	610	442	610	546	605	659	605	794	605
+ 30	20	163	45	233	77	384	110	487	169	528	218	547	292	559	375	566	470	571	574	576	687	578	822	580
+ 40	27	127	56	220	90	329	127	422	194	466	241	494	317	518	401	533	497	540	601	550	715	557	852	560

**Aluminiumseile von 310 qmm Querschnitt; 7 kg/mm Höchstbeanspruchung.**

f = Durchhänge in cm. P = Züge in kg.

Spannweite in m	20		40		60		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P	f	P
- 5 + Zus.	8	1490	12	1442	25	1442	45	1513	128	2170	182	2170	248	2170	284	2170	411	2170	506	2170	613	2170	733	2170
- 20	2	2170	7	2170	17	2170	31	2170	50	2108	82	1860	130	1612	198	1395	276	1296	370	1156	474	1091	594	1039
- 10	3	1659	10	1690	22	1677	40	1724	63	1674	104	1510	160	1383	280	1187	310	1116	404	1060	510	1014	630	983
0	5	1163	14	1009	31	1224	53	1318	81	1324	128	1209	188	1132	260	1051	344	1011	438	977	545	949	660	930
+ 10	8	713	21	806	44	880	70	992	102	1054	153	1008	216	977	290	936	375	927	470	911	576	900	697	890
+ 20	13	366	32	524	60	651	80	760	125	808	180	849	245	859	320	853	407	866	502	853	608	849	729	853
+ 30	20	211	45	378	77	496	110	629	148	722	205	753	272	732	348	787	436	799	528	806	637	809	760	818
+ 40	27	164	56	298	90	425	127	546	170	629	228	679	298	710	375	735	465	747	561	763	666	772	790	784

### **Erläuterungen zu den „Normalien für Freileitungen“.**

Die bisher gültigen Normalien für Freileitungen stehen mit der praktischen Ausführung häufig in Widerspruch.

Die durch die Freileitungs-Kommission neu bearbeiteten Normalien tragen den veränderten Verhältnissen Rechnung, insbesondere stützen sie sich auf die bei dem Bau neuerer Anlagen gesammelten Erfahrungen.

1. Auch Leitungen aus isolierten Drähten fallen darunter.

2. Die grundsätzliche Verschiedenheit der Anwendungsart von Fahrleitungen gegenüber anderen Freileitungen (z. B. in bezug auf die Drahtdurchmesser) ließ es notwendig erscheinen, künftig die Material- und Berechnungsvorschriften der beiden Gebiete völlig zu trennen.

3. Massive Leitungen sind durch dynamische Beanspruchungen unter Zug so stark gefährdet, daß Leichtmetalle als massive Leiter überhaupt nicht mehr zugelassen werden konnten. Nur Metalle mit mehr als 7,5 spezifischem Gewicht, wie Kupfer, Bronzen usw., dürfen unter gewissen Vorsichtsmaßregeln (siehe Absatz c) in Einzeldrähten aufgehängt werden. Als kleinster Querschnitt ist für Schwermetalle 10 qmm, für Leichtmetalle 25 qmm erlaubt. Die normalen Seilkonstruktionen sind aus dem Wunsch entstanden, erstens möglichst wenig Drahtsorten zu benötigen, und zweitens deren Dimensionen in ein Gebiet zu verlegen, in dem nach den Erfahrungen der Fabrikanten bei dem normalen Arbeitsverfahren einerseits genügende Festigkeit gewährleistet und andererseits noch nicht übermäßige Einbuße an Zähigkeit zu befürchten ist.

4. Als normales Material für Freileitungen waren diejenigen elementaren Metalle anzusehen, deren physikalische Beschaffenheit als völlig erforscht und nur in engen Grenzen variabel gelten konnte, also Kupfer und Aluminium.

Bei gegebenem Drahtdurchmesser erschien der Stoff durch den Leitungswiderstand, sein Bearbeitungszustand und damit sein im Betrieb nutzbares Tragvermögen durch

die Bruchlast zur Genüge definiert. Um Zweifel über die Meßmethode auszuschließen, wurde bestimmt, daß die vorgeschriebene Mindestzuglast mindestens eine Minute lang wirken müsse, ehe sie zum Bruch führe. Die im Betrieb höchstens zulässigen Zugspannungen für Kupfer und Aluminium sind in erster Linie nach den praktischen Erfahrungen im Leitungsbau während der letzten Jahre gewählt unter Berücksichtigung der technologischen Gesichtspunkte. Die Sicherheit massiver Kupferdrähte ist absichtlich etwas größer gewählt als die verseilter Drähte.

5. Bei Aluminium wird vor chemischen Einflüssen (z. B. Rauchgasen usw.) gewarnt. Es ist in Industriegegenden und an der Meeresküste Vorsicht geboten.

6. Als ausgeprägt soll ein Fließkegel gelten, wenn er mindestens 30 % Querschnittverjüngung enthält. Dieser Zähigkeitsnachweis wurde als Ersatz der früheren Dehnungsmessung eingeführt, weil als Dehnung hartgezogener Drähte in der Regel nur eine winzige wirkliche gleichförmige Längung, daneben aber hauptsächlich der prozentuale Längenanteil des Fließkegels auftritt. Die Existenz des Fließkegels konnte also als das einfachere Bewertungsmittel direkt herangezogen werden. 30 % Querdurchschnittsverjüngung ist eine Erscheinung, die sich dem Auge nach kurzer Übung einprägt. Es wird sich also sogar die Messung in der Mehrzahl der Fälle erübrigen, zumal die tatsächliche Querschnittsverjüngung der zähen Metalle 30 % merklich zu übersteigen pflegt und somit zuverlässige Schätzungen ermöglicht.

7. Andere Leitungsmaterialien, also Legierungen, wie Bronzen, Hartaluminium, Bimetalle usw., sind zwar zugelassen und grundsätzlich denselben Festigkeitsrechnungen unterworfen, wie Kupfer und Aluminium; nur wird ausdrücklich in bezug auf Zähigkeit und chemische Beständigkeit zur Vorsicht gemahnt. Dies gilt auch für Kupfer und Aluminium mit besonderen Eigenschaften, z. B. mit ungewöhnlich hoher Festigkeit, weil die Verfestigung unter Umständen auf Kosten der Zähigkeit zu weit getrieben sein kann.

Leitungen, welche stark angreifenden Dämpfen ausgesetzt sind, können bei Verwendung sehr feindrätiger



Litzen unter Umständen gefährdet sein. Daher wird es sich empfehlen, solche Leitungen nicht unter 35 qmm Querschnitt zu machen, damit die einzelnen Drähte mindestens 2,5 mm Durchmesser erhalten, und ein Seil von 50 qmm statt 14-litzig 7-litzig auszuführen.

8. Die Erfahrung der letzten Jahre lehrt, daß die alte Berechnungsregel, die ein vielfaches des Querschnittes als Zusatzlast bei  $-5^{\circ}\text{C}$  annahm, zur Sicherung kleinerer Querschnitte nicht genügte, die großen Querschnitte jedoch zu ungünstig belastete. Selbst die Annahme von Proportionalität zwischen Zusatzlast und  $\sqrt[3]{g}$  ist nur für den Winddruck richtig, für Eis, Schnee und Reif jedoch immer noch bei kleinem  $g$  zu günstig. Da Drahtbrüche bei 35 qmm Querschnitt infolge Überlastung durch Eislast oder Winddruck nicht bekannt wurden, so wurde für diesen Querschnitt die frühere Zusatzlast als ungefähr richtig angenommen.

Es wurde nun eine empirische Formel, welche die ungünstigsten Fälle für Eis und Wind einbegriff, aufgestellt, welche für stärkere Querschnitte (50 qmm und darüber) eine geringere Zusatzlast ergibt, für die kleineren Querschnitte dagegen eine größere Sicherheit bietet. Obige Formel ergibt für Kupferleitungen eine Gewichtsvermehrung durch Zusatzlast, welche z. B. bei 95 qmm Leitungsquerschnitt das Doppelte, bei 16 qmm das Vierfache, bei 10 qmm sogar das Sechsfache des Eigengewichtes beträgt, während diese Gewichtsvermehrung nach den bisherigen Normalien bei allen Querschnitten dem 2,65-fachen Eigengewicht entsprach.

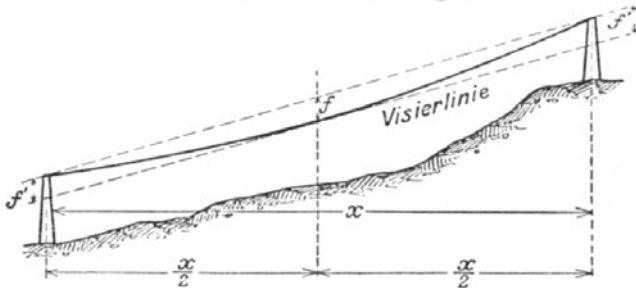
Bei Leitungen verschiedenen Querschnittes auf einem Gestänge sind die Leitungen nach dem Durchhang des schwächsten Querschnittes zu spannen, sobald die gegenseitige Lage der Drähte ein Zusammenschlagen derselben möglich erscheinen läßt.

9. Bei Berechnung von Freileitungen mit wetterfester Schutzhülle ist das Mehrgewicht entsprechend zu berücksichtigen.

10. Die Definition der Spannweite  $x$  und des Durchhangs  $f$  bei Stützpunkten verschiedener Höhe ergibt sich aus der folgenden Abb. 1.

11. Die Vorschrift, daß die Leitungsdrähte nicht unmittelbar durch Lötung miteinander verbunden werden dürfen, wenn die Lötstelle nicht von Zug entlastet ist, rechtfertigt sich durch den Umstand, daß die Festigkeit durch die bei der Lötung eintretende Erwärmung erheblich verringert wird, so daß ohne Entlastung schwache Stellen in der Leitung vorhanden sein würden, die zum Bruch führen können.

$f' = f$  ist am Mast abzutragen.



Bezüglich der Gefahr durch Kontakt verschiedener Metalle siehe Erläuterung 25.

12. Etwa vorhandene Prelldrähte sind einzurechnen.

13. Um mißverständlicher Auffassung vorzubeugen, wird ausdrücklich bemerkt, daß Abzweigmaste nicht als eine Mastart für sich anzusehen sind, sondern je nach den örtlichen Verhältnissen entweder als gewöhnliche Tragmaste oder als Abspannmaste (Spitzenzug =  $\frac{2}{3}$  des größten einseitigen Leitungszuges) oder als Eckmaste zu berechnen sind; es kann auch eine Verbindung beider Rechnungsarten in Betracht kommen, z. B. so, daß bei Kreuzung zweier Leitungszüge der Mast in der Richtung der einen Leitung wie ein Abspannmast, in der Richtung der anderen Leitung wie ein Tragmast behandelt wird.

14. Zur Beurteilung des geraden Wuchses von Holzmasten kann die Telegraphen-Bauordnung der Reichspost- und Telegraphenverwaltung als Anhalt dienen, wonach die Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der Hirnflächen des Stamm- und Zopfendes nirgends außerhalb des Stammes fallen darf.

15. Die Festigkeitsverhältnisse der Hölzer variieren mit der Art des Holzes und der Behandlung. Insbesondere hat

auch Feuchtigkeit großen Einfluß. Daher wird auch die Festigkeit der gesetzten Stangen je nach ihrem Zustand verschieden sein. Schon daraus ergibt sich, daß eine sehr scharfe Rechnung keine innere Berechtigung hat. Man kann jedoch auf Grund zahlreicher Versuche die mittlere Bruchfestigkeit des Holzes mit 550 kg/qcm annehmen. Wenn man bei imprägnierten Stangen eine 5-fache Sicherheit als genügend betrachtet, so ergibt sich eine höchstzulässige Beanspruchung von 110 kg/qcm. Den gleichen Wert kann man auch für nicht imprägnierte Stangen aus besonders widerstandsfähigem Holz zulassen. Dagegen empfiehlt es sich, für nicht imprägnierte Stangen, bei welchen mit einer baldigen Abnahme des tragenden Querschnittes zu rechnen ist, einen geringeren Wert vorzuschreiben; deshalb wurde für solche eine Höchstbeanspruchung von 80 kg/qcm festgesetzt.

16. Für Windbelastung ist die auch für Bauwerke festgesetzte Belastung von 125 kg/qm senkrecht getroffener Fläche zugrunde zu legen. Für runde Körper wurde der Abrundungskoeffizient auf 0,5 ermäßigt, wobei man von folgenden Erwägungen ausging: Nach der Berechnung der Beanspruchung von Freileitungen durch Winddruck auf Grund der bisherigen Normalien ergibt sich beispielsweise, daß Kupferleitungen von 35 und 50 qmm Querschnitt um etwa 60° gegen ihre Ruhelage abgetrieben werden müßten. In der Praxis sind jedoch Abweichungen über 25° nicht beobachtet worden. Diese Unstimmigkeit zwischen den Ergebnissen der Berechnung und der Praxis deutet auf Unrichtigkeit der Rechnungsunterlagen hin. Auf Grund eingehender Versuche, welche übereinstimmend von mehreren Seiten unabhängig voneinander angestellt worden sind (Rebora Atti dell' Assoc. Elettr. Ital. — fasc. 3, Mai—Juni 1908; Göttinger Versuche, s. „Hütte“ 1911, Teil I, S. 376; Bowie, „Electr. World“ vom 29. September 1906; Krohne, „ETZ“ 1902, S. 593), ergaben sich Winddrücke auf zylindrische Körper von maximal 65 kg/qm bei einer Windgeschwindigkeit von 33 m/Sek. Diese Drücke ergeben Auspendelungen von ca. 50°, welche immer noch wesentlich höher sind als die in der Praxis beobachteten; sie würden der Herabsetzung des Koeffizienten 0,7 für die Abrundung der getroffenen Fläche auf ca. 0,5 entsprechen. Die Kommission war daher der Meinung, daß diese Herab-

setzung um so mehr gerechtfertigt ist, als der bisher übliche Wert von 0,7 nicht auf experimenteller Grundlage entstanden ist, sondern auf Annahme beruht. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß der Winddruck immer nur Teile der Leitungsanlage gleichzeitig in derselben Stärke trifft.

17. Für die Bestimmung der erforderlichen Zopfstärken der Maste ist die bisherige Formel beibehalten worden, aus der sich die Zopfstärke als proportional der Wurzel aus dem Produkte der Summe der Leitungsdurchmesser und der mittleren Höhe der Leitungen über dem Erdboden ergibt. Diese Formel ist aus der Überlegung entstanden, daß die Festigkeit des Mastes proportional dem Quadrate der Zopfstärke wächst, während für die Beanspruchung der Maste die seitliche Windbeanspruchung der Leitungen maßgebend ist.

In Verbindung mit den angegebenen Minimalstärken führt die Formel zu brauchbaren Werten; die geringste Zopfstärke ist bei einfachen Masten und Niederspannung auf 13 cm, bei Hochspannung auf 15 cm, bei A-Masten und gekuppelten Stangen auf 12 cm beschränkt worden.

18. Der Grundsatz, daß der Abstand der Masten bei größerer Belastung kleiner werden muß, ist beibehalten worden. Die unterste Grenzzahl, nach der die Spannweite bei Leitungen bis zu 110 qmm Gesamtquerschnitt bis zu 80 m betragen darf, ergibt sich aus der Überlegung, daß es z. B. bei drei Leitungen von je 25 qmm und einem Blitzschutzseil von 35 qmm bei entsprechender Wahl der Masten keine Bedenken hat, in gerader Strecke diesen Abstand zuzulassen. Bei größerer Belastung sind die Spannweiten entsprechend kleiner zu wählen.

19. Nach den bisherigen Bestimmungen war für Gestänge aus Flußeisen allgemein eine größte Beanspruchung von 1500 kg/qcm festgesetzt. Aus dem Verhältnis der Festigkeit des Flußeisens von 3700 bis 4400 kg/qcm zu dieser Beanspruchung hat man dann die Sicherheit der Konstruktion zu 2,5 bis 3 angenommen. Die Maste waren allgemein nach der Eulerschen Formel mit diesen Sicherheitsfaktoren berechnet, teilweise unter Einsetzung des auf die zu einem Flansch parallele Achse bezogenen Trägheitsmomentes für die Eckwinkeleisen.

In der Praxis haben die auf diese Weise berechneten

Maste zwar bisher den Beanspruchungen standgehalten, doch hat sich in zahlreichen Umbruchversuchen (Z. d. V. d. I. 1912 S. 1901 Festigkeitsversuche von Albert Buss & Co., Wyhlen, Baden; noch nicht veröffentlichte Versuche des Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamtes, des Freileitungsbureaus der Siemens-Schuckert-Werke, der Weserhütte-Oeynhausens, der Firma C. H. Jucho, Dortmund) gezeigt, daß die Maste eine geringere als 2-fache Sicherheit hatten. Die Kommission ist der Ansicht, daß aber eine 2-fache Gesamtsicherheit vorhanden sein muß, d. h. daß z. B. Maste für einen Gesamtpitzzug von 1000 kg erst bei einer Belastung von mehr als 2000 kg zum Bruch kommen dürfen.

Bei beiden Berechnungsarten soll gemäß der bei versetzten Diagonalen möglichen Ausknickungsrichtung das auf die zu einem Schenkel parallele Achse bezogene Trägheitsmoment  $J_{\xi}$  eingesetzt werden.

20. Um die Einführung anderer Gestängematerialien nicht zu beschränken, ist für diese die zulässige Beanspruchung von der zu gewährleistenden Bruchfestigkeit abhängig gemacht worden.

21. Bezüglich der Aufstellung der Gestänge ist zu bemerken, daß allgemeine Regeln für die Befestigung im Boden sich nicht geben lassen. Es ist jedoch als leitender Gesichtspunkt hervorzuheben, daß diese Bodenbefestigung der Festigkeit des Mastes möglichst entsprechen soll. In gutem Boden und bei gerader Leitungsführung wird im allgemeinen ein hinreichend tiefes Eingraben und Wiederbefestigung des Bodens genügen, bei winkliger Leitungsführung und in weichem Boden wird man dagegen eine besondere Befestigung vornehmen müssen; es sei hier auf das Einbetonieren der Masten hingewiesen. Bezüglich der Beschaffenheit des Betons ist näheres den allgemeinen Baubestimmungen zu entnehmen. Auch durch vorgelegte imprägnierte Schwellen kann gegebenenfalls der einseitigen Beanspruchung des Bodens durch den Zug der Drähte wirksam begegnet werden.

Von Drahtankern ist bei Hochspannungsmasten abzuraten, weil dadurch Beschädigungen von Personen vorgekommen sind.

Einige Zeit nach der Inbetriebnahme sind eingegrabene Masten zweckmäßig nachzustampfen.

22. Wird ein Eckmast so aufgestellt, daß die Resultierende  $R$  der Leitungszüge mit der einen Hauptachse  $XX$  des Mastes den Winkel  $\alpha$  bildet, demnach mit der anderen Hauptachse  $YY$  den Winkel  $(90^\circ - \alpha)$ , so ist er für die gleichzeitig wirkenden Kräfte  $R \cdot \cos \alpha$  in Richtung der Hauptachse  $XX$  und für  $R \cdot \cos (90^\circ - \alpha)$  in Richtung der Hauptachse  $YY$  zu berechnen. Der Angriffspunkt der Kräfte am Mast ist der gleiche wie der der Resultierenden aus den Leitungszügen.

23. Bei Leitungen, die längs der Verkehrswege aufgestellt und besonders heftigen Stürmen, z. B. in Küstengegenden oder auf kahlen Bergrücken, ausgesetzt sind, muß eine besondere Sicherung der Maste gegen Umfallen getroffen werden, wobei die am häufigsten auftretenden Weststürme möglichst berücksichtigt werden sollen. Hierbei wird die Sicherung in Entfernungen von je 500 m für ausreichend erachtet.

24. Die Anbringung von Sitzgelegenheiten für Vögel in größeren Entfernungen von den Leitungsdrähten (z. B. durch Sitzstangen an den Mastspitzen in Richtung der Leitungen) ist ebenfalls zur Verhütung von Schäden für die Vogelwelt von einigen Seiten empfohlen worden, sollte jedoch nicht unterhalb der Leitungen stattfinden.<sup>1)</sup>

23. Bei Aluminium und einigen anderen Metallen kann hartes Material positiv und weiches negativ sein, wodurch elektrolytische Zerstörungen eingeleitet werden können. Bei der Verwendung von Kopfbunden ist gewisse Vorsicht nötig, weil die auf den Isolator aufliegende Leitung infolge von Schwingung und gleitender Reibung leicht verletzt wird. Am besten werden für Aluminium praktisch erprobte Spezialbunde benutzt.

Bei Aluminiumabzweigungen von Aluminiumleitungen wird darauf hingewiesen, daß durch Verwendung von Abzweigmuffen aus anderem Metall als reinem Aluminium

---

<sup>1)</sup> Bezüglich empfehlenswerter Ausführungen mit Rücksicht auf den Vogelschutz sei auf die Veröffentlichung „Elektrizität und Vogelschutz“ hingewiesen, welche kostenlos bei der Geschäftsstelle des Bundes für Vogelschutz in Stuttgart, Jägerstraße, sowie auch bei der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin SW., Königrätzerstraße 106, erhältlich ist.

elektrolytische Zerstörungen eingeleitet werden können. Außerdem wird empfohlen, den Zutritt von Feuchtigkeit durch geeignete Mittel zuverlässig zu verhindern. Bei Kupferabzweigungen von Aluminiumleitungen wird aus dem nämlichen Grunde zur Vorsicht gemahnt. Am besten werden praktisch erprobte Spezialkonstruktionen benutzt unter Anwendung des vorstehend empfohlenen Feuchtigkeitsabschlusses.

26. Mittel, welche ein Treiben befürchten lassen, sind zu verwerfen.

27. Die Erfüllung der Forderung, daß in den in § 22h und k der Errichtungsvorschriften angeführten Fällen Drahtbrüche ausgeschlossen oder die Gefahren bei Drahtbrüchen verhindert werden müssen, wurde bisher vielfach durch Verwendung von Erdungsbügeln an den Masten unterhalb der Leitungen zu erreichen versucht. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß diese Bügel nicht betriebssicher sind. Weiter hat sich ergeben, daß die Erdungsbügel den Nutzbügeln außerordentlich gefährlich werden. Diese lassen sich gerne auf den geerdeten Bügeln bzw. den zur Befestigung dieser Bügel dienenden Traversen nieder und gehen dann bei gleichzeitiger Berührung eines Leitungsdrahtes zugrunde. Es wird deshalb empfohlen, die Erdungsbügel durch eine andere Sicherheitsvorrichtung zu ersetzen, z. B. durch Ausführung der Leitung mit „erhöhter Sicherheit“.

28. Es wird besonders darauf hingewiesen, daß eine zu weitgehende Verminderung der zugelassenen Beanspruchung keine Vergrößerung, sondern eine Verminderung der Sicherheit zur Folge hat, da die Gefahr des Zusammenschlagens und Durchschmelzens mit dem Durchhang wächst.

29. Diese Sicherheitsbügel werden zweckmäßig aus dem gleichen Material wie die Stromleitungen hergestellt und vor und hinter dem Isolator so an diesem befestigt, daß bei Isolatorbruch die beiden Leitungsenden durch den Sicherheitsbügel zusammengehalten werden und die Leitung von der Traverse aufgefangen wird oder, falls sie von dieser abgleitet, noch mindestens 3 m vom Erdboden entfernt bleibt.

30. Sogenannte Sicherheitskupplungen geben zu Betriebsstörungen Anlaß und sind daher nicht unbedingt zu empfehlen.

31. Spannung ist bei Zweiphasenstrom die Spannung zwischen den zwei Leitern einer Phase, bei Drehstrom die verkettete Spannung.

32. Vor Beginn der Prüfung ist durch Ausästen etwa in der Nähe der Leitung stehender Bäume dafür zu sorgen, daß eine Berührung zwischen Leitungen und Baumzweigen auch bei starkem Wind ausgeschlossen ist.

33. Bei dieser Prüfung empfiehlt es sich, passende Dämpfungswiderstände als Strombegrenzer vorzuschalten.

34. Blanke Leitungen sind so zu spannen, daß die Durchhänge nicht kleiner oder die Leitungszüge nicht größer werden, als die in den Tabellen angegebenen Grenzwerte. Dies kann erreicht werden einmal dadurch, daß man die Durchhänge an den Stützpunkten von der Rille des Isolators aus abmißt und die Leitung entsprechend der durch diese Punkte festgelegten Visierlinie spannt, oder dadurch, daß man den erforderlichen Zug mit Hilfe eines Federdynamometers einstellt.

---

**Allgemeine Verfügung Nr. 29/1913 des Ministeriums für  
Landwirtschaft, Domänen und Forsten, Geschäftsnummer  
III 5960, vom 27. Juni 1913, betreffend:**

**Führung von Starkstromleitungen durch Forstbestände.**

**I. Aufhiebe.**

In der allgemeinen Verfügung vom 8. August 1910  
— III. 8502  
II. 7708 — betreffend „Führung elektrischer Hochspann-  
leitungen durch Forstbestände“ ist gesagt:

„Zum gefahrlosen Betrieb muß der Baumbestand zu beiden Seiten der Leitung aufgehauen werden. Im allgemeinen genügt hierfür ein Aufhieb von beiderseits 5 m.“

Aus dieser Fassung geht hervor, daß in besonderen Fällen auch ein geringeres Maß innegehalten werden kann. Da es nun sowohl im Interesse der Forstverwaltung (Verhütung von vielen Nachteilen für Boden, Bestand und Wirtschaftsbetrieb) wie in dem der Überlandzentralen (Kostensparnis)



liegt, die Aufhiebe bei der Durchführung von Starkstromleitungen möglichst einzuschränken, wird den Regierungen anheimgestellt, soweit die örtlichen Waldverhältnisse es angebracht erscheinen lassen, von der Forderung des 10 m breiten Aufhiebes abzusehen. Insbesondere wird — gegebenenfalls unter Zuziehung unbeteiligter Sachverständiger — zu prüfen sein, ob es nicht am zweckmäßigsten ist, in älteren langschäftigen Beständen Aufhiebe gänzlich zu vermeiden und hier die Leitungen unter dem Kronendach durchzuführen. Selbstverständlich bleibt in allen Fällen Voraussetzung, daß die Überlandzentrale, wie bisher, für jeden Schaden, welcher der fiskalischen Forst durch ihren Betrieb zugefügt wird, sowie für sämtliche Ansprüche haftet, die infolge des Betriebes etwa gegen den Forstfiskus erhoben werden.

## II. Jährliche Mietzinse.

Die Höhe der jährlichen Mietzinse, die für die Benutzung forstfiskalischer Grundstücke von den Überlandzentralen zu zahlen sind, ist in erster Linie davon abhängig zu machen, ob und in welcher Breite Aufhiebe stattfinden. Einheitliche Sätze, die allen Verhältnissen Rechnung tragen, können von hier aus nicht vorgeschrieben werden.

Bei Aufhieben sind die jährlichen Mietzinse je ha Aufhiebfläche festzusetzen. Bei ihrer Bemessung ist dafür Sorge zu tragen, daß der Forstfiskus nicht nur für die Nutzungsentziehung, sondern auch für Verluste und Nachteile, die durch Windwurf, Windbruch, Bodenverödung, Bodenverangerung, Sonnenbrand, Erschwerung des Wirtschaftsbetriebes usw. zu erwarten sind, angemessen entschädigt wird. Als Mindestsatz des jährlichen Mietzinses je ha Aufhiebfläche hat der Betrag von 50 M. zu gelten.

Werden die Leitungen über Freiflächen geführt oder finden keine nennenswerte Aufhiebe oder nur Aufästungen statt, so ist der jährliche Mietzins je km Leitungslänge festzusetzen. Seine Höhe wird sich im wesentlichen nach dem Maße richten müssen, in dem der Wirtschaftsbetrieb auf den betreffenden Grundstücken durch die Leitungsführung erschwert wird. Als Mindestsatz je km Leitung ist der Jahresbetrag von 10 M. anzusehen.

Handelt es sich um Überlandzentralen, die hauptsächlich gemeinnützigen Interessen dienen, so ist dem bei Bemessung des Mietzinses je ha Aufhiebfläche oder je km Leitung nach Möglichkeit Rechnung zu tragen.

### III. Einmalige Entschädigung.

Die einmaligen Entschädigungen für Verluste durch vorzeitigen Abtrieb noch nicht hiebsreifer Bestandteile sind im allgemeinen aus dem Bestandskosten- oder Bestandserwartungswert unter Abzug des erntekostenfreien Erlöses aus dem besonders aufzuarbeitenden und zu verkaufenden Holze zu berechnen, bei einem Zinsfuß von 3 %.

### IV. Verträge.

Für die Verträge mit den Überlandzentralen über die Benutzung forstfiskalischer Grundstücke ist eine Vertragsdauer von längstens 18 Jahren vorzusehen.

In letzter Zeit sind verschiedentlich Anträge, die sich auf die Führung von Starkstromleitungen durch Forstbestände bezogen, mit einem Vorbehalt über die endgültige Festsetzung des jährlichen Mietzinses von mir genehmigt worden. Die betreffenden Regierungen wollen nunmehr selbständig die Ergänzung jener Verträge im Rahmen der vorstehenden Bestimmungen vornehmen.

---

## **5. Allgemeine Vorschriften für die Ausführung elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen.<sup>1)2)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1908. Veröffentlicht:  
ETZ 1908. S. 876. Gültig ab 1. Juli 1908.

### **§ 1. Allgemeines.**

#### 1. Einschränkung von Kreuzungen und Näherungen.

Bahnkreuzungen durch Starkstromleitungen sind auf möglichst wenig Stellen zu beschränken.

Als Kreuzungsstellen sind nach Möglichkeit geeignete Durchlässe und Straßenüberführungen zu benützen.

#### 2. Ausführungsarten der Kreuzungen.

Die Bahnkreuzung kann seitens der Starkstromleitung sowohl oberirdisch als auch unterirdisch erfolgen.

#### 3. Beschaffenheit der Kreuzungen und Näherungen.

Die Leitungen müssen so ausgeführt werden,

- a) daß die Anlagen und der Betrieb der Bahn nicht beeinträchtigt oder gefährdet werden,
- b) daß eine störende Beeinflussung der auf Bahngebiet befindlichen Schwachstromleitungen ausgeschlossen ist,
- c) daß Beschädigungen von Personen oder des Bahneigentums durch den elektrischen Strom nicht eintreten können,

---

<sup>1)</sup> Siehe auch ETZ 1910 S. 141.

<sup>2)</sup> Die „Allgemeinen Vorschriften für die Ausführung elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen“ sind zusammen mit den „Allgemeinen Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“ in einem Bande erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

- d) daß ihre Ausbesserung oder Ersatz ohne Störung des Eisenbahnbetriebes geschehen kann,
- e) daß sie den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen entsprechen,
- f) daß sie den von der zuständigen Eisenbahn- und Postverwaltung erlassenen Vorschriften über den Schutz ihrer Anlagen entsprechen.

## § 2. Besondere Vorschriften.

### A. Oberirdische Kreuzungen.

#### 1. Anordnung der Leitungsanlage.

Das lichte Raumprofil einschließlich der in § 11 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung frei zu haltenden Spielräume darf durch das Gestänge oder die Drähte u. dgl. nicht beeinträchtigt werden. Bei Kreuzungen darf, wenn die Starkstromanlage Hochspannung führt, und wenn zwischen ihr und den auf Bahngebiet befindlichen Leitungen keine geerdeten Schutznetze vorhanden sind, der Abstand der Konstruktionsteile der Starkstromanlage von den auf Bahngebiet befindlichen Leitungen in senkrechter Richtung nicht weniger als 2 m, bei Hochspannungsanlagen, wenn geerdete Schutzvorrichtungen angebracht sind, sowie bei Niederspannungsanlagen derselbe Abstand nicht weniger als 1 m, der Abstand in wagerechter Richtung dagegen in allen Fällen nicht weniger als  $1\frac{1}{4}$  m betragen. Bei Niederspannung können in besonderen Fällen Ermäßigungen des wagerechten Abstandes zugelassen werden. Hierbei darf die Entfernung von Schienenoberkante bis zum kreuzenden Konstruktionsteil nicht weniger als 7 m betragen.

#### 2. Beanspruchung und Spannweite der Leitungsanlage.

Zur Erhöhung der Sicherheit sind bei Überführungen geringe Spannweiten anzustreben.

#### 3. Beschaffenheit der Tragkonstruktionen.

Zur Erzielung möglichst sicherer Bauart sind für die beiderseits der Bahnlinie stehenden Tragkonstruktionen so starke Eisenmaste zu verwenden, daß auch bei Leitungs-

bruch ein gefahrbringendes Nachgeben des Gestänges ausgeschlossen ist, und zwar ist der Berechnung der Maste sowie der Querträger und Isolatorstützen selbst unter der Annahme des Bruchs aller Leitungen in einem benachbarten Leitungsfeld und bei ungünstigem Winddruck (125 kg pro Quadratmeter senkrecht getroffene Fläche) mindestens fünf-fache Sicherheit gegen Bruch zugrunde zu legen, wobei etwaige Verankerungen unberücksichtigt bleiben.

#### 4. Aufstellung der Tragkonstruktionen.

Die beiderseitigen Überführungsmaste müssen einbetoniert werden oder ein Fundamentmauerwerk erhalten.

Sie sind gemäß den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen zu erden.

#### 5. Beschaffenheit der Leitungen.

- a) Die überspannende Leitungsstrecke ist in der Weise auszubauen, daß das Kreuzungsfeld für sich allein die nötige Festigkeit aufweist. Außerdem ist denjenigen Gefährdungen der Festigkeit der Leitung Rechnung zu tragen, die durch Stromwirkungen beim Bruch von Isolatoren oder dergleichen eintreten.
- b) Im Kreuzungsfeld sind nur Drahtseile zu verwenden.
- c) Diese müssen mindestens 1400 kg absolute Bruchfestigkeit aufweisen und unabhängig von dem verwendeten Material mindestens 35 qmm Querschnitt haben.
- d) Löt- und Verbindungsstellen sind im Kreuzungsfelde nicht zulässig.
- e) Der Durchhang der Leitung im Kreuzungsfelde ist so zu bemessen, daß mindestens eine 10fache Sicherheit gegen Bruch bei  $-20^{\circ}$  C vorhanden ist.
- f) Wird die Sicherheit der Leitungsführung dadurch erreicht, daß die Leitungen in kurzen Abständen auf Isolatoren befestigt sind, die von einem die Überführungsmaste verbindenden Gitterträger getragen werden, so erübrigen sich die Bestimmungen b bis einschließlich e.

## **B. Unterirdische Kreuzungen.**

### **1. Verlegung der Kabel.**

Die Verlegung unterirdischer Kabel hat, soweit dieselben unter Geleisen liegen, in drucksicheren Röhren aus hartgebranntem Ton, Zement oder Eisen oder in gemauerten Kanälen zu erfolgen.

### **2. Tiefe der Verlegung unter der Erdoberfläche.**

Die Oberkante des Rohres oder Kanales soll mindestens 1 m unter Schienenunterkante bzw. Erdoberfläche liegen, so daß weder die Bahnunterhaltungsarbeiten durch die Unterführung beeinträchtigt, noch die Unterführungsanlage selbst durch diese Arbeiten beschädigt werden können.

## **C. Näherungen von Starkstromleitungen an Eisenbahnanlagen und an bahneigene Schwachstromleitungen.**

a) In der Nähe der Eisenbahnanlagen müssen Maste entweder mindestens in eine Entfernung gleich einer Mastlänge über dem Boden plus 3 m, von der Gleismitte abgerückt werden, oder es müssen Eisenmaste von ausreichender Standfestigkeit verwendet, oder die Maste müssen derart verankert oder verstrebt werden, daß sie bei Umbruch am Fußpunkte nicht nach der Bahnseite fallen können.

b) An denjenigen Stellen, an welchen die Starkstromleitungen neben den Schwachstromleitungen verlaufen, und der Abstand der Starkstrom- und Schwachstromdrähte voneinander weniger als 10 m beträgt, müssen Vorkehrungen getroffen sein, durch welche eine Berührung der Starkstrom- und Schwachstromleitungen sicher verhütet wird. Bei der Ausführung von Niederspannungsanlagen kann als Schutzmittel isolierter Draht verwendet werden. Von der Anbringung besonderer Schutzvorrichtungen kann abgesehen werden, wenn die örtlichen Verhältnisse eine Berührung der Starkstrom- und Schwachstromleitungen auch beim Umbruch von Stangen oder beim Herabfallen von Drähten ausschließen, oder wenn die Leitungsanlage durch entsprechende Verstärkung, Verankerung oder Verstrebung des Gestänges oder Befestigung an Häusern vor Umsturz ge-

schützt ist. Als hinreichende Sicherheit gegen die durch Leitungsbruch verursachte Berührungsfahr der beiden Leitungen gilt — soweit nicht besondere Verhältnisse vorliegen — ein Horizontalabstand von 7 m zwischen beiden Leitungen, wenn innerhalb der Annäherungsstrecke die Spannweite in jeder der beiden Linien auf höchstens 30 m festgesetzt wird.

c) Die unterirdischen Starkstromleitungen müssen tunlichst entfernt von den Telegraphen- und Fernsprechkabeln verlaufen.

d) Wo die beiderseitigen Kabel sich kreuzen oder nebeneinander in einem seitlichen Abstände von weniger als 0,3 m verlaufen, müssen die Starkstromkabel auf der den Schwachstromkabeln zugekehrten Seite mit Halbmuffen aus Zement oder gleichwertigem feuerbeständigem Material von wenigstens 0,06 m Wandstärke versehen sein. Die Muffen müssen 0,30 m zu beiden Seiten der gekreuzten Schwachstromkabel bei seitlichen Annäherungen ebenso weit über den Anfangs- und Endpunkt der gefährdeten Strecke hinausragen. Liegen bei Kreuzungen oder bei seitlichen Abständen der Kabel von weniger als 0,30 m die Starkstromkabel tiefer als die Schwachstromkabel, so müssen letztere zur Sicherung gegen mechanische Angriffe mit zweiteiligen eisernen Rohren bekleidet sein, die über die Kreuzungs- und Näherungsstelle nach jeder Seite hin 1 m hinausragen. Besonderer Schutzvorrichtungen bedarf es nicht, wenn die Starkstrom- oder die Schwachstromkabel sich in gemauerten oder in Zement- oder dergleichen Kanälen von wenigstens 0,06 m Wandstärke befinden.

### **§ 3. Bestimmungen über die Bauausführung.**

#### **1. Pläne zum Genehmigungsgesuch.**

Vor der Bauausführung der auf Bahngebiet geplanten Starkstromanlage sind den zuständigen Behörden genaue Lagepläne für die Leitungsführung und Konstruktionspläne der zugehörigen Anlagenteile (Maste, Erdungsbügel u. dgl.) in der verlangten Anzahl von Ausfertigungen zur Genehmigung vorzulegen.

## 2. Benachrichtigung von der Inangriffnahme und Beaufsichtigung der Arbeiten.

Vor dem beabsichtigten Beginne der Arbeiten sind die zuständigen Behörden rechtzeitig zu benachrichtigen. Die Ausführung aller auf Bahngrund infolge der Anlage der Starkstromleitungen erforderlichen Arbeiten geschieht unter Aufsicht der Eisenbahnverwaltung. Für sachgemäße Ausführung der Einzelheiten der Ausführung ist der Unternehmer allein verantwortlich.

## 3. Vermehrung der Unterhaltungskosten.

Der Besitzer der Starkstromanlage hat für die etwaige Vermehrung der Unterhaltungskosten der Bahnanlagen aufzukommen, die durch die Errichtung der Starkstromleitung entstehen.

## § 4. Verbesserung unzulänglicher Einrichtungen.

1. Erweisen sich bei der Ausführung der Starkstromanlage auf bahneigenem Gelände getroffene Einrichtungen nach Entscheid der Eisenbahnverwaltung als unzulänglich, so hat der Unternehmer diese auf seine Kosten zu verbessern oder durch andere zweckdienlichere zu ersetzen.

2. Die Eisenbahnverwaltung ist berechtigt, die erforderlichen Maßregeln zur Beseitigung von Unzuträglichkeiten auf Kosten des Unternehmers selbst zu treffen, falls letzterer innerhalb einer von der Eisenbahnverwaltung festgesetzten Frist dieser Verpflichtung nicht nachkommt.

## § 5. Betriebseinstellung der Starkstromanlage.

Fehler — d. h. ein schadhafter Zustand in der Starkstromanlage —, durch welche der Bestand der Schwachstromanlagen oder die Sicherheit des Bedienungspersonals gefährdet werden könnte, oder welche zu Störungen des Telegraphen- oder Fernsprechbetriebes Anlaß geben, sind ohne Verzug zu beseitigen.

Außerdem kann in Fällen dringender Gefahr die Einstellung des Betriebes der Starkstromanlage im Wirkungsbereich der Fehler bis zu deren Beseitigung gefordert werden.



**§ 6. Abänderung der Anlagen der Eisenbahnverwaltung.**

Etwa durch Änderungen der Anlagen der Bahnverwaltung nach deren Entscheidung erforderliche Abänderungen seiner auf Bahngebiet befindlichen Starkstromanlage hat der Unternehmer auf seine Kosten zu bewirken. Andererseits hat er die Kosten für Vornahme von Änderungen zu tragen, die die Eisenbahnverwaltung wegen seiner auf bahneigenem Gelände befindlichen Starkstromanlage an ihren Einrichtungen vornehmen muß.

**§ 7. Abänderung der Starkstromanlage.**

Zur Ausführung der Unterhaltungsarbeiten und von Änderungen des auf bahneigenem Gelände liegenden Teiles der Starkstromleitungen nebst Zubehör hat der Unternehmer die Genehmigung der Behörde einzuholen.

**§ 8. Haftbarkeit des Unternehmers der Starkstromanlage.**

Bezüglich der Haftpflicht für Unfälle und Schäden, welche auf dem Gebiete der Eisenbahnverwaltung infolge der daselbst vorhandenen Starkstromleitungen nebst Zubehör eintreten, bewendet es bei den gesetzlichen Bestimmungen mit der Maßgabe, daß der Unternehmer für alle in seinem Auftrage tätigen Personen die Haftpflicht übernimmt, soweit nicht die Eisenbahnverwaltung oder deren Organe ein Verschulden trifft.

**§ 9. Beseitigung der Starkstromanlage.**

Im Falle der Beseitigung ausgeführter Starkstromanlagen hat der Unternehmer die Kosten der Instandsetzung der Bahnanlagen zu tragen. Über den Umfang der Instandsetzungsarbeiten und deren Ausführungsart entscheidet die Eisenbahnverwaltung.

---

## 6. Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstrom- anlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen.<sup>1)2)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1908. Veröffentlicht:  
ETZ 1908 S. 874. Gültig ab 1. Juli 1908.

1. Für die mit elektrischen Starkströmen zu betreibenden Anlagen müssen die Hin- und Rückleitungen durch besondere Leitungen gebildet sein. Die Erde darf als Rückleitung nicht benutzt oder mitbenutzt werden. Auch dürfen in Dreileiteranlagen die blank in die Erde verlegten oder mit der Erde verbundenen Mittelleiter Verbindungen mit den Gas- oder Wasserleitungsnetzen nicht haben, wenn die vorhandenen Telegraphen- oder Fernsprechleitungen mit diesen Netzen verbunden sind.

2. Oberirdische Hin- und Rückleitungen müssen überall in tunlichst gleichem, und zwar in so geringem Abstände voneinander verlaufen, als dies die Rücksicht auf die Sicherheit des Betriebes zuläßt.

3. An den oberirdischen Kreuzungsstellen der Starkstromleitungen mit den Telegraphen- und Fernsprechleitungen müssen Schutzvorrichtungen angebracht sein, durch welche eine Berührung der beiderseitigen Drähte verhindert bzw. unschädlich gemacht wird.

---

<sup>1)</sup> Siehe auch ETZ 1909 S. 520.

<sup>2)</sup> Die „Allgemeinen Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“ sind zusammen mit den „Allgemeinen Vorschriften für die Ausführung elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen“ in einem Bande erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

Bei Niederspannung ist es zulässig, wenn zur Verhinderung von Stromübergängen in die Schwachstromleitungen die Starkstromleitungen auf eine ausreichende Strecke — mindestens in dem in Betracht kommenden Stützpunktszwischenraum — aus isoliertem Drahte hergestellt sind, oder wenn bei Verwendung blanken Drahtes eine Berührung der beiderseitigen Drähte durch geeignete Schutzvorrichtungen verhindert oder unschädlich gemacht wird.

Bei der Ausführung von Hochspannungsanlagen ist danach zu streben, daß die Starkstromleitung oberhalb der Schwachstromleitung über letztere hinweggeführt wird. In diesem Falle wird, wenn nicht besondere Verhältnisse vorliegen, als geeignete Schutzmaßnahme ein solcher Ausbau der Starkstromanlage angesehen, daß vermöge ihrer eigenen Festigkeit ein Bruch<sup>1)</sup> oder ein die Schwachstromleitung ge-

### 1) Vorläufige Bestimmungen

für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen oberhalb von Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen.

Zur Herstellung bruchsicherer Überführungen von Starkstromleitungen über Schwachstromleitungen hinweg werden von der Reichs-Telegraphenverwaltung solche Konstruktionen widerruflich und auf Gefahr der Unternehmer zugelassen, die sie als geeignet erachtet und deren Bruchfestigkeit für jede einzelne Kreuzungsstelle nach Maßgabe der vorzulegenden statischen Berechnungen nachgeprüft ist. Derartige Konstruktionen müssen im allgemeinen folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Die Berechnung der Konstruktionen hat nach den Normalien für Freileitungen des Verbands Deutscher Elektrotechniker vom 1. Januar 1908 zu erfolgen, soweit nicht im Nachstehenden besondere Vorschriften gegeben sind.

2. Die Spannweiten bei Kreuzungen sind so kurz als möglich, die Kreuzungen tunlichst rechtwinkelig auszuführen.

3. Die Starkstromleitungen sind aus Drahtseil herzustellen. Im allgemeinen soll Hartkupfer von mindestens 40 kg/mm<sup>2</sup> Bruchfestigkeit verwendet werden. Der Mindestquerschnitt ist 35 mm<sup>2</sup>.

Im Falle der Verwendung von Aluminium ist der Mindestquerschnitt 50 mm<sup>2</sup>.

Die Bruchsicherheit der Leitungen soll bei der Höchstbeanspruchung eine zehnfache sein.

4. Die Gestänge zu beiden Seiten der Kreuzungsstellen sind aus Eisen herzustellen. Sie sollen auch beim Reißen sämtlicher Drähte in einem benachbarten Felde unter der Annahme der Höchstbeanspruchung und ohne Berücksichtigung etwaiger Verankerungen und Verstrebungen fünffache Standfestigkeit besitzen.

Jeder Querträger und jede Isolatorstütze soll auch beim Reißen sämtlicher Leitungen in einem benachbarten Felde unter der Annahme der Höchstbeanspruchung fünffache Sicherheit haben.

Die Konstruktionen müssen gegen diejenigen Gefährdungen der Festigkeit die durch Stromwirkungen beim Bruch von Isolatoren, bei Erdschluß oder Kurz-

fährndes Nachgeben der Starkstromleitungen oder ihrer Gestänge im Kreuzungsfeld auch beim Bruch sämtlicher Leitungsdrähte in den benachbarten Feldern ausgeschlossen ist. Außerdem ist denjenigen Gefährdungen der Festigkeit der Leitungen Rechnung zu tragen, die durch Stromwirkungen beim Bruch von Isolatoren oder dergleichen eintreten.

Liegt die Starkstromleitung unterhalb der Schwachstromleitung, so können als geeignete Maßnahmen z. B. Schutzdrähte gelten, die parallel mit den Starkstromleitungen oberhalb und seitlich von ihnen angeordnet und von denen die oberen durch Querdrähte verbunden sind, während die seitlichen Drähte das Umschlingen der Starkstromleitungen verhindern sollen. Diese Schutzdrähte müssen möglichst gut geerdet sein.

4. Die Kreuzungen der Starkstromdrähte mit Telegraphen- und Fernsprechleitungen müssen tunlichst im rechten Winkel ausgeführt sein.

5. An denjenigen Stellen, an welchen die Starkstromleitungen neben den Schwachstromleitungen verlaufen, und der Abstand der Starkstrom- und Schwachstromdrähte voneinander weniger als 10 m beträgt, müssen Vorkehrungen getroffen sein, durch welche eine Berührung der Starkstrom- und Schwachstromleitungen sicher verhütet wird. Bei der Ausführung von Niederspannungsanlagen kann als Schutzmittel isolierter Draht verwendet werden. Von der Anbringung besonderer Schutzvorrichtungen kann abgesehen werden, wenn die örtlichen Verhältnisse eine Berührung der Starkstrom- und Schwachstromleitungen auch beim Umbruch von Stangen oder beim Herabfallen von Drähten ausschließen, oder wenn die Leitungsanlage durch entsprechende Verstärkung, Verankerung oder Verstrebung des Gestänges oder Befestigung an Häusern vor Umsturz geschützt ist. Gegen die durch Leitungsbruch verursachte Berührungsgefahr der beiden Leitungen gilt — soweit nicht besondere Verhältnisse vorliegen — ein Horizontalabstand von 7 m zwischen beiden Leitungen als hinreichende Sicher-

---

schluß am Mast und dergleichen eintreten können, durch entsprechende Aufhängung oder durch geeignete Hilfsbefestigungen mindestens eine dreifache Sicherheit besitzen.

6. Unterhalb der Starkstromleitungen ist ein geerdeter Schutzdraht anzubringen.

heit, wenn innerhalb der Annäherungsstrecke die Spannweite in jeder der beiden Linien 30 m nicht überschreitet.

6. Bei Kreuzungen darf, wenn die Starkstromanlage Hochspannung führt, und wenn zwischen ihr und den Schwachstromleitungen keine geerdeten Schutznetze vorhanden sind, der Abstand der Konstruktionsteile der Starkstromanlage von den Schwachstromleitungen in senkrechter Richtung nicht weniger als 2 m bei Hochspannungsanlagen, wenn geerdete Schutzvorrichtungen angebracht sind, sowie bei Niederspannungsanlagen derselbe Abstand nicht weniger als 1 m, der Abstand wagerechter Richtung dagegen in allen Fällen nicht weniger als 1,25 m betragen. Bei Niederspannung können in besonderen Fällen Ermäßigungen des wagerechten Abstandes zugelassen werden.

7. Der Abstand der Konstruktionsteile oberirdischer Starkstromanlagen (Stangen, Streben, Anker, Erdleitungsdrähte usw.) von Telegraphen- und Fernsprechkabeln soll möglichst groß sein und mindestens 0,8 m betragen. In Ausnahmefällen kann eine Annäherung bis auf 0,25 m zugelassen werden; alsdann müssen die Telegraphen- und Fernsprechkabel mit eisernen Röhren umkleidet sein.

8. Die Starkstromkabel müssen tunlichst entfernt, jedenfalls in einem seitlichen Abstände von mindestens 0,8 m von den Konstruktionsteilen der oberirdischen Telegraphen- und Fernsprechlinien (Stangen, Streben, Ankern usw.) verlegt sein. Wenn sich dieser Mindestabstand ausnahmsweise in einzelnen Fällen nicht hat innehalten lassen, so müssen die Kabel in eiserne Rohre eingezogen sein, die nach beiden Seiten über die gefährdete Stelle um mindestens 0,25 m hinausragen. Die Rohre müssen gegen mechanische Angriffe bei Ausführung von Bauarbeiten an den Telegraphen- und Fernsprechlinien genügend widerstandsfähig sein. Auf weniger als 0,25 m Abstand darf das Kabel den Konstruktionsteilen der Telegraphen- und Fernsprechlinien in keinem Falle genähert werden. Über die Lage der verlegten Kabel hat der Unternehmer der Oberpostdirektion einen genauen Plan vorzulegen.

9. Die unterirdischen Starkstromleitungen müssen tunlichst entfernt von den Telegraphen- und Fernsprechkabeln, womöglich auf der anderen Straßenseite verlaufen.

Wo die beiderseitigen Kabel sich kreuzen oder in einem seitlichen Abstände von weniger als 0,3 m nebeneinander verlaufen, müssen die Starkstromkabel auf der den Schwachstromkabeln zugekehrten Seite mit Halbmuffen aus Zement oder gleichwertigem feuerbeständigem Material von wenigstens 0,06 m Wandstärke versehen sein. Die Muffen müssen 0,3 m zu beiden Seiten der gekreuzten Schwachstromkabel, bei seitlichen Annäherungen ebenso weit über den Anfangs- und Endpunkt der gefährdeten Strecke hinausragen. Liegen bei Kreuzungen oder bei seitlichen Abständen der Kabel von weniger als 0,3 m die Starkstromkabel tiefer als die Schwachstromkabel, so müssen letztere zur Sicherung gegen mechanische Angriffe mit zweiteiligen eisernen Rohren bekleidet sein, die über die Kreuzungs- und Näherungsstelle nach jeder Seite hin 1 m hinausragen. Besonderer Schutzvorrichtungen bedarf es nicht, wenn die Starkstrom- oder die Schwachstromkabel sich in gemauerten oder in Zement- oder dergleichen Kanälen von wenigstens 0,06 m Wandstärke befinden.

10. Zur Sicherung der Telegraphen- und Fernsprechleitungen gegen mittelbare Gefährdung durch Hochspannung müssen Schutzvorkehrungen getroffen sein, durch die der Übertritt hochgespannter Ströme in dritte, mit den Telegraphen- und Fernsprechleitungen an anderen Stellen zusammentreffende Anlagen oder das Entstehen von Hochspannung in diesen Anlagen verhindert oder unschädlich gemacht wird (vgl. Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen vom 1. Januar 1908 § 4, sowie § 22 h und i, Satz 1).

11. Innerhalb der Gebäude müssen die Starkstromleitungen tunlichst entfernt von den Telegraphen- und Fernsprechleitungen angeordnet sein.

Sind Kreuzungen oder Annäherungen bei festverlegten Leitungen an derselben Wand nicht zu vermeiden, so müssen die Starkstromleitungen so angeordnet sein, oder es müssen solche Vorkehrungen getroffen sein, daß eine Berührung der beiderseitigen Leitungen ausgeschlossen ist.

12. Alle Schutzvorrichtungen sind dauernd in gutem Zustande zu erhalten.

13. Von beabsichtigten Aufgrabungen in Straßen mit unterirdischen Telegraphen- oder Fernsprechkabeln ist der zuständigen Post- oder Telegraphenbehörde beizeiten, wenn möglich vor dem Beginne der Arbeiten schriftlich Nachricht zu geben.

14. Fehler — d. h. ein schadhafter Zustand — in der Starkstromanlage, durch welche der Bestand der Telegraphen- und Fernsprechanlagen oder die Sicherheit des Bedienungs-personals gefährdet werden könnte, oder welche zu Störungen des Telegraphen- oder Fernsprechbetriebes Anlaß geben, sind ohne Verzug zu beseitigen. Außerdem kann in dringenden Fällen die Abschaltung der fehlerhaften Teile der Starkstromanlage bis zur Beseitigung der Ursache der Gefahr oder Störung gefordert werden.

15. Vor dem Vorhandensein der vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen und vor Ausführung der etwa notwendigen Änderungen an den Telegraphen- und Fernsprechleitungen darf das Leitungsnetz auch für Probetrieb oder sonstige Versuche nicht unter Strom gesetzt werden. Von der beabsichtigten Unterstromsetzung ist der Telegraphenverwaltung mindestens drei freie Wochentage vorher schriftlich Mitteilung zu machen. Von der Innehaltung dieser Frist kann nach vorheriger Vereinbarung mit der zuständigen Post- oder Telegraphenbehörde abgesehen werden.

16. Falls die gewählte Anordnung<sup>1)</sup> oder die vor-

---

<sup>1)</sup> § 12 des Gesetzes über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. April 1892 lautet:

Elektrische Anlagen sind, wenn eine Störung des Betriebes der einen Leitung durch die andere eingetreten oder zu befürchten ist, auf Kosten desjenigen Teiles, welcher durch eine spätere Anlage oder durch eine später eintretende Änderung seiner bestehenden Anlage diese Störung oder die Gefahr derselben veranlaßt, nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie sich nicht störend beeinflussen.

§ 6 des Telegraphenwegegesetzes vom 18. Dezember 1899 lautet:

Spätere besondere Anlagen sind nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie die vorhandenen Telegraphenlinien nicht störend beeinflussen.

Dem Verlangen der Verlegung oder Veränderung einer Telegraphenlinie muß auf Kosten der Telegraphenverwaltung stattgegeben werden, wenn sonst die Herstellung einer späteren besonderen Anlage unterbleiben müßte oder wesentlich erschwert werden würde, welche aus Gründen des öffentlichen Interesses, insbesondere aus volkswirtschaftlichen oder Verkehrsrücksichten von den Wegeunterhaltungspflichtigen oder unter überwiegender Beteiligung eines oder mehrerer derselben zur Ausführung gebracht werden soll. Die Verlegung einer nicht lediglich dem

gesehenen Schutzmaßregeln nicht ausreichen, um Gefahren für den Bestand (die Substanz) der Telegraphen- oder Fernsprechanlagen und für die Sicherheit des Bedienungspersonals oder Störungen für den Betrieb der Telegraphen- und Fernsprechleitungen fernzuhalten, sind im Einvernehmen mit der Telegraphenverwaltung weitere Maßnahmen zu treffen, bis die Beseitigung der Gefahren oder der störenden Einflüsse erfolgt ist.

17. Von geplanten wesentlichen Veränderungen oder von beabsichtigten wesentlichen Erweiterungen der Starkstromanlage, soweit diese Veränderungen oder Erweiterungen die Punkte 1 bis 10 und 12 bis 16 berühren, hat der Unternehmer behufs Feststellung der weiter etwa erforderlichen Schutzmaßnahmen der Telegraphenverwaltung Anzeige zu erstatten.

18. Wegen Tragung der Kosten für die durch die Starkstromanlage bedingten Änderungen an den Telegraphen- und Fernsprechleitungen sowie für Herstellung und Unterhaltung der Schutzvorkehrungen, an der Starkstromanlage oder an den Telegraphen- und Fernsprechleitungen gelten die gesetzlichen Bestimmungen.

---

Orts-, Vororts- oder Nachbarortsverkehr dienenden Telegraphenlinie kann nur dann verlangt werden, wenn die Telegraphenlinie ohne Aufwendung unverhältnismäßig hoher Kosten anderweitig ihrem Zwecke entsprechend untergebracht werden kann.

Muß wegen einer solchen späteren besonderen Anlage die schon vorhandene Telegraphenlinie mit Schutzvorkehrungen versehen werden, so sind die dadurch entstehenden Kosten von der Telegraphenverwaltung zu tragen.

Überläßt ein Wegeunterhaltungspflichtiger seinen Anteil einem nicht unterhaltungspflichtigen Dritten, so sind der Telegraphenverwaltung die durch die Verlegung oder Veränderung oder durch die Herstellung der Schutzvorkehrungen erwachsenden Kosten, soweit sie auf dessen Anteil fallen zu erstatten.

Die Unternehmer anderer als der in Abs. 2 bezeichneten besonderen Anlagen haben die aus der Verlegung oder Veränderung der vorhandenen Telegraphenlinien oder an der Herstellung der erforderlichen Schutzvorkehrungen an solchen erwachsenden Kosten zu tragen.

Auf spätere Änderungen vorhandener besonderer Anlagen finden die Vorschriften der Abs. 1 bis 5 entsprechende Anwendung.

---



## 7. Normalien für isolierte Leitungen.<sup>1) 2)</sup>

In der neuen Fassung angenommen auf den Jahresversammlungen 1912 und 1913. Veröffentlicht: ETZ 1912 S. 545 und 1913 S. 1041.

Es sind drei Hauptgruppen zu unterscheiden:

I. Gummiisolierte Leitungen, deren Adern nicht unter Wasser zu prüfen sind:

- a) Gummiband-Leitungen . . . . . (GB)
- b) Fassungsadern . . . . . (FA)
- c) Pendelschnüre . . . . . (PL)

II. Gummiisolierte Leitungen, deren Adern unter Wasser prüfbar sind:

- a) Gummiader-Leitungen . . . . . (GA)
- b) Spezial-Gummiaderleitungen . . . . . (SGA)
- c) Gummiader-Schnüre . . . . . (SA)
- d) Rohrdrähte . . . . . (RA)
- e) Panzeradern . . . . . (PA)
- f) Bewegliche Leitungen . . . . . (BL)

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen Normalien für Leitungen haben eine Anzahl anderer Fassungen bestanden, worüber die nachstehende Tabelle Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ.
Erste Fassung	28. 6. 01	1. 1. 03	01 S. 800
Zusatz zur ersten Fassung	13. 6. 02	1. 1. 03	02 S. 762
Zweite Fassung	8. 6. 03	1. 7. 03	03 S. 887
Zusatz zur zweiten Fassung	24. 6. 04	1. 7. 04	04 S. 687
Dritte Fassung	25. 5. 06	1. 1. 07	06 S. 664
Vierte Fassung	7. 6. 07	1. 1. 08	07 S. 823
Zusatz zur vierten Fassung	3. 6. 09	1. 7. 09 bezw. 1. 1. 10	09 S. 787
Zweiter Zusatz und Änderung der vierten Fassung	26. 5. 10	1. 7. 10 bezw. 1. 1. 12	10 S. 279, 382, 519 und 740.
Fünfte Fassung	6. 6. 12	1. 7. 12	12 S. 545
Änderungen d. fünften Fassung	19. 6. 13	1. 7. 13	13 S. 1041

Erläuterungen zur vierten Fassung siehe ETZ 1907 S. 500.

<sup>2)</sup> Sonderabdrücke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

**III. Bleikabel:**

- a) Gummi-Bleikabel.
- b) Papier- oder Faser-Bleikabel.

**A. Vorschriften über Bauart und Prüfung.<sup>1)</sup>****I. Gummiisolierte Leitungen, deren Adern nicht unter Wasser zu prüfen sind.**

a) Gummiband-Leitungen,  
geeignet zur festen Verlegung über Putz in trockenen Räumen  
für Spannungen bis 125 V.

Bezeichnung: GB

Gummiband-Leitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 1 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1 bis 150 qmm zulässig, dürfen jedoch als Mehrfach-Leitung nicht benutzt werden. Die Kupferseele ist feuerverzinkt, mit Baumwolle umgeben und darüber mit unverfälschtem, technisch reinem unvulkanisiertem Paraband umwickelt. Die Überlappung der Umwicklung muß mindestens 2 mm betragen. Über der Parabandhülle befindet sich eine Umwicklung mit Baumwolle und über dieser eine Umklöpfung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigem Material, welche in geeigneter Weise imprägniert ist. Gummiband-Leitungen werden keiner Durchschlagsprobe unterworfen.

Die Bauart des Leiters und das Gewicht der Parabandhülle für das laufende Meter müssen folgender Tabelle genügen:

---

<sup>1)</sup> Zwischen der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Dresden-A. 14, Strehleiner Straße 72 und den Firmen, welche Leitungsmaterial fabrizieren, besteht eine Vereinbarung dahingehend, daß bei allen Fabrikaten durch Kennfäden ersichtlich gemacht werden muß, von wem das Material stammt und ob es den Vorschriften des Verbandes entspricht. Die Mustersammlung der Kennfäden kann von der Vereinigung der Elektrizitätswerke zum Preise von 3 Mk. bezogen werden.

Diejenigen Leitungsmaterialien, welche obenstehenden Bestimmungen über Gummimischung entsprechen, müssen einen weißen Kennfaden besitzen. Ein roter Kennfaden deutet, soweit er bei Gummiaderleitungen Verwendung findet, darauf hin, daß das Material den jetzt bestehenden Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht entspricht.

Ein roter Kennfaden bei Gummibandleitungen zeigt, daß das Material nach den in obigen Tabellen angegebenen Abmessungen hergestellt ist.

Kupferquerschnitt in qmm	Mindestzahl der Drähte bei mehr- dräftigen Leitern	Gummigewicht in Gramm mindestens
1,0	7	1,80
1,5	7	1,55
2,5	7	1,90
4,0	7	2,30
6,0	7	2,80
10,0	7	3,40
16,0	7	4,20
25,0	7	5,50
35,0	19	6,50
50,0	19	8,00
70,0	19	10,00
95,0	19	12,00
120,0	19	14,00
150,0	19	15,50

Der Gewichtsbestimmung wird das Mittel aus fünf Wägungen von aus verschiedenen Stellen entnommenen 1 m langen Stücken zugrunde gelegt.

b) Fassungsadern,  
geeignet zur Installation in und an Beleuchtungskörpern  
für Spannungen bis 250 V.

Bezeichnung: FA

Die Fassungsader besteht aus einem massiven oder mehrdräftigen Leiter von 0,5 qmm Kupferquerschnitt.

Die Kupferseele ist feuerverzinkt und mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, deren Wandstärke 0,4 mm betragen soll. Über dem Gummi befindet sich eine Umklöpfung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material, welches auch in geeigneter Weise imprägniert sein kann. Diese Adern können auch mehrfach verseilt werden.

Eine Fassungs-Doppelader (Bezeichnung FA 2) kann auch aus zwei nebeneinander liegenden nackten Fassungsadern, die gemeinsam wie oben umklöpelt sind, bestehen.

Die Gummihülle des fertigen Fabrikates muß folgender Zusammensetzung entsprechen:<sup>1)</sup>

Mindestens 33,3% Kautschuk, der nicht mehr als 6% Harz enthalten darf,

höchstens 66,7% Zusatzstoffe einschließlich Schwefel.

<sup>1)</sup> Vgl. die Anm. auf S. 109.

Von organischen Füllstoffen ist nur der Zusatz von Zeresin (Paraffinkohlenwasserstoffen) bis zu einer Höchstmenge von 3% gestattet. Das spezifische Gewicht des Adergummis soll mindestens 1,5 betragen.

Die Fassungsadern müssen in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 1000 V Wechselstrom widerstehen. Bei Prüfung einfacher Fassungsadern sind zwei 5 m lange Stücke zusammenzudrehen.

c) Pendelschnüre,  
geeignet zur Installation von Schnurzugpendeln  
bis 250 V Spannung.

Bezeichnung: PL

Die Pendelschnur hat einen Kupferquerschnitt von 0,75 qmm.

Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Drähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umspinnen und darüber mit einer vulkanisierten Gummihülle von 0,6 mm Wandstärke umgeben. Zwei Adern sind mit einer Tragschnur oder einem Tragseilchen aus geeignetem Material zu verseilen und erhalten eine gemeinsame Umklöpfung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material. Die Tragschnur oder das Tragseilchen können auch doppelt zu beiden Seiten der Adern angeordnet werden. Wenn das Tragseilchen aus Metall hergestellt ist, muß es umspinnen oder umklöpelt sein. Die gemeinsame Umklöpfung der Schnur kann wegfallen, doch müssen die Adern und das Tragseilchen dann einzeln umflochten werden.

Die Pendelschnüre für Zugpendel usw. müssen so biegsam sein, daß einfache Schnüre um Rollen von 25 mm Durchmesser und doppelte um Rollen von 35 mm Durchmesser ohne Nachteil geführt werden können.

Die Gummihülle des fertigen Fabrikates muß folgender Zusammensetzung entsprechen:<sup>1)</sup>

Mindestens 33,3% Kautschuk, der nicht mehr als 6% Harz enthalten darf,

höchstens 66,7% Zusatzstoffe einschließlich Schwefel.

<sup>1)</sup> Vgl. die Anm. auf S. 109.

Von organischen Füllstoffen ist nur der Zusatz von Zeresin (Paraffinkohlenwasserstoffen) bis zu einer Höchstmenge von 3% gestattet. Das spezifische Gewicht des Adergummis soll mindestens 1,5 betragen.

Die Pendelschnur soll in trockenem Zustande  $\frac{1}{2}$  Stunde lang einer Wechselspannung von 1000 V widerstehen.

## II. Gummiisolierte Leitungen, deren Adern unter Wasser prüfbar sind.

### 1. Allgemeines.

Leitungen und Schnüre, deren Adern unter Wasser zu prüfen sind, haben eine Isolierung aus vulkanisiertem Gummi; der Leiter besteht in allen Fällen aus Kupfer und ist feuerverzinkt.

Die Gummihülle des fertigen Fabrikates muß folgender Zusammensetzung entsprechen:<sup>1)</sup>

Mindestens 33,3% Kautschuk, der nicht mehr als 6% Harz enthalten darf,  
höchstens 66,7% Zusatzstoffe einschließlich Schwefel.

Von organischen Füllstoffen ist nur der Zusatz von Zeresin (Paraffinkohlenwasserstoffen) bis zu einer Höchstmenge von 3% gestattet. Das spezifische Gewicht des Adergummis soll mindestens 1,5 betragen.

Jede Ader muß nach 24stündigem Liegen unter Wasser einer  $\frac{1}{2}$ stündigen Einwirkung eines Wechselstromes in Höhe der Prüfspannung der nachstehenden Tabelle zwischen Kupferseele und Wasser, dessen Temperatur 25° C nicht überschreiten darf, widerstehen.

Die Prüfspannungen sollen betragen bei einer höchsten zulässigen Betriebsspannung

von 1000 Volt	2000 Volt
„ 2000 „	4000 „
„ 3000 „	6000 „
„ 4000 „	8000 „
„ 5000 „	9000 „
„ 6000 „	10000 „
„ 7000 „	12000 „
„ 8000 „	13000 „
„ 10000 „	15000 „
„ 12000 „	18000 „

<sup>1)</sup> Vgl. die Anm. auf S. 109.

**2. Besondere Vorschriften.**

## a) Gummiader-Leitungen,

geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 V Spannung.

Bezeichnung: GA

Die Gummiader-Leitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 1 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1 bis 1000 qmm zulässig.

Für die Drahtzahl des Leiters und die Wandstärke der Gummihülle gilt folgende Tabelle:

Kupfer- querschnitt in qmm	Mindestzahl der Drähte bei mehr- drähtigen Leitern	Stärke der Gummischicht mindestens mm
1,0	7	0,8
1,5	7	0,8
2,5	7	1,0
4,0	7	1,0
6,0	7	1,0
10,0	7	1,2
16,0	7	1,2
25,0	7	1,4
35,0	19	1,4
50,0	19	1,6
70,0	19	1,6
95,0	19	1,8
120,0	37	1,8
150,0	37	2,0
185,0	37	2,2
240,0	61	2,4
310,0	61	2,6
400,0	61	2,8
500,0	91	3,2
625,0	91	3,2
800,0	127	3,5
1000,0	127	3,5

Die Gummihülle ist mit gummiertem Band bedeckt. Hierüber befindet sich eine Umklöpfung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigem Material, welche in geeigneter Weise imprägniert ist. Bei Mehrfach-Leitungen kann die Umklöpfung gemeinsam sein.

b) Spezial-Gummiaderleitungen,  
geeignet zur festen Verlegung für jede Spannung und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 1500 V Spannung.

Bezeichnung: SGA

der die Betriebsspannung beizufügen ist, z. B.

$$\frac{\text{SGA}}{3000}^{10}.$$

Die Spezial-Gummiaderleitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 1 bis 16 qmm, mit mehrdrätigen Leitern in Querschnitten von 1 bis 1000 qmm zulässig. Die Kupferseele ist umgeben von der Gummihülle.

Die Gummihülle muß bei diesen Leitungen aus mehreren verschiedenfarbigen Lagen Gummi hergestellt sein, deren Gesamtdicke mindestens den Werten der folgenden Tabelle entsprechen muß.

Kupfer- querschnitt in qmm	Stärke der Gummischicht mindestens mm	Kupfer- querschnitt in qmm	Stärke der Gummischicht mindestens mm
1,0	1,5	95,0	2,6
1,5	1,5	120,0	2,6
2,5	1,5	150,0	2,8
4,0	1,5	185,0	3,0
6,0	1,5	240,0	3,2
10,0	1,7	310,0	3,4
16,0	1,7	400,0	3,6
25,0	2,0	500,0	4,0
35,0	2,0	625,0	4,0
50,0	2,3	800,0	4,5
70,0	2,3	1000,0	4,5

Die Gummihülle ist mit gummiertem Band bedeckt. Hierüber befindet sich eine Umklöpfung aus Baumwolle, Hanf oder gleichwertigem Material, welche in geeigneter Weise imprägniert ist. Bei Mehrfach-Leitungen kann die Umklöpfung gemeinsam sein.

Die Mindestzahl der Drähte bei mehrdrätigen Leitern ist dieselbe wie die in der Tabelle für GA-Leitungen angegebene.

## c) Gummiader-Schnüre,

geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 V Spannung

Bezeichnung: SA

Gummiader-Schnüre sind in Querschnitten von 1 bis 6 qmm zulässig. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnnten Kupferdrähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umspinnen; darüber befindet sich die wasserdichte vulkanisierte Gummihülle.

Jede Ader muß über der Gummihülle einen Schutz aus Fasermaterial (Garn, Seide, Baumwolle oder ähnlichen) erhalten. Bei Einleiter-Schnüren oder verseilten Mehrfach-Schnüren muß dieser Schutz in einer Umklöpfung bestehen.

Runde oder ovale Mehrfach-Schnüre müssen außerdem eine gemeinsame Umklöpfung erhalten.

Für die Wandstärke der Gummihülle gilt folgende Tabelle:

Kupfer- querschnitt in qmm	Stärke der Gummischicht mindestens mm
1,0	0,8
1,5	0,8
2,5	1,0
4,0	1,0
6,0	1,0

d) Rohrdrähte,<sup>1)</sup>

geeignet zur erkennbaren Verlegung für Spannungen bis 500 V<sup>2)</sup>.

Bezeichnung: RA.

Rohrdrähte sind Gummiaderleitungen mit gefalztem oder anders geschlossenem, eng anliegendem Metallmantel (nicht Bleimantel), die an Stelle der imprägnierten Umklöpfung eine mechanisch gleichwertige, isolierende Hülle von mindestens 0,4 mm Wandstärke haben.

<sup>1)</sup> Dieser Abschnitt hat Gültigkeit vom 1. Juli 1913 ab.

<sup>2)</sup> Unter erkennbarer Verlegung soll eine Verlegung verstanden sein, welche es ermöglicht, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu erkennen. Zulässig ist das Übertapezieren der auf glatter Wand verlegten Rohrdrähtleitungen, sowie das Verkleiden der Rohrdrähte mit Schutzrohren, Deckleisten oder Blechen, sobald diese zwecks Kontrolle leicht entfernbar sind.

Das Einmauern und Einputzen der Rohrdrähte ist verboten.



Rohrdrähte sind als Einfachleitungen in Querschnitten von 1 bis 16 qmm, als Mehrfachleitungen in Querschnitten von 1 bis 6 qmm zulässig. Die Wandstärke des Mantels soll mindestens 0,25 mm betragen. Für den äußeren Durchmesser der Rohrdrähte gilt folgende Tabelle:

Anzahl der Adern und Querschnitt in qmm	Außendurchmesser (über Falz gemessen in mm)	
	nicht unter	nicht über
1	5,3	6
1,5	5,4	6,2
2,5	6,4	7,2
4	6,8	7,6
6	7,2	8
10	8,2	9,2
16	9,2	10,2
2 × 1	8,3	9,3
2 × 1,5	8,7	9,7
2 × 2,5	10	11
2 × 4	10,5	11,5
2 × 6	11,5	12,5
3 × 1	8,7	9,7
3 × 1,5	9,2	10,2
3 × 2,5	10,5	11,5
3 × 4	11,5	12,5
3 × 6	12,5	13,5
4 × 1	9,5	10,5
4 × 1,5	10	11
4 × 2,5	11,5	12,5

Rohrdraht muß einer halbstündigen Einwirkung eines Wechselstroms von 2000 Volt Spannung zwischen den Leitern und zwischen Leitung und Metallmantel in trockenem Zustand widerstehen.

#### e) Panzeradern,

geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V und zum Anschluß transportabler Stromverbraucher bis 500 V Spannung.

Bezeichnung: PA

Panzeradern sind SGA-Leitungen mit einer Hülle von Metalldrähten (Geflecht, Umwicklung). Bei Mehrfachleitungen darf die Metallhülle gemeinsam sein.

Die imprägnierte Umklöpfung der SGA-Leitung darf durch eine andere gleichwertige Schutzhülle, die als Zwischenlage gegen das Durchstechen abgerissener Drähte Schutz bietet, ersetzt sein.

Die Prüfung der fertigen PA hat mit 4000 V Spannung zwischen Leiter und Schutzpanzer bei trockenem Zustand zu erfolgen.

f) Bewegliche Leitungen.<sup>1)</sup>

geeignet zur Führung über Leitrollen und Trommeln.

Bezeichnung: BL

(Kranleitungen, Abteufleitungen, Schießleitungen u. dergl., ausgenommen Pflugleitungen.)

Bewegliche Leitungen für solche Anwendungsgebiete, wo ein häufiges Auf- und Abwickeln der Leitungen betriebsmäßig stattfindet, sind nur mit mehrdrähtigen, feuerverzinnnten Kupferleitern in den normalen Querschnitten von 2,5 qmm bis 150 qmm zulässig. Die Einzeldrähte dürfen bis zum Querschnitt von 50 qmm nicht über 0,8 mm Durchmesser, bei größeren Querschnitten nicht über 1,2 mm Durchmesser haben. Verbindungen müssen in der Weise hergestellt sein, daß die Drähte einzeln verlötet und die Lötstellen versetzt werden. Bei Querschnitten über 10 qmm muß der Leiter mehrlitzig sein. Der Drall darf bei einzelnen Litzen nicht mehr als das 12- bis 15-fache des Litzendurchmessers betragen, bei mehrlitzigen Leitern nicht mehr als das 11-fache des Gesamtdurchmessers.

Die Isolierung der beweglichen Leitungen bis 250 Volt Spannung soll der der GA-Leitungen, diejenige der beweglichen Leitungen über 250 Volt Spannung der der SGA-Leitungen entsprechen.

Bewegliche Leitungen dürfen keinen Bleimantel haben<sup>2)</sup>; sie sind mit einer bei Mehrfachleitungen gemeinsamen Umhüllung oder Bewehrung zu versehen, die hinreichend biegsam und so widerstandsfähig ist, daß sie bei der vorgesehenen Beanspruchung keine mechanische Verletzung er-

<sup>1)</sup> Dieser Abschnitt hat Gültigkeit vom 1. Juli 1913 ab.

<sup>2)</sup> Für Abteufkabel, die über Leitrollen und Trommeln geführt und nicht häufig bewegt werden, sind bis auf weiteres Bleimäntel zulässig.

leidet. Für Spannungen über 250 Volt ist nur zur Erdung geeignete Metallbewehrung zulässig. Eine Umklöppelung mit Drähten von weniger als 0,5 mm Durchmesser gilt nicht als ausreichende Metallbewehrung. Bei Leitungen, welche sich selbst tragen müssen, sind entweder Drahtseile einzulegen, oder die Bewehrung kann als Träger verwendet werden. Die stromführenden Leiter selbst sind nicht als tragende Teile in Rechnung zu setzen<sup>1)</sup>. Die Festigkeit der tragenden Teile ist hierbei so zu bemessen, daß das Gesamtgewicht der freihängenden Leitung und der daran hängenden Teile mit fünffacher Sicherheit getragen werden kann; die tragenden Teile sind so zu gestalten oder anzuordnen, daß die freihängende Leitung sich nicht durch Aufdrehen verändern kann. Zwischen Leitungsadern und Bewehrung muß außer der Beklöpplung ein Schutzpolster aus feuchtigkeitsbeständigem Material angebracht werden, dessen Stärke einschließlich der Beklöpplung der Isolationsdicke gleichkommt. Mit einer gleichstarken Hülle aus entsprechendem Material sind Tragseile zu umgeben. Tragseile müssen aus Einzeldrähten von höchstens 0,8 mm Durchmesser verseilt sein.

Erdungsleiter in beweglichen Leitungen sollen aus Kupfer bestehen und einen Querschnitt von mindestens 4 qmm haben<sup>2)</sup>.

Bei Spannungen von mehr als 250 Volt sind Prüf- und Hilfsdrähte unzulässig.

Für die Prüfung beweglicher Leitungen gelten die Vorschriften unter II, 1, wobei als Betriebsspannung stets die Spannung zwischen zwei Adern anzusehen ist.

Bewegliche Leitungen in Betriebsstätten und Lageräumen mit ätzenden Dünsten müssen gegen chemische Beschädigungen tunlichst geschützt sein.

### III. Bleikabel.

#### a) Gummibleikabel.

Für Gummibleikabel sind je nach Spannung normale GA-Leitungen oder SGA-Leitungen zu verwenden. Mehrleiter-Gummibleikabel sind als verseilte Kabel aus solchen

---

<sup>1)</sup> Bei Schießleitungen ist es zulässig, den Leiter als Tragorgan auszubilden.

<sup>2)</sup> Siehe auch die „Leitsätze für Schutzerdungen“.

**Konstruktionstabelle für Einleiter-Gleichstrom-Bleikabel mit und ohne Prüfdraht bis 700 Volt.**

Effektiver Kupferquerschnitt	Kupferseele		3	Isolierhülle		Bleimantel		Bedeckung des Bleimantels		Bewehrung		Bedeckung der Bewehrung		Äußerer Durchmesser des fertigen Kabels ungefährr mm mit Prüfdraht
	Zahl der Drähte	Kabel ohne Prüfdraht		Material	Minimaldicke	einfacher	doppelter	Material	Dicke	Blechstärke	Drahtstärke	Material	Dicke	
1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1,0	1	—	1,75	1,2	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	17	
1,5	1	—	1,75	1,2	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	17	
2,5	1	—	1,75	1,2	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	18	
4,0	1	—	1,75	1,4	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	19	
6,0	1	—	1,75	1,4	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	19	
10,0	1	—	1,75	1,4	1,5	—	1,5	—	—	—	—	1,5	20	
16,0	7	3	2,0	1,5	2,0	0,9	2,0	0,8	—	—	—	2,0	25	
25	7	6	2,0	1,6	2,0	0,9	2,0	0,8	2 × 0,8	—	—	2,0	26	
35	7	6	2,0	1,6	2,0	0,9	2,0	0,8	2 × 0,8	—	—	2,0	27	
50	19	6	2,0	1,6	2,0	1,0	2,0	0,8	2 × 0,8	—	—	2,0	30	
70	19	13	2,0	1,7	2,0	1,0	2,0	0,8	2 × 0,8	—	—	2,0	32	
95	19	13	2,0	1,7	2,0	1,0	2,0	0,8	2 × 0,8	—	—	2,0	33	
120	19	13	2,0	1,8	2,0	1,1	2,0	0,8	2 × 1,0	—	—	2,0	36	
150	19	18	2,25	1,9	2,0	1,1	2,0	0,8	2 × 1,0	—	—	2,0	37	
185	37	26	2,25	2,0	2,0	1,1	2,0	0,8	2 × 1,0	—	—	2,0	41	
240	37	29	2,50	2,1	2,0	1,2	2,5	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	44	
310	37	36	2,50	2,2	2,0	1,2	2,5	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	47	
400	37	36	2,50	2,3	2,0	1,2	2,5	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	50	
500	37	36	2,75	2,4	2,0	1,3	3,0	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	55	
625	37	36	2,75	2,6	2,0	1,3	3,0	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	59	
800	37	36	3,0	2,8	2,0	1,4	3,0	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	64	
1000	37	36	3,0	3,0	2,0	1,5	3,0	1,0	2 × 1,0	—	—	2,0	68	

Die Bespannung über der Bewehrung muß derart ausgeführt werden, daß eine gute Deckung vorhanden ist.

Leitungen herzustellen. Die Adern müssen einzeln umklöppelt sein und nach der Verseilung mit einem imprägnierten Bande umgeben werden. Bleimantel und Bewehrung müssen bei Einleiterkabeln der Tabelle unter b, bei Mehrleiterkabeln der Tabelle unter c entsprechen. Bei mit Metall umklöppelten Gummibleikabeln werden Vorschriften, betreffend die Hülle über dem Bleimantel, nicht erlassen.

Adern und fertige Kabel sind nach den Bestimmungen unter A II zu prüfen. Für die zulässige Belastung sind die Tabellen unter B maßgebend.

b) Einleiter-Gleichstrom-Bleikabel mit und ohne Prüfdraht bis 700 V.

Einfache Gleichstrom-Bleikabel müssen der Konstruktions-Tabelle Seite 119 entsprechen und zwar gelten für

- a) blanke Bleikabel die Spalten 1 bis 5,
- β) asphaltierte Bleikabel die Spalten 1 bis 6,
- γ) armierte asphaltierte Bleikabel die Spalten 1 bis 9.

Die Prüfspannung beträgt für alle drei Arten 1200 Volt Wechselstrom. Die Kabel dürfen bei einhalbstündiger Prüfung in der Fabrik nicht durchschlagen.

Besteht der Leiter aus Aluminium anstatt aus Kupfer, so sind nur die normalen Querschnitte von 4 qmm an aufwärts zulässig; die Bauart der Kabel ist dieselbe.

c) Konzentrische und verseilte Mehrleiter-Bleikabel mit und ohne Prüfdraht.

Die Drähte der Außenleiter bei konzentrischen Mehrleiter-Kabeln sind derart zu wählen, daß dieselben einen möglichst geschlossenen Leiter bilden. Schwächer als 0,8 mm Durchmesser dürfen die Drähte jedoch nicht sein.

Bestehen die Leiter aus Aluminium anstatt aus Kupfer, so sind nur die normalen Querschnitte von 4 qmm an aufwärts zulässig; die Bauart der Kabel ist dieselbe.

Konzentrische Mehrleiter-Kabel sind nur für Spannungen bis 3000 V zulässig.

Die Prüfspannungen der Kabel werden wie folgt festgesetzt:

Die Spannung bei der Prüfung in der Fabrik soll das Doppelte, jene bei der Prüfung nach fertiger Verlegung das 1,25 fache der Betriebsspannung betragen.

Den Bedingungen ist genügt, wenn die Kabel in der Fabrik nach einhalbstündiger Prüfung und im fertig verlegten Netz nach einstündiger Prüfung mit den vorgeschriebenen Spannungen in Wechselstrom- bzw. bei den Dreifach-Kabeln in Drehstromschaltung nicht durchschlagen.

Kupfer- quer- schnitt der Einzel- leiter qmm	Mindestzahl der Drähte			Prüf- drähte	Isolierhülle für Kabel bis 700 V.	
	des Innenleiters bei konzentrischen Kabeln		in jedem kreis- förmigen Leiter b. den verseilten Kabeln		Quer- schnitt der Kupfer- seele qmm	Material
	ohne Prüf- drähte	Kabel mit Prüf- drähten				
1	—	—	1	} 1	Gut imprägnierte Papier- oder Faserisolation	2,3
1,5	—	—	1			2,3
2,5	—	—	1			2,3
4	—	—	1			2,3
6	—	—	1			2,3
10	1	—	1			2,3
16	1	3	7			2,3
25	7	6	7			2,3
35	7	6	7			2,3
50	19	6	19			2,3
70	19	13	19			2,3
95	19	13	19			2,3
120	19	13	19			2,3
150	19	18	37			2,3
185	37	26	37			2,5
240	37	29	37			2,5
310	37	36	61			2,8
400	37	36	—			2,8

Die Stärken der Isolationsschichten zwischen den Leitern unter sich und zwischen den Leitern und Blei werden bei den Kabeln höherer Spannungen, also über 700 V, dem Ermessen

des Fabrikanten überlassen. Keinesfalls dürfen die Stärken geringer sein, als für die Kabel für 700 V festgelegt ist.

Die Stärken der Bleimäntel und der Eisenband-Bewehrung richten sich nach nachstehender Tabelle:

Durchmesser der Kabelseele unter dem Bleimantel	Bleimantel		Bespinnung des Bleimantels	Blechstärke der Bewehrung	Be- deckung der Beweh- rung Dicke in mm
	einfach	doppelt			
mm	mm	mm	mm	mm	mm
bis 10	1,5	2 × 0,9	2	2 × 0,8	2
„ 12	1,6	2 × 0,9	2	2 × 0,8	2
„ 14	1,7	2 × 1,0	2	2 × 0,8	2
„ 16	1,7	2 × 1,1	2	2 × 0,8	2
„ 18	1,8	2 × 1,1	2	2 × 0,8	2
„ 20	1,9	2 × 1,1	2,5	2 × 1,0	2
„ 23	2,0	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0	2
„ 26	2,1	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0	2
„ 29	2,2	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0	2
„ 32	2,3	2 × 1,3	2,5	2 × 1,0	2
„ 35	2,4	2 × 1,3	2,5	2 × 1,0	2
„ 38	2,6	2 × 1,3	3	2 × 1,0	2
„ 41	2,7	2 × 1,4	3	2 × 1,0	2
„ 44	2,8	2 × 1,4	3	2 × 1,0	2
„ 47	3,0	2 × 1,5	3	2 × 1,0	2
„ 50	3,2	2 × 1,6	3	2 × 1,0	2
„ 54	3,2	2 × 1,6	3	2 × 1,0	2
„ 58	3,4	2 × 1,7	3	2 × 1,0	2
„ 62	3,4	2 × 1,7	3	2 × 1,0	2
„ 66	3,6	2 × 1,8	3	2 × 1,0	2
„ 70	3,6	2 × 1,8	3	2 × 1,0	2

Die Bespinnung über der Bewehrung muß derart ausgeführt werden, daß eine gute Deckung vorhanden ist.

## B. Belastungstabellen für isolierte Leitungen aus Kupfer.

### I. Belastungstabelle für gummiisolierte Leitungen.

Querschnitt in qmm	Höchste dauernd zulässige Stromstärke pro Leiter <sup>1)</sup> in Amp.
0,50	7,5
0,75	9
1	11
1,5	14
2,5	20
4	25
6	31
10	43
16	75
25	100
35	125
50	160
70	200
95	240
120	280
150	325
185	380
240	450
310	540
400	640
500	760
625	880
800	1050
1000	1250

Bei intermittierendem Betriebe ist die zeitweilige Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Tabelle entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

---

<sup>1)</sup> Bei Auswahl der Sicherung ist zu beachten, daß gemäß den „Vorschriften für Konstruktion und Prüfung von Installations-Material“ die höchste dauernd zulässige Stromstärke mindestens das 1,25 fache des Nennstromes der Sicherung ist. (Siehe auch § 20<sup>1</sup> der „Errichtungsvorschriften“)



## II. Belastungstabelle für Bleikabel.

Querschnitt  qmm	Höchste dauernd zulässige Stromstärke in Amp <sup>1)</sup> bei Verlegung im Erdboden								
	Einleiterkabel bis	Verseilte Zweileiterkabel bis		Verseilte Dreileiterkabel bis		Verseilte Vierleiterkabel bis		Konzentr.	
		700 V	3000 V	10000 V	3000 V	10000 V	3000 V	10000 V	Zweileiterkabel bis 3000 V
1	24	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	31	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	41	—	—	—	—	—	—	—	—
4	55	42	—	37	—	34	—	—	—
6	70	53	—	47	—	43	—	—	—
10	95	70	65	65	60	57	55	70	55
16	130	95	90	85	80	75	70	90	75
25	170	125	115	110	105	100	95	120	100
35	210	150	140	135	125	120	115	145	120
50	260	190	175	165	155	150	140	180	150
70	320	230	215	200	190	185	170	220	185
95	385	275	255	240	225	220	205	270	220
120	450	315	290	280	260	250	240	310	255
150	510	360	335	315	300	290	275	360	290
185	575	405	380	360	340	330	310	405	330
240	670	470	—	420	—	385	—	470	385
310	785	545	—	490	—	445	—	550	455
400	910	635	—	570	—	—	—	645	530
500	1035	—	—	—	—	—	—	—	—
625	1190	—	—	—	—	—	—	—	—
800	1380	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	1585	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei Verlegung von Kabeln in Luft oder bei Anordnung in Kanälen und dergleichen, Anhäufung von Kabeln im Erdboden oder ähnlichen ungünstigen Verhältnissen empfiehlt es sich, die Belastung auf  $\frac{3}{4}$  der in der Tabelle angegebenen Werte zu ermäßigen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Vgl. die Anm. auf S. 123.

<sup>2)</sup> In Bergwerken unter Tage sind Kabel, welche in der Sohle verlegt sind zu behandeln wie im Erdboden verlegte Kabel. Vgl. „Errichtungsvorschriften“, § 20, Fußnote.

Der Tabelle ist eine Übertemperatur von 25° C bei Dauerbelastung und die übliche Verlegungstiefe von etwa 70 cm zugrunde gelegt.

Sie gilt, solange nicht mehr als zwei Kabel im gleichen Graben nebeneinander liegen. Gesondert verlegte Mittelleiter bleiben hierbei unberücksichtigt.

Bei intermittierendem Betriebe ist die zeitweilige Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Tabelle entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

### **C. Belastungstabelle für isolierte Leitungen aus Aluminium.**

#### **I. Belastungstabelle für in Erdboden verlegte Einleiterkabel mit Aluminiumleiter für Gleichstrom bis 700 V.**

Querschnitt in qmm	Höchste dauernd zulässige Stromstärke <sup>1)</sup>
	in Amp.
4	42
6	55
10	75
16	100
25	130
35	160
50	200
70	245
95	295
120	345
150	390
185	440
240	515
310	600
400	695
500	795
625	910
800	1055
1000	1210

<sup>1)</sup> Vgl. die Anm. auf S. 123.

## **8. Leitsätze für Schutzerdungen.<sup>1)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht:  
ETZ 1913 S. 691 und 807. Gültig ab 1. Januar 1914.

### **I. Allgemeines.**

#### A. Zweck der Erdung.

Die Erdungsvorschriften bezwecken die in § 3 und 4 der Errichtungsvorschriften enthaltenen allgemeinen Vorschriften über die Schutzerdung (im Gegensatz zu Betriebserdungen) in Anlagen mit mehr als 250 Volt Spannung gegen Erde für alle gewöhnlich vorkommenden Fälle zu ergänzen und Normen für die Ausführung zu schaffen\*).

Zweck der Schutzerdung ist, zu verhindern, daß Teile einer elektrischen Starkstromanlage, welche in normalem Zustande spannungslos sind oder Niederspannung führen, durch Zufall gefährliche Spannungen annehmen.

#### B. Begriffserklärung:

Als Erdung im Sinne dieser Vorschriften ist anzusehen:

1. Der Anschluß an natürliche Erden, wie ausgedehnte Eisenkonstruktionsteile, Rohrleitungen oder ähnliche Metallmassen, soweit sie mit dem Erdreich in dauernder Verbindung stehen und genügenden Querschnitt aufweisen;
2. der Anschluß an künstliche Erden, wie in das Erd-

---

<sup>1)</sup> Sonderabdrücke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

\*) Auch in solchen Niederspannungsräumen, in denen besondere Gefahr besteht, wird empfohlen, nach gleichen Grundsätzen zu verfahren. Derartige Gefahren bestehen in feuchten und durchtränkten Räumen, sowie in jenen Räumen, in denen die an und für sich mit Erde in leitender Verbindung stehenden Metallteile, z. B. eiserne Konstruktionsteile der Gebäude, Maschinen und Geräte aus Metall, Rohrleitungen für Wasser, Gas usw., eiserne Beläge der Fußböden u. dgl. mehr, in der Nähe der elektrischen Einrichtungen erreichbar sind. Beim gleichzeitigen Berühren der fehlerhaften nicht geerdeten elektrischen Apparate und der vorgenannten geerdeten Metallteile sind unter Umständen, namentlich bei Vorhandensein von Feuchtigkeit an Kleidung, Händen und Füßen, die Bedingungen für einen gefahrbringenden Stromübertritt gegeben.

reich versenkte Elektroden in Form von Platten genügender Größe oder in das Erdreich eingetriebene Eisenrohre.

## II. Anwendung der Erdung.

Die Schutzerdung kommt in Betracht in:

1. Elektrizitätswerken, Unterstationen, Transformatoranlagen, Schalthäusern und dergl.,
2. Leitungen im Freien,
3. Verbrauchsanlagen.

1. Schutzerdung in Elektrizitätswerken, Unterstationen, Transformatoranlagen, Schalthäusern und dergl.

Zu erden sind alle Metallteile, die den betriebsmäßig spannungsführenden Teilen am nächsten liegen oder mit ihnen in Berührung kommen können; also die nicht stromführenden Metallteile von Maschinen, Transformatoren, Apparaten und die Gehäuse von Meßinstrumenten und Zählern, sofern sie nicht isoliert montiert und durch besondere Maßnahmen gegen zufällige Berührung geschützt sind: ferner die Niederspannungswicklungen<sup>1)</sup> aller Strom- und Spannungswandler<sup>2)</sup>, weiter die Gerüste von Schaltanlagen<sup>3)</sup> sowie zugängliche Kabelarmaturteile, Flanschen von Durchführungen, Isolatorenträger usw., alle Betätigungsteile, Handräder, Hebel, Kurbeln von Schaltern<sup>4)</sup>, Anlassern, Regulatoren<sup>5)</sup> und so weiter.

Durchführungen ohne geerdete Metallflanschen und Einführungsfenster, ebenso Isolatoren ohne Metallstützen müssen von einem geerdeten Rahmen umgeben sein. Es genügt jedoch, wenn für mehrere zusammenliegende Durchführungsisolatoren ein gemeinsamer geerdeter Metallrahmen ausgeführt wird.

Eiseneinlagen der Betonwände von Betonzellen in Schaltanlagen sind untereinander und mit Erde dauernd zu verbinden. Rohrleitungen und Transportgleise innerhalb des Werkes sind nach Möglichkeit an die Erdung anzuschließen.

Die Wagen ausfahrbarer Schaltanlagen sind mit besonderen Erdkontakten zu versehen, welche die Wagen be-

---

<sup>1)</sup> Die beigefügten Zahlen mit Klammern verweisen auf den entsprechenden Absatz der an die Leitsätze angeschlossenen Erläuterungen.

reits sicher erden, bevor sich die spannungsführenden Kontakte berühren.

## 2. Schutzerdung für Leitungen im Freien.

Es sind zu erden alle Eisen- und Betonmaste. Ferner bei Holzmasten mit gemeinsamer Erdleitung die Armaturteile der Isolatoren und die Streckenschalter, Kurzschließer usw. bei Spannungen über 1000 Volt durch Anschließen an die Erdleitung.

In die Betätigungsgestänge von Schaltern an Holzmasten sind Isolatoren einzuschalten, wenn eine zuverlässige Erdung des Schalters nicht gewährleistet werden kann. In diesem Falle darf das Gestell selbst nicht geerdet werden, dagegen ist das Betätigungsgestänge unterhalb der Isolatoren zu erden<sup>6)</sup>.

## 3. Schutzerdungen in Verbrauchsanlagen.

In Verbrauchsanlagen gelten sinngemäß dieselben Vorschriften wie unter II, 1<sup>7)</sup>.

### III. Ausführung der Erdung.

Die Erdleitungen müssen gemäß § 3 der Errichtungsvorschriften für die zu erwartende Erdschlußstromstärke bemessen werden, mit der Maßgabe, daß in elektrischen Betriebsräumen für Haupterdungsleitungen aus Kupfer 50 qmm, für solche aus verzinktem oder verbleitem Eisen 100 qmm und für Anschlußleitungen an diese von weniger als 5 m Länge 16 qmm Kupferquerschnitt als ausreichend erachtet werden<sup>8)</sup>.

Hintereinanderschaltung der zu erdenden Teile ist unzulässig; die Einzelerdleitungen sind parallel an eine oder mehrere parallel geschaltete Haupterdleitungen anzuschließen<sup>9)</sup>. Der gute Kontakt der Erdleitungsanschlüsse muß dauernd gewährleistet sein<sup>10)</sup>. Unterbrechungsstellen in Erdleitungen (z. B. Schalter, Sicherungen usw.) sind unzulässig. Die Erdleitungen sind möglichst sichtbar und geschützt gegen mechanische und chemische Zerstörungen zu verlegen. Ihre Anschlußstellen müssen der Kontrolle zugänglich sein.

Grundsätzlich müssen die Schutzerdungen so angelegt sein, daß durch Berührung des zu erdenden Teiles oder seiner

Erdleitungen ein Spannungsgefälle zwischen diesem Teil und einer noch besseren Erdung nicht überbrückt werden kann.

Befindet sich in erreichbarer Nähe der zu erdenden Teile eine sehr gute Erdung, so muß die Erdleitung an diese „natürliche Erdung“ angeschlossen werden.

Erdleitungen sollen an Gasleitungen nicht angeschlossen werden. Eisenkonstruktionsteile, andere Rohrleitungen und ähnliches dürfen zur Erdung nur dann allein verwendet werden, wenn sie eine zuverlässige Erdung dauernd gewährleisten; andernfalls sind noch besondere Erdelektroden zu verwenden, deren Zahl und Beschaffenheit sich nach den örtlichen Verhältnissen richten muß, und die mit den übrigen Erdungen zu verbinden sind<sup>11)</sup>.

Erdelektroden und deren Zuleitungen dürfen für Hoch- und Niederspannung nur dann unmittelbar miteinander vereinigt werden, wenn die Erde durchaus zuverlässig ist.

Der Zustand der Erdungsanlage ist zeitweilig zu kontrollieren.

### **Erläuterungen :**

1. Von der grundsätzlichen Vorschrift der Erdung der Niederspannungswicklungen von Starkstromtransformatoren mußte vor der Hand abgesehen werden wegen der noch schwebenden Arbeiten der Reichspost und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker auf diesem Gebiet.

2. Die Erdung der sekundären Wicklung von Strom- und Spannungswandlern wird gefordert, weil beim Durchschlagen der Isolation zwischen Hoch- und Niederspannungswicklung Hochspannung in die Meßstromkreise übertreten kann. Die an Meßwandlern mit geerdeter Niederspannungswicklung angeschlossenen Apparate brauchen nicht besonders geerdet zu werden.

3. Bei der Auswahl der Konstruktionsteile einer Schaltanlage, die durch unmittelbaren Anschluß an die Erdleitung zu erden sind, soll als Regel dienen: Alle die in der nächsten Nähe von Hochspannung führenden Maschinen, Apparaten usw. montierten Teile sind direkt zu erden. Also zunächst die Isolatorenträger, ferner die Träger für die Befestigung der Ölschalter, der Strom- und Spannungswandler, wenn diese nicht schon geerdet sind. Sind mehrere Iso-

latorenträger an eine gemeinsame Eisenschiene angeschlossen, so ist diese Schiene zu erden, denn erst über diese Schiene kann der Erdstrom auf das Mauerwerk, in welchem die Eisen montiert sind, übertreten (vgl. auch 9 der Erläut.).

Wenn die eisernen Gestelle, auf denen Ölschalter und andere Apparate befestigt sind, an und für sich zuverlässig geerdet sind oder geerdet werden können, so sind in erster Linie diese zu erden. Sind mit ihnen dann die Gehäuse der Schalter und sonstigen Apparate gut leitend verbunden, so sind sie ohne weiteres mitgeerdet. Eine besondere Erdung der Apparate selbst wird nur notwendig, sofern die Erdung der Gestelle nicht zuverlässig ist. Der Vorzug der Erdung der Gestelle liegt darin, daß bei etwaigem Fortnehmen und Wiederaufsetzen oder Umsetzen oder Hinzufügen von Apparaten die Erdung dann durch das Aufsetzen schon von selbst mit erledigt ist.

4. Metallische Handgriffe brauchen nicht besonders geerdet zu werden, wenn sich zwischen Hochspannung und Handgriff bereits eine gute Erde befindet.

5. Die zufälliger Berührung zugänglichen Teile der Magnetregulatoren und Anlasser, die normal Niederspannung führen, aber durch Induktion oder Überschlag Hochspannung erhalten können, müssen geerdet werden.

6. Kann eine dauernd gute Erdung bei Mastschaltern und Kurzschließern an Holzmasten nicht gewährleistet werden, so sind in die Betätigungsorgane (Gestänge, Seile) Isolatoren für die Betriebsspannung einzubauen. Die Schalter sowie die Betätigungsorgane bis zu den Isolatoren sind dann nicht zu erden, dagegen sollen die Betätigungsteile unterhalb der Isolatoren eine Erdverbindung erhalten, damit etwaige Kriechströme über den Isolator abgeleitet werden.

7. Die Erdung von Apparaten in Verbrauchsstellen bietet oft Schwierigkeiten, insbesondere, wenn es sich um transportable Apparate handelt. Es scheint deshalb untunlich, für solche Fälle Spezialvorschriften zu geben, weil die anzustrebende Sicherheit durch Isolierung oder isolierende Schutzabdeckungen unter Umständen einfacher und zuverlässiger erreichbar ist.

8. Mit welcher Sicherheit dabei gerechnet ist, zeigen folgende Zahlen für horizontal freigespannte Leitungen:

Querschnitt für Kupfer:		Schmelzstrom nach 15 Min:
Draht:	4 qmm	220 Amp
	6 "	300 "
	10 "	430 "
	16 "	610 "
Seil:	25 "	890 "
	35 "	1075 "
	50 "	1330 "

9. In größeren Anlagen sind mehrere parallel geschaltete Haupterdleitungen, welche an mehreren Elektrodengruppen anzuschließen sind, zweckmäßig, um bequem alle Einzelerdleitungen anschließen und den Widerstand möglichst niedrig halten zu können. (Vgl. jedoch auch Text II, 1, zweiter Absatz.)

Hintereinander geschaltete Konstruktionsteile dürfen nicht Teile der Erdleitungen bilden, denn eine solche Erdleitung hätte durch die vielen Verbindungsstellen zu großen Widerstand und wäre ferner nicht betriebssicher, weil die dahinter liegenden Teile durch Demontage eines Teiles nicht mehr geerdet sein würden.

10. Die Verbindung der einzelnen Erdleitungen mit der Haupterdungsleitung erfolgt am sichersten durch Verlötung, Verschweißung oder Vernietung. Auch Verschraubungen sind zulässig, wenn sie gegen Lösen durch Erschütterungen gesichert sind.

11. Stehen Metallmassen von größerer Ausdehnung, z. B. Eisenbahnschienen, Drahtseile und ähnliches, nicht zur Verfügung, so empfiehlt es sich, zur Erdung in die Erde eingetriebene, ein- bis zweizöllige Gasrohre von 2 bis 3 m Länge zu verwenden. Können sie bis zum Grundwasser eingetrieben werden, so sind weitere Maßnahmen nicht nötig. Andernfalls empfiehlt es sich, das die Rohre umliegende Erdreich dadurch leitend zu machen, daß man um das Rohr direkt unter der Erdoberfläche Salz einbettet. Man soll aber mindestens zwei bis drei Rohre verwenden, die einzeln an die Haupterdleitung anzuschließen sind. (Vgl. auch Weber, Erläut. 10 zu § 3 der Err.-Vorschr.)

Gasleitungen können wegen ihrer im allgemeinen schlecht leitenden Rohrverbindungen keineswegs als schutzbietende Erdleitung angesehen werden.



## 9. Kupfernormalien.<sup>1)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1906. Veröffentlicht  
ETZ 1906 S. 666. Gültig ab 1. Januar 1907.

§ 1. Leitungskupfer darf für 1 km Länge und 1 qmm Querschnitt bei 15° C keinen höheren Widerstand haben als 17,5 Ohm. Der bei  $t^{\circ}$  C gemessene Widerstand  $R_t$  ist nach der Formel

$$R_{15} = \frac{R_t}{1 + 0,004 (t - 15)}$$

umzurechnen.

§ 2. Kupferleitungen müssen aus Leitungskupfer hergestellt sein. Die wirksamen Querschnitte von Kupferleitungen sind grundsätzlich durch Widerstandsmessungen zu ermitteln, wobei ein kilometrischer Widerstand für 1 qmm von 17,5 Ohm (vgl. § 1) einzusetzen und für Litzen und Mehrfachleiter die Länge des fertigen Kabels, also ohne Zuschlag für Drall, zu nehmen ist.

§ 3. Bei der Untersuchung, ob eine Kupferleitung aus Leitungskupfer hergestellt ist, beziehungsweise ob dieses den Bedingungen des § 1 entspricht, ist der Querschnitt durch Gewichts- und Längenbestimmung eines einfachen gerade gerichteten Leiterstückes zu ermitteln, wobei, falls eine besondere Bestimmung des spezifischen Gewichtes nicht vorgenommen wird, für dieses der Wert 8,91 einzusetzen ist.

§ 4. Vorstehende Bestimmungen gelten vom 1. Januar 1907 ab.

---

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen Kupfernormalien hat eine andere Fassung, die zweimal Zusätze und Änderungen erfahren hat, bestanden, worüber nachstehende Tabelle näheren Aufschluß gibt.

Fassung	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	18. 2. 96	1. 7. 96	96 S. 402
Erste Änderung	8. 6. 03	1. 7. 03	03 S. 687
Zweite Änderung	24. 6. 04	1. 7. 04	04 S. 687
Zweite Fassung	25. 5. 06	1. 1. 07	06 S. 666

## **10. Leitsätze für den Schutz von elektrischen Anlagen gegen Überspannungen.**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1906.  
Veröffentlicht ETZ 1906 S. 664. Gültig ab 1. Juli 1906.

### **A. Wesen der Überspannung.**

1. Eine Überspannung im allgemeinen Sinne des Wortes ist jede Erhöhung der Spannung über das Maß der betriebsmäßigen Spannungsschwankungen hinaus.

2. Insofern derartige höhere Spannungen durch atmosphärische Vorgänge oder durch Übertritt von höherer Spannung in Stromkreise niederer Spannung erzeugt werden, sind sie schon seit langem bekannt, und es sind Mittel zur Beseitigung ihrer Gefährlichkeit an anderer Stelle vorgeschlagen worden. (§§ 4 und 22 der „Errichtungsvorschriften“.)

3. Gegen andere Überspannungen, z. B. solche infolge von Belastungsschwankungen, Kurz- und Erdschlüssen, oder anderen Ursachen hat man bisher nicht überall genügend Vorsorge getroffen.

4. Die nachfolgenden Sätze handeln von Mitteln, um Überspannungen in diesem engeren Sinne für die elektrischen Anlagen unschädlich zu machen.

### **B. Bedürfnis nach Überspannungssicherungen.**

5. Überspannungssicherungen sind überall da anzubringen, wo Überspannungen auftreten, insbesondere bei Anlagen mit mehr als 1000 V Betriebsspannung.

6. Auch Anlagen mit geringerer Betriebsspannung haben gelegentlich unter Überspannungen zu leiden; deren verhältnismäßig geringe Häufigkeit läßt aber nur dann besondere Vorkehrungen als wünschenswert erscheinen, wenn tatsächlich gefährliche Überspannungen beobachtet werden.

7. Der Schutz einer Anlage wird erfahrungsgemäß am umfassendsten durch Überspannungssicherungen in der Zentrale bewirkt.

8. Außerdem empfiehlt es sich, eine größere Anzahl von Überspannungssicherungen dann gleichförmig über das Netz zu verteilen, wenn die Verhältnisse der Anlage das Auftreten von Überspannungen begünstigen oder sie besonders gefährlich erscheinen lassen. (Freileitungen, größere räumliche Ausdehnung des Netzes und dergl.)

9. Man berücksichtigt in diesem Falle vornehmlich alle Leitungsenden, Überführungen von Kabeln in Freileitungen, Unterstationen und ähnliche Punkte.

10. Bei längeren durchgehenden Leitungsstrecken haben sich auch unterwegs Überspannungssicherungen bewährt.

11. Wenn Freileitungen auf kurze Strecken durch Kabel unterbrochen sind, mag manchmal das Anbringen von Überspannungssicherungen an beiden Kabelenden Schwierigkeit bereiten. Es ist in solchen Fällen nach den bisherigen Erfahrungen zu empfehlen, ein entsprechend stärker isoliertes Kabel anstelle eines normalen, geschützten zu verwenden.

12. Im übrigen wird man jede Ursache vermeiden, welche Anlaß zu Überspannungen geben kann, z. B. ist bei konzentrischen Kabeln die richtige Reihenfolge der Leiter beim Schalten zu beachten, und bei den übrigen Wechselstromanlagen muß man anderseits möglichst immer alle Leiter gleichzeitig einschalten.

### **C. Einbau der Überspannungssicherungen.**

13. Um die Überspannungssicherungen stets wirkungsbereit zu erhalten, muß man sie so anordnen, daß sie beim Abschalten von Betriebsmitteln nicht mit abgeschaltet werden. Es ist zu empfehlen, den Stromkreis der Überspannungssicherungen durch Schmelzsicherungen oder andere Unterbrecher abschaltbar einzurichten.

14. Die empfindlichere Natur der Überspannungssicherungen fordert, daß sie in geschlossenen Räumen untergebracht werden und leicht zugänglich sind. Eine regelmäßig wiederholte Besichtigung der Sicherungen nebst Zubehör ist für ihre Verlässlichkeit durchaus zu wünschen.

15. Die Überspannungssicherungen sollen die Ableitung so ausführen, daß hierbei keine weiteren gefährlichen Überspannungen entstehen. Sie sind deshalb so einzustellen, daß sie bei einer Spannung ansprechen, welche der Betriebsspannung der Anlage möglichst nahe liegt. Auch für Schutzvorrichtungen, die nach Erde hin ableiten, gilt die Betriebsspannung, das heißt, die verkettete, effektive Spannung als Maßstab.

16. Der neutrale Punkt für Mehrphasenanlagen soll tunlichst dauernd geerdet werden. In solchen Anlagen stellt man die Sicherungen möglichst nahe der Spannung gegen Erde ein.

17. Der § 3 der Errichtungsvorschriften, betreffend Erdleitung, ist in allen diesen Fällen angemessen anzuwenden.

18. Wenn die Ableitung der Überspannung eine zu hohe Stromstärke zur Folge hat, so sind neue Störungen, z. B. neue Überspannungen oder das Herausgehen von Automaten, Durchschmelzen der Sicherungen und anderes mehr zu befürchten. Andererseits würde bei einer zu kleinen Stromstärke oder einer zu langsamen Ableitung befürchtet werden müssen, daß die Überspannungen nicht genügend ungefährlich gemacht werden. In dem Ableitungsstromkreis sind deshalb geeignete Widerstände mit möglichst geringer Selbstinduktion vorzusehen, deren Größe nach den besonderen Verhältnissen der Anlage sachgemäß zu bestimmen ist.

---

## 11. Definition der elektrischen Eigenschaften gestreckter Leiter.<sup>1)</sup>

Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf der Jahresversammlung des V. D. E. 1910. Veröffentlicht: ETZ 1909 S. 1155 und S. 1184.

### § 1.

#### **Begriff des Mehrfachleitersystems. Einzelleiter und Schleife.**

Jede Vereinigung mehrerer langgestreckter metallischer Leitungen, wie sie z. B. bei Drehstrom- oder Telephonkabeln oder bei einer Gruppe parallel geführter Telegraphendrähte vorliegt, wird als „Mehrfachleitersystem“ (abgekürzt MLS) bezeichnet.

Das MLS oder einzelne Leiter darin oder Gruppen von solchen können mit metallischen Hüllen umgeben sein. Diese Hüllen werden im folgenden als Leiter berücksichtigt.

Jede Vereinigung zweier Einzelleiter eines MLS durch Verbindung der Enden heißt eine „Schleife“.

### § 2.

#### **Definition der Fundamentalkonstanten.**

Die Konstanten eines MLS, soweit sie für die Strom- und Spannungsverteilung in Betracht kommen, lassen sich auf vier Fundamentalkonstanten zurückführen: Kapazität, Induktivität, Widerstand und Ableitung.

Diese Begriffe sind auch bei einfachen Kondensatoren und Drosselspulen üblich. Für MLS werden sie mit Hilfe allgemeiner Sätze über den Wert der elektrischen und der magnetischen Energie in der folgenden Weise definiert:

a) Elektrische Energie. Hat ein Leiter eines MLS die Spannung  $v$  gegen Erde, während alle anderen Leiter

---

<sup>1)</sup> Begründung und Erläuterung s. ETZ 1909 Heft 48 und 49 S. 1155 u. 1184.

einschließlich der Hülle ohne Spannung gegen Erde sind, so läßt sich die elektrische Energie des Systems darstellen durch den Ausdruck:

$$U = \frac{1}{2} C v^2 \dots \dots \dots (1)$$

Von dieser Energie wird bei unvollständiger Isolation des Leiters in der Zeiteinheit ein Betrag

$$U' = A v^2 \dots \dots \dots (2)$$

in Wärme umgesetzt.

Definition 1. Der Koeffizient  $C$  heißt „Kapazität“ des Leiters.

Definition 2. Der Koeffizient  $A$  heißt „Ableitung“ des Leiters.

Die Ladung des Leiters ist

$$Q = C v \dots \dots \dots (1a)$$

sein Ladungsverlust pro Sekunde

$$Q' = A v \dots \dots \dots (2a)$$

b) Magnetische Energie. Fließt in einer Schleife eines MLS der Strom  $J$ , während alle übrigen Schleifen stromlos sind, so läßt sich die magnetische Energie des Systems darstellen durch den Ausdruck:

$$T = \frac{1}{2} L J^2 \dots \dots \dots (3)$$

Von dieser Energie wird in der Zeiteinheit der Betrag

$$T' = R J^2 \dots \dots \dots (4)$$

in Wärme umgesetzt.

Definition 3. Der Koeffizient  $L$  heißt „Induktivität“ der Schleife.

Definition 4. Der Koeffizient  $R$  heißt „Widerstand“ der Schleife.

Der Induktionsfluß durch die Schleife ist

$$\Phi = L J \dots \dots \dots (3a)$$

Der induktive Spannungsabfall in der Schleife ist

$$\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dJ}{dt}.$$

Der Ohmsche Spannungsabfall in der Schleife ist

$$\chi = R J \dots \dots \dots (4a)$$

Zusätze.

1. Sämtliche Koeffizienten sind der Länge des M L S proportional und werden auf die Längeneinheit (km) bezogen. Die Bezeichnungen *C A R L* gelten im folgenden gleichfalls für die Längeneinheit und ebenso die obigen Gl. (1) bis (4a).

2. Die Koeffizienten, insbesondere Ableitung und Widerstand hängen von der Temperatur ab.

3. Die Ableitung kann von der Höhe und dem zeitlichen Verlauf der Spannung abhängen. Sie enthält den Verlust durch Leitung im Dielektrikum und durch dielektrische Hysterese. Man erhält den letzteren Teil für sich bei Verwendung von Gleichspannung. Der reziproke Wert der mit Gleichstrom bestimmten Ableitung heißt „Isolationswiderstand des Leiters“.

Allgemein bezeichnet man den reziproken Wert der Ableitung als „wirksamen Isolationswiderstand des Leiters“. Die Ableitung ist fast stets so klein, daß die sie enthaltenden Glieder als Korrektionsglieder behandelt oder ganz vernachlässigt werden dürfen ( $A = 0$ ). Zu berücksichtigen ist die Ableitung insbesondere bei Telephonkabeln.

4. Induktivität und Widerstand können bei ungleichmäßiger Verteilung des Stromes über den Querschnitt (Skin-effekt) von der Art des zugrunde gelegten Stromes, insbesondere von der Frequenz des Wechselstromes und bei Gegenwart von Eisen auch von der Stärke des Stromes abhängen.

5. Von der entwickelten Wärme  $T'$  entsteht in jedem der beiden Einzelleiter  $\lambda$  und  $\mu$  der Schleife ein Teil. Bezeichnen  $R_\lambda J^2$  und  $R_\mu J^2$  diese Teile, so heißen  $R_\lambda$  und  $R_\mu$  die Widerstände der Einzelleiter. Diese sind hierdurch auch beim Auftreten von Skineffekt definiert. Der Widerstand der Schleife ist gleich der Summe der Widerstände der beiden Einzelleiter.

Der Ohmsche Spannungsabfall in der Schleife verteilt sich auf die beiden Leiter und hat im Leiter  $\lambda$  den Wert  $x_\lambda = R_\lambda J$ .

§ 3.

**Messung der Fundamentalkonstanten.**

Kapazität und Ableitung eines Leiters in einem M L S können nach denselben Methoden und in derselben Weise

gemessen werden, wie Kapazität und Ableitung eines gewöhnlichen Kondensators<sup>1)</sup>. Dabei ist der betrachtete Leiter als die eine Belegung, alle übrigen Leiter mit Erde oder Hülle verbunden als zweite Belegung des Kondensators anzusehen.

Induktivität und Widerstand einer Schleife, sowie der Widerstand eines Einzelleiters in einem M L S können nach denselben Methoden und in derselben Weise gemessen werden, wie Induktivität und Widerstand einer Drosselspule<sup>1)</sup>, vorausgesetzt, daß die Messung an einem kurzen Stück des M L S geschieht<sup>2)</sup>.

Über die Messung durch Lade- und Kurzschlußstrom siehe § 5.

#### § 4.

#### **Definition der sämtlichen Konstanten eines M L S.**

Zur Berechnung sämtlicher Konstanten, von denen die Verteilung der Ströme und Spannungen in einem M L S bei gegebenen Grenzbedingungen abhängt, sind folgende Fundamentalkonstanten ausreichend:

1. Die Kapazität jedes Einzelleiters und jeder möglichen Kombination von zwei Einzelleitern<sup>3)</sup>.
2. Die Ableitung jedes Einzelleiters und jeder möglichen Kombination von zwei Einzelleitern<sup>3)</sup>.
3. Die Induktivität jeder Schleife, die sich aus den Einzelleitern einschließlich der Hülle bilden läßt.
4. Der Widerstand jedes Einzelleiters einschließlich der Hülle.

---

<sup>1)</sup> Über die Ausführung solcher Messungen siehe F. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik, Leipzig; E. Orlich, Kapazität und Induktivität, Braunschweig 1909, und andere Handbücher.

<sup>2)</sup> Bedeutet  $\omega$  die Periodenzahl in  $2\pi$  Sekunden bei dem zur Messung benutzten Wechselstrom ( $\omega = 2\pi \times \text{Frequenz}$ ), so muß die Schleife so kurz beziehungsweise  $\omega$  so klein sein, daß  $L\omega$  klein ist gegen  $\frac{1}{\omega C}$ . Eventuell kann in derselben Weise, wie dies bei Drosselspulen zuweilen geschieht, eine Korrektion wegen der Kapazität angebracht werden.

<sup>3)</sup> Bei jeder Kombination sind die kombinierten Einzelleiter leitend zu verbinden, so daß der Kombination ein bestimmter Kapazitäts- (beziehungsweise Ableitungs-)wert (gegen Erde oder Hülle und alle übrigen damit verbundenen Leiter) zukommt. Eine Kombination von zwei Leitern läßt sich auch ersetzen durch eine solche von mehr Leitern (z. B. allen drei Leitern eines Drehstromkabels).



Setzt man in einem System von  $n$  Leitern Ladung und Ladungsverlust eines Leiters als lineare Funktionen der Spannungen der  $n$  Leiter gegen Erde an:

$$Q_{\mu} = c_{\mu 1} v_1 + c_{\mu 2} v_2 + \dots + c_{\mu n} v_n,$$

$$Q'_{\mu} = a_{\mu 1} v_1 + a_{\mu 2} v_2 + \dots + a_{\mu n} v_n,$$

so berechnen sich die Koeffizienten  $c_{\mu \nu}$  aus den Kapazitäten der Einzelleiter ( $C_{\mu}$ ) und den Kapazitäten der Kombinationen aus zwei Einzelleitern ( $C_{\mu, \nu}$ ) nach den Formeln:

$$c_{\mu \mu} = C_{\mu}; \quad c_{\mu \nu} = \frac{C_{\mu, \nu} - C_{\mu} - C_{\nu}}{2}.$$

Analog wird:

$$a_{\mu \mu} = A_{\mu}; \quad a_{\mu \nu} = \frac{A_{\mu, \nu} - A_{\mu} - A_{\nu}}{2}.$$

Bezeichnet  $L_{(\mu \nu)}$  die Induktivität der aus den Leitern  $\mu$  und  $\nu$  gebildeten Schleife und  $L_{(\mu \nu), (\mu' \nu')}$  den gegenseitigen Induktionskoeffizienten der Schleifen  $(\mu \nu)$  und  $(\mu' \nu')$ , so ist

$$L_{(\mu \nu), (\mu' \nu')} = \frac{1}{2} [L_{(\mu \nu')} + L_{(\mu' \nu)} - L_{(\mu \mu')} - L_{(\nu \nu')}].$$

Haben beide Schleifen den Leiter  $\mu$  gemeinsam, so ist

$$L_{(\mu \nu'), (\mu \nu')} = \frac{1}{2} [L_{(\mu \nu)} + L_{(\mu \nu')} - L_{(\nu \nu')}].$$

Über die Berechnung der Einzelwiderstände aus Schleifenwiderständen siehe ETZ 1909 S. 1185.

§ 5.

**Betriebswerte.<sup>1)</sup>**

In bestimmten Betriebsfällen und bei symmetrischen MLS läßt sich die Verteilung der Ströme und Spannungen besonders einfach beschreiben, nämlich durch die Angabe eines einzigen Stromes und einer einzigen Spannung, die dann als „Betriebsstrom  $J$ “ und „Betriebsspannung  $v$ “ bezeichnet werden und die den folgenden Differentialgleichungen genügen:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial J}{\partial z} &= \left( C \frac{\partial}{\partial t} + A \right) v \\ -\frac{\partial v}{\partial z} &= \left( L \frac{\partial}{\partial t} + R \right) J \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (I)$$

<sup>1)</sup> Der Name „Betriebswerte“ ist nach einem Vorschlage des Herrn Warburg gewählt.

Im Gegensatz zu den Betriebsvariablen  $J$  und  $v$  werden die Koeffizienten  $CALR$  als „Betriebskonstanten“ bezeichnet, und zwar als „Betriebskapazität, Betriebsableitung, Betriebsinduktivität und Betriebswiderstand“. Sie stellen gewisse Kombinationen der in § 4 angegebenen Konstanten des MLS dar und sind ausreichend, um das Verhalten des MLS in dem angenommenen Betriebsfalle zu beschreiben.

Welche Größe als Betriebsspannung gewählt wird, unterliegt einer gewissen Willkür. Im folgenden ist dafür angenommen:

Beim Zweileiterkabel: Die Spannung eines Leiters gegen den anderen.

Beim symmetrischen Drehstromkabel mit Drehstrombetrieb: Die Spannung eines Leiters gegen den Sternpunkt (Stern- oder Phasenspannung).

Beim symmetrischen vieraderigen Kabel mit Zweiphasenbetrieb: Die Spannung eines Leiters gegen den gegenüberliegenden.

Betriebsstrom ist der Strom des Leiters, dessen Spannung gegen einen anderen als Betriebsspannung gewählt wird. Bei einer Gruppe parallel geschalteter Leiter, deren Spannung als Betriebsspannung gewählt wird, gilt der Gesamtstrom der Gruppe als Betriebsstrom.

Die Betriebskonstanten gelten für die Längeneinheit des Kabels.

Der effektive Ladestrom eines am Ende offenen kurzen Kabelstückes von der Länge  $l$  (Leerlaufstrom) ist:

$$J_{\text{eff.}} = l \sqrt{C^2 \omega^2 + A^2} \cdot V_{\text{eff.}}; \dots \dots \dots \text{(II)}$$

der effektive Kurzschlußstrom eines am Ende geschlossenen kurzen Kabelstückes von der Länge  $l$  ist:

$$J_{\text{eff.}} = \frac{V_{\text{eff.}}}{l \sqrt{L^2 \omega^2 + R^2}} \dots \dots \dots \text{(III)}$$

wenn  $V_{\text{eff.}}$  den Effektivwert der an das Kabel gelegten sinusförmigen Betriebswechselspannung von  $\omega$  Perioden in  $2\pi$  Sekunden bedeutet. (Korrekturen bei größerer Kabellänge siehe ETZ 1909 S. 1186.)

Sind Ableitung  $Al$  und Widerstand  $Rl$  des Kabelstückes von der Länge  $l$  bekannt, so kann man durch Messung des Lade- und Kurzschlußstromes  $C$  und  $L$  erhalten:

$$C = \frac{1}{l \omega} \sqrt{\frac{J_{\text{eff.}}^2}{V_{\text{eff.}}^2} - A^2} l^2 \dots \dots \dots \text{(IV)}$$

$$L = \frac{1}{l \omega} \sqrt{\frac{V_{\text{eff.}}^2}{J_{\text{eff.}}^2} - R^2} l^2 \dots \dots \dots \text{(V)}$$

Beim Drehstromkabel mit Drehstrombetrieb kann man in die Formeln für Lade- und Kurzschlußstrom an Stelle der Sternspannung  $V_{\text{eff.}}$  die verkettete Spannung  $E_{\text{eff.}} = \sqrt{3} V_{\text{eff.}}$  einführen. Dann ist zu setzen:

Ladestrom:

$$J_{\text{eff.}} = l \sqrt{C^2 \omega^2 + A^2} \frac{E_{\text{eff.}}}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots \text{(II a)}$$

Kurzschlußstrom:

$$J_{\text{eff.}} = \frac{1}{l \sqrt{L^2 \omega^2 + R^2}} \frac{E_{\text{eff.}}}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots \text{(III a)}$$

und

$$C = \frac{1}{l \omega} \sqrt{\frac{3 J_{\text{eff.}}^2}{E_{\text{eff.}}^2} - A^2} l^2 \dots \dots \dots \text{(IV a)}$$

$$L = \frac{1}{l \omega} \sqrt{\frac{E_{\text{eff.}}^2}{3 J_{\text{eff.}}^2} - R^2} l^2 \dots \dots \dots \text{(V a)}$$

In der umstehenden Tabelle sind die Betriebskonstanten für einige Fälle ausgedrückt durch die in § 4 definierten allgemeinen Kabelkonstanten. Betriebsinduktivität und Betriebswiderstand hängen von der Frequenz des benutzten Wechselstromes ab (vgl. Zusatz 4 in § 2).

Hier bedeutet:

- $C_1$  die Kapazität des Leiters 1 [beim konzentrischen Kabel:
- $C_i$  die Kapazität des Innenleiters],
- $C'$  die Kapazität eines beliebigen Leiters,
- $C''$  die Kapazität der Kombination aus zwei Leitern [beim Vierleiterkabel:  $C_g''$  aus zwei gegenüberliegenden,  $C_a''$  aus zwei anliegenden],

Tabelle der Betriebswerte.

Kabel	Betriebsart	Betriebsspannung $v$	Betriebskapazität $C$	Betriebsableitung $A$	Betriebsinduktivität $L$	Betriebswiderstand $R$
Zweleiterkabel	Einphasenstrom, Hülle stromlos	zwischen den beiden Leitern	$\frac{C_1 + C_2}{2} - \frac{C''}{4}$	$\frac{A_1 + A_2}{2} - \frac{A''}{4}$	$L''$	$R''$
dasselbe, symmetrisch	symmetrisch <sup>1)</sup>	"	$C' - \frac{1}{4} C''$	$A' - \frac{1}{4} A''$	$L''$	$R''$
dasselbe, ohne Hülle und ohne Einfluß der Erde	"	"	$C'$	$A'$	$L''$	$R''$
dasselbe, konzentrisch	Außenleiter geerdet	"	$C_4$	$A_4$	$L''$	$R''$
Symmetrisches Dreileiterkabel	Drehstrom symmetrisch <sup>2)</sup>	Sternspannung	$2 C' - \frac{1}{2} C''$	$2 A' - \frac{1}{2} A''$	$\frac{1}{2} L''$	$\frac{1}{2} R''$
	Einphasenstrom in einer Schleife	zwischen den beiden Leitern der Schleife	$C' - \frac{1}{4} C''$	$A' - \frac{1}{4} A''$	$L''$	$R''$
	alle 3 Leiter parallel, Schleife aus diesen und Hülle, darin Einphasenstrom	zwischen den Leitern und Hülle	$C''' = 3(C'' - C')$	$A''' = 3(A'' - A')$	$\frac{1}{3} L''$	$\frac{1}{3} R''$
	2 Leiter parallel, Schleife aus diesen und dem dritten Leiter, darin Einphasenstrom, Hülle stromlos	zwischen den parallel geschalteten und dem einzelnen Leiter	$\frac{4}{3} \left( C' - \frac{1}{4} C'' \right)$	$\frac{4}{3} \left( A' - \frac{1}{4} A'' \right)$	$\frac{3}{4} L''$	$\frac{3}{4} R''$
	Symmetrischer Zweiphasenbetrieb <sup>3)</sup>	zwischen 1 und 3	$C' - \frac{1}{4} C''$	$A' - \frac{1}{4} A''$	$L''$	$R''$
Symmetrisches Vierleiterkabel	1 und 2 parallel, 3 und 4 parallel, daraus Schleife mit Einphasenstrom	zwischen 1 und 3	$2 \left( C' - \frac{1}{4} C'' \right)$	$2 \left( A' - \frac{1}{4} A'' \right)$	$\frac{1}{2} L''$	$\frac{1}{2} R''$
	1 und 3 parallel, 2 und 4 parallel, daraus Schleife mit Einphasenstrom	zwischen 1 und 2	$2 C' + \frac{1}{2} C'' - C_a''$	$2 A' + \frac{1}{2} A'' - A_a''$	$\frac{1}{2} L''$	$\frac{1}{2} R''$

1)  $v_1 + v_2 = 0$ . — 2)  $v_1 + v_2 + v_3 = 0$ ;  $J_1 + J_2 + J_3 = 0$ ;  $v_1 + v_3 = v_2 + v_4 = 0$ ;  $J_1 + J_3 = J_2 + J_4 = 0$ . — 3)  $v_1 + v_3 = 0$ ;  $J_1 + J_3 = 0$ .

$C'''$  die Kapazität der Kombination aus den drei Leitern des symmetrischen Drehstromkabels<sup>1)</sup>,

$L'$  die Induktivität einer Schleife aus einem Leiter und der Hülle,

$L''$  die Induktivität einer Schleife aus zwei Leitern [beim Vierleiterkabel:  $L_g''$  aus zwei gegenüberliegenden,  $L_a''$  aus zwei anliegenden].

Die Ableitungen  $A_1, A'$  usw. haben analoge Bedeutung wie die Kapazitäten  $C_1, C'$  usw.

Die Widerstände  $R'$  und  $R''$  haben analoge Bedeutung wie die Induktivitäten  $L'$  und  $L''$ .

Bezeichnet  $R_0$  den Widerstand der Hülle und  $R_1$  den Widerstand eines Leiters, so wird  $R'' = R_1 + R_2$ .

Bei symmetrischen Kabeln ist also:

$$R'' = 2 R_1 \quad \text{und} \quad R' = R_0 + R_1.$$

### § 6.

#### Formeln für die Berechnung von Kapazitäten und Induktivitäten aus den geometrischen Dimensionen.<sup>2)</sup>

##### I. Kapazitäten in absoluten elektrostatischen Einheiten (cm) pro 1 cm Kabellänge für ein Medium von der Dielektrizitätskonstante $\epsilon$ (Luft).

Aus den angegebenen Werten erhält man die Kapazitäten in Mikrofarad pro 1 km Kabellänge für ein Medium mit der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  durch Multiplikation mit  $\frac{1}{9} \epsilon$ .

##### 1. Symmetrisches Doppelkabel aus runden Drähten.

$2a$  = Drahtdicke,

$2d$  = Achsenabstand,

$R$  = innerer Radius des Bleimantels.

Es gelten für den Fall, daß  $a$  erheblich kleiner ist als  $d$  und  $(R-d)$ , folgende Näherungsformeln:

<sup>1)</sup> Es ist  $C'' = C' + \frac{1}{3} C'''$ .

<sup>2)</sup> Über Kapazitäten siehe unter anderem F Breisig, ETZ 1898 S. 772; L. Lichtenstein, „Beiträge zur Theorie der Kabel“, München 1908; E. Orlich, „Über Induktivitäten“, ETZ 1908 S. 310.

Betriebskapazität:

$$C = \frac{1}{4 \operatorname{lognat} \frac{2 d (R^2 - d^2)}{a (R^2 + d^2)}}.$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$F = \operatorname{lognat} \frac{R^2 - d^2}{R a}; \quad G = \operatorname{lognat} \frac{R^2 + d^2}{2 R d},$$

so wird:

$$C = \frac{1}{4 (F - G)}$$

und ferner:

$$C_1 = C_2 = c_{11} = c_{22} = \frac{F}{2 (F^2 - G^2)},$$

$$c_{1,2} = \frac{1}{F + G}; \quad c_{12} = -\frac{G}{2 (F^2 - G^2)}.$$

## 2. Symmetrische Doppelfreileitung aus runden Drähten.

$2 a$  = Drahtdicke,

$2 d$  = Achsenabstand,

$h$  = Höhe über dem Erdboden.

Es gilt, wenn  $a$  erheblich kleiner ist als  $d$  und  $h$ :

Betriebskapazität:

$$C = \frac{1}{4 \operatorname{lognat} \frac{2 d h}{a \sqrt{h^2 + d^2}}}.$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$F = \operatorname{lognat} \frac{2 h}{a}; \quad G = \frac{1}{2} \operatorname{lognat} \frac{h^2 + d^2}{d^2},$$

so gelten für sämtliche Kapazitätskoeffizienten die gleichen Ausdrücke wie beim symmetrischen Doppelkabel.

## 3. Symmetrische Doppelleitung aus runden Drähten ohne Hülle und ohne merklichen Einfluß der Erde.

$2 a$  = Drahtdicke,

$2 d$  = Achsenabstand.

Es gilt (streng):

Betriebskapazität:

$$C = \frac{1}{4 \operatorname{lognat} \frac{d + \sqrt{d^2 - a^2}}{a}},$$

oder wenn  $a$  erheblich kleiner ist als  $d$ , genähert:

$$C = \frac{1}{4 \operatorname{lognat} \frac{2d}{a}}.$$

#### 4. Konzentrisches Doppelkabel.

$a_1 = \text{innerer}$  } Radius des inneren Leiters,  
 $a_2 = \text{äußerer}$  }  
 $a_3 = \text{innerer}$  } Radius des äußeren Leiters,  
 $a_4 = \text{äußerer}$  }  
 $R = \text{Innenradius des Bleimantels.}$

Es gilt (streng):

Betriebskapazität:

$$C = \frac{1}{2 \operatorname{lognat} \frac{a_3}{a_2}}.$$

$$C_{1,2} = \frac{1}{2 \operatorname{lognat} \frac{R}{a_4}}; \quad c_{11} = -c_{12} = C_1 = C.$$

#### 5. Symmetrisches Drehstromkabel aus runden Drähten.

$a = \text{Radius der Drähte,}$

$d = \text{Radius des Kreises, auf dem die Drahtmitten liegen,}$

$R = \text{Innenradius des Bleimantels.}$

Es gilt, wenn  $a$  erheblich kleiner ist als  $d$  und  $R - d$ :

Betriebskapazität für symmetrischen Betrieb:

$$C = \frac{1}{\operatorname{lognat} \frac{3d^2(R^2 - d^2)^2}{a^2(R^4 + R^2d^2 + d^4)}}.$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$F = 2 \operatorname{lognat} \frac{R^2 - d^2}{R a};$$

$$G = \operatorname{lognat} \frac{R^4 + R^2 d^2 + d^4}{3 R^2 d^2},$$

so wird:

$$C = \frac{1}{F - G};$$

$$c_{11} = C'' = \frac{F + G}{(F - G)(F + 2G)};$$

$$c_{12} = -\frac{G}{(F - G)(F + 2G)};$$

$$C'' = \frac{2F}{(F - G)(F + 2G)}; \quad C''' = \frac{3}{F + 2G}.$$

### 6. Symmetrisches vieradriges Zweiphasenkabel aus runden Drähten.

$a$  = Radius der Drähte,  
 $d$  = Radius des Kreises, auf dem die Drahtmitten liegen,  
 $R$  = innerer Radius des Bleimantels.

Es gilt für symmetrischen Zweiphasenbetrieb<sup>1)</sup>:  
 Betriebskapazität:

$$C = \frac{1}{4 \operatorname{lognat} \frac{2 d (R^2 - d^2)}{a (R^2 + d^2)}}.$$

## II. Induktivitäten von Schleifen in absoluten elektromagnetischen Einheiten pro 1 cm Kabellänge für die Permeabilität 1 (eisenfrei).

Die gleichen Zahlen geben die Induktivitäten in  $10^{-4}$  Henry pro 1 km Kabellänge.

1. Schleife aus zwei gleichen runden Drähten.

$2a$  = Drahtdicke,

$2d$  = Achsenabstand.

Erster Fall: Der Strom kann als gleichmäßig über den Drahtquerschnitt verteilt angesehen werden (Wechsel-

<sup>1)</sup> Nach einer Berechnung von Herrn Lichtenstein.



strom von 50 Per/Sek in Drähten bis etwa 20 mm Durchmesser).

$$L'' = 1 + 4 \operatorname{lognat} \frac{2d}{a}$$

Zweiter Fall: Der Strom kann als an der Oberfläche der Leiter fließend betrachtet werden (Hochfrequenz).

$$L'' = 4 \operatorname{lognat} \frac{d + \sqrt{d^2 - a^2}}{a},$$

oder wenn  $a$  erheblich kleiner als  $d$  ist:

$$L'' = 4 \operatorname{lognat} \frac{2d}{a}.$$

## 2. Konzentrisches Kabel.

$a_1 = \text{innerer}$  } Radius des Innenleiters,  
 $a_2 = \text{äußerer}$  }  
 $a_3 = \text{innerer}$  } Radius des Außenleiters,  
 $a_4 = \text{äußerer}$  }  
 $\mu = \text{Permeabilität des Innenleiters,}$   
 $\mu' = \text{Permeabilität des Außenleiters,}$   
 $\mu_0 = \text{Permeabilität des Zwischenmediums.}$

Erster Fall: Der Strom ist gleichmäßig über den Leiterquerschnitt verteilt (langsamer Wechselstrom):

$$\begin{aligned}
 L'' = & 2 \mu_0 \operatorname{lognat} \frac{a_3}{a_2} + 2 \mu \frac{a_1^4}{(a_2^2 - a_1^2)^2} \operatorname{lognat} \frac{a_2}{a_1} \\
 & + 2 \mu' \frac{a_4^4}{(a_4^2 - a_3^2)^2} \operatorname{lognat} \frac{a_4}{a_3} + \mu \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{a_2^2 + a_1^2}{a_2^2 - a_1^2} \right) \\
 & - \mu' \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{a_4^2 + a_3^2}{a_4^2 - a_3^2} \right).
 \end{aligned}$$

Für einen Vollinnenleiter ( $a_1 = 0$ ) und  $\mu = \mu' = \mu_0 = 1$  wird

$$L'' = 2 \operatorname{lognat} \frac{a_3}{a_2} + 2 \frac{a_4^4}{(a_4^2 - a_3^2)^2} \operatorname{lognat} \frac{a_4}{a_3} - \frac{a_4^2}{a_4^2 - a_3^2}.$$

Zweiter Fall: Der Strom fließt nur an der Außenfläche des Innenleiters und der Innenfläche des Außenleiters (Hochfrequenz).

$$L'' = 2 \mu_0 \operatorname{lognat} \frac{a_3}{a_2}.$$

Weitere Abschnitte, die Begründungen und Erläuterungen enthalten, sind abgedruckt in der ETZ 1909 S. 1155 und 1184.

## 12. Leitsätze für die Herstellung und Einrichtung von Gebäuden bezüglich Versorgung mit Elektrizität.<sup>1)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 825. Gültig ab 1. Juli 1910.

### Allgemeines.

1. Die Elektrizität kann in Geschäfts- und Wohnhäusern nicht unberücksichtigt bleiben.

Der Umfang der in Deutschland aus öffentlichen Elektrizitätswerken versorgten Beleuchtungsanlagen hat sich in der Zeit von 1895 bis 1909 auf das 25fache gesteigert. Im gleichen Zeitraum stieg die Leistung der aus den gleichen Werken gespeisten Elektromotoren auf das 160fache. Die in den letzten Jahren erreichten Verbesserungen der Lampen (Metallfadenlampen) haben die Kosten des elektrischen Lichtes auf weniger als die Hälfte herabgesetzt. Der Elektromotor findet immer weiteren Eingang in Gewerbe und Haus, die Tarife der Elektrizitätswerke zeigen fallende Richtung, es ist daher anzunehmen, daß der Bedarf an Elektrizität künftig mindestens in gleicher Weise sich steigert, wie bisher. Die Elektrizität bedarf sonach bereits bei dem Bau der Häuser der gleichen Berücksichtigung wie die Anlagen für Gas, Wasser und Heizung.

2. Der Elektrizitätsbedarf vieler Hausbewohner kann mangels Leitungen nicht befriedigt werden.

Ein Mieter entschließt sich selten, Leitungen legen zu lassen, weil ihm für diese nach Ablauf des Mietsverhältnisses eine Vergütung meistens nicht gewährt wird.

---

<sup>1)</sup> Sonderabdrücke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

3. Nachträgliches Verlegen von Leitungen insbesondere für einzelne Benutzer verursacht unverhältnismäßig hohe Kosten.

Die nachträgliche Herstellung von elektrischen Einrichtungen in bereits benutzten Gebäuden wird wegen der Rücksicht auf die Ausstattung und durch Behinderung der Montage teurer. Häufig sind nacheinander mehrere Mieter gezwungen, sich besondere Leitungen legen zu lassen; die Kosten einer gemeinsamen Leitung sind in der Regel nur wenig höher als diejenigen der Leitung für einen einzigen Mieter.

4. Bei jedem Rohbau und Umbau sollte darauf Rücksicht genommen werden, daß elektrische Leitungen sofort oder später leicht verlegt werden können.

Aus den unter 1 bis 3 angeführten Gründen ergibt sich folgerichtig, daß für die Zukunft die Möglichkeit gegeben werden muß, jederzeit Elektrizität zu beschaffen. Wenn der Besitzer des Gebäudes zunächst die Kosten für die Verlegung der elektrischen Leitungen scheut, so soll wenigstens die Möglichkeit gegeben sein, die Leitungen später einziehen zu können. Der große Vorzug der Elektrizität gegenüber Gas, Wasser usw. liegt gerade darin, daß die Leitungen jederzeit an hierfür vorgesehener Stelle nachgelegt werden können.

5. Es empfiehlt sich, in jedem Haus wenigstens Hausanschluß und die Hauptleitungen herstellen zu lassen.

Die Legung gemeinsamer Hauptleitungen wird am billigsten, wenn sie von vornherein vorgenommen wird. Durch diese Erleichterung der elektrischen Installation wird der Wert der Mietsräume und bei Geschäftsräumen die Vielseitigkeit ihrer Verwendung gesteigert.

6. Es empfiehlt sich, schon beim Entwurf des Baues einen elektrotechnischen Fachmann zuzuziehen.

Die rechtzeitige Mitwirkung eines Fachmannes oder des zuständigen Elektrizitätswerkes kann ohne Erhöhung der

Baukosten eine Verbilligung der elektrischen Anlage dadurch bewirken, daß die günstigsten Verteilungspunkte, billigsten Verlegungsarten und kürzesten Leitungswege gewählt werden: Auch ist dies für die rechtzeitige Fertigstellung der Anlagen von Wert.

### **Besonderes.**

1. Für die Unterbringung des Hausanschlusses und der Hauptverteilungsstelle sind geeignete Plätze vorzusehen.

Der Hausanschluß, gebildet durch die von der Straße eingeführten Leitungen (Kabel oder Freileitungen) und die daran angeschlossene Hauptsicherung (Hausanschlußkasten), muß dem Elektrizitätswerk zugänglich sein. Für unterirdische Leitungsnetze empfiehlt es sich daher, einen besonderen an der Straßenfront gelegenen Kellerraum zu wählen, welcher unter Umständen auch andere Anschlüsse aufnehmen kann. Der zweckmäßigste Ort für die Hauptverteilungsstelle ergibt sich aus der Größe und Lage der Stromverbrauchsstellen und sollte in diesem Sinne bereits beim Bau des Hauses vorgesehen werden.

2. Hauptleitungen sollen möglichst in allgemein zugänglichen Räumen verlegt werden.

Ebenso wie der Hausanschluß sollen auch die Hauptleitungen, welche mehreren Hausbewohnern gleichzeitig dienen, zugänglich erhalten werden. Man soll daher möglichst Korridore, Treppenhäuser und dergleichen wählen. Nur dann können Änderungen und Erneuerungen ohne Störungen des einzelnen jederzeit ausgeführt werden.

3. Für die Führung der Hauptleitungen sind geeignete Aussparungen oder Rohre vorzusehen.

Bei Errichtung eines Baues können leicht Durchführungsöffnungen in den Wänden (Rohre), insbesondere in denjenigen des Kellers angeordnet werden, welche die nachträglichen Stemmarbeiten und damit die Gesamtkosten der Installation verringern. Ferner empfiehlt es sich, für die senkrechten, durch die Stockwerke führenden Hauptleitungen (Steigleitungen) Kanäle auszusparen oder Rohre vorzusehen.

Diese Leitungen können dann leicht, unauffällig und jederzeit kontrollierbar angeordnet werden, wobei gleichzeitig ohne Mehrkosten die Möglichkeit späterer Erweiterung geschaffen werden kann.

4. Für Verteilungstafeln und Zähler sind geeignete Plätze (Nischen) vorzusehen.

Die Hauptleitungen führen in jedem Stockwerk zu Verteilungstafeln (Sicherungen und Ausschalter für die Verteilungsstromkreise), von welchen Verteilungsleitungen zu den Stromverbrauchsapparaten ausgehen. Die Verteilungstafeln, welche meist mit den Zählern für die einzelnen Konsumenten räumlich vereinigt sind, finden zweckmäßig in Nischen Platz. Diese bieten Schutz gegen mechanische Beschädigung, verhindern, durch eine Tür verschlossen, die Berührung durch Unbefugte und vermeiden störendes Vorspringen in den nutzbaren Raum. Die Unterbringung erfolgt zweckmäßig auf Treppenabsätzen, Korridoren und dergleichen. Auf jeden Fall muß dafür gesorgt werden, daß die Zugänglichkeit der Verteilungstafeln und Zähler nicht durch die Inneneinrichtung beeinträchtigt wird.

5. Bei Eisenbeton und ähnlichen Bauausführungen empfiehlt es sich, möglichst frühzeitig die Führung der Verteilungsleitungen zu bestimmen.

Derartige Bauausführungen erschweren das nachträgliche Anbringen von Befestigungen in hohem Maße. Auch verdeckte Leitungsverlegung kann hierbei unmöglich werden. Dagegen lassen sich bei der Herstellung von Decken und Wänden aus Beton durch Einlegen geeigneter Körper leicht und billig Aussparungen und Befestigungsstellen schaffen.

6. Durch zu frühzeitiges Einlegen von Drähten werden diese ungünstigen Einflüssen ausgesetzt.

Das Einziehen der Drähte in Rohre soll erst erfolgen, wenn das Austrocknen des Baues fortgeschritten ist. Unter der Baufeuchtigkeit kann die Isolierung der Leitungen leiden. Offen auf Porzellankörper verlegte Drähte sollen mit Rücksicht auf mechanische Beschädigung ebenfalls erst an-

gebracht werden, wenn große Bauarbeiten nicht mehr auszuführen sind.

7. Die Vorzüge der verschiedenen Lampenarten können am besten ausgenutzt werden, wenn über Lichtbedarf und Lampenverteilung rechtzeitig Bestimmung getroffen wird.

Die elektrische Beleuchtung bietet eine große Auswahl von Lampenarten in zahlreichen Lichtstärken. Die jeweils erforderliche Lichtstärke kann nach bestehenden Erfahrungswerten abgeschätzt werden. Indessen sind hierbei Höhe, Einteilung, Zweck und besonders die Ausstattung des Raumes zu berücksichtigen.

---

## **13. Sicherheitsvorschriften für elektrische Straßenbahnen und straßenbahnähnliche Kleinbahnen.<sup>1) 2)</sup>**

(Bahnvorschriften.)

Angenommen auf der Jahresversammlung 1906. Veröffentlicht:  
ETZ 1906 S. 798. Gültig ab 1. Oktober 1906.

Die nachstehenden Vorschriften gelten für die Kraftwerke, Hilfswerke, Leitungsanlagen, Fahrzeuge und sonstigen Betriebsmittel von Straßenbahnen in Ortschaften und von straßenbahnähnlichen Kleinbahnen, deren Spannung 1000 Volt gegen Erde nicht übersteigt.

Erster Abschnitt.

### **Bauvorschriften.**

#### **A. Allgemeines.**

##### § 1.

##### Pläne.

Für Pläne sind folgende Bezeichnungen anzuwenden:

× == Feste Glühlampe.

~× == Bewegliche Glühlampe.

⊗5 == Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).

~⊗3 == Beweglicher Lampenträger mit Lampenzahl (3).





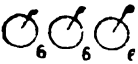

















Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Kerzenstärke, sowie für Fassungen mit und ohne Hahn.

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen Bahnvorschriften hatten zwei andere Fassungen, von denen eine auch noch einer Änderung unterworfen worden war, bestanden, worüber nachstehende Tabelle Aufschluß gibt.








Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	18. 6. 00	1. 7. 00	00 S. 663
Änd. d. ersten Fassung	28. 6. 01	1. 7. 01	01 S. 796
Zweite Fassung	24. 6. 04	1. 1. 05	04 S. 684
Dritte Fassung	25. 5. 06	1. 10. 06	06 S. 798

Zu der jetzt gültigen Fassung sind von Dr. C. L. Weber Erläuterungen herausgegeben worden, die von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer bezogen werden können.

<sup>2)</sup> Sonderabdrücke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

-  = Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (6 Amp.).
-  = Generatoren oder Elektromotoren mit Angabe der Stromart, der höchstzulässigen Leistung in Kilowatt und der Spannung  
(z. B.  Drehstrom 100 kW 800 Volt).
-  = Akkumulatoren.
-  = Einpoliger bzw. zweipoliger bzw. dreipoliger Ausschalter mit Angabe der höchstzulässigen Stromstärke (6 Amp.).
-  = Umschalter desgl. (3 Amp.).
-  = Sicherung mit Angabe der Normalstromstärke (10 Amp.).
-  = Widerstand, Heizapparate und dergl. mit Angabe der höchstzulässigen Stromstärke (10 Amp.).
-  = Desgl. abnehmbar angeschlossen.
-  = Transformator mit Angabe der Leistung in Kilowatt und der beiden Spannungen. (7,5 kW 5000/550 Volt).
-  = Drosselspulen.
-  = Blitzschutzvorrichtungen und Überspannungssicherungen.
-  = Spannungssicherungen.
-  = Erdung.
-  = Blitzpfeil.
-  = Zweileiter- bzw. Dreileiter- oder Drehstromzähler mit Angabe des Meßbereichs (5 bzw. 20 kW)
-  = Zweileiterschalttafel.
-  = Dreileiterschalttafel oder Schalttafel für mehrphasigen Wechselstrom.
-  = Fahrleitung.
- 1×6 qmm = Einzelleitung von 6 qmm.
- 2×6 qmm = Hin- u. Rückleitung von 6 qmm.
- 3×6 qmm = Drehstromleitung von 6 qmm.
- 2×10 qmm + 1×6 qmm = Dreileitersystem. } Bei Verwendung von Mehrfachleitungen ist die Linie zu strichpunktieren.
-  = Nach oben führende Steigleitung.
-  = Nach unten führende Steigleitung.
-  = Steckvorrichtung.



-  == Holzmast.
-  == Eisenmast.
-  == Speisepunkt.
-  == Luftweiche.
-  == Abspannisolator.
-  == Streckenisolator.
-  == Blanke Sammelschiene.
- BC Blanker Kupferdraht.
- BE Blanker Eisendraht.
- GB Gummibandleitung (höchstens bis 250 Volt).
- GA Gummiaderleitung.
- MA Mehrfach-Gummiaderleitung.
- PA Panzerader.
- FA Fassungsader.
- SA Gummiaderschnur.
- PL Pendelschnur.
- KB Blanke Bleikabel.
- KA Asphaltierte Kabel.
- KE Armierte asphaltierte Kabel.
- (n) Schutznetz.
- (e) Schutz durch Erdung.
- (h) Schutz des Fahrdrahtes durch Holzleisten.
- (d) Schutzdraht.

## § 2.

### Erklärungen.

a) Erdung. Einen Gegenstand erden, heißt, ihn mit der Erde derart leitend verbinden, daß er eine für unisoliert stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann. (Erdung von Fahrzeugen siehe § 33.)

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

c) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Drahtleitungen außerhalb von Gebäuden, die weder metallische Umhüllung, noch Schutzverkleidung haben. Schutznetze, Schutzleisten und Schutzdrähte gelten nicht als Verkleidung.

d) Elektrische Betriebsräume. Als solche gelten außer den Kraft- und Hilfswerken auch abgeschlossene Betriebsstände in Fahrzeugen, die Prüffelder, sowie die Räume,

in denen Fahrzeuge oder Apparate mit der Betriebsspannung untersucht werden, soweit diese Räume im regelmäßigen Betriebe nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

## **B. Beschaffenheit und Verlegung des zu verwendenden Materials.**

### **§ 3.**

#### **Erdung.**

a) Der Querschnitt der Erdungsleitungen ist mit Rücksicht auf die zu erwartenden Erdschlußstromstärken zu bemessen. Die Erdungsleitungen müssen gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt werden.

b) Es ist für möglichst geringen Erdungswiderstand Sorge zu tragen.

Zum Einlegen in die Erde dienen Platten, Drahtnetze, Gitterwerk und dergl.

Für Blitzableiter, Schutznetze und Schutzdrähte dürfen die Geleise zur Erdung benutzt werden.

c) Die in einem Gebäude befindlichen Erdungsleitungen müssen sämtlich unter sich gut leitend verbunden sein.

d) Es ist unzulässig, Teile einer geerdeten Betriebsleitung durch Erde allein zu ersetzen.

e) Betreffend Erdung von Fahrzeugen siehe § 33.

Betreffend Schienenrückleitung siehe § 31.

### **§ 4.**

#### **Übertritt von höherer Spannung.**

Um den Übertritt von höherer Spannung in Stromkreise für niedrigere Spannung, sowie das Entstehen von höherer Spannung in letzteren zu verhindern bzw. ungefährlich zu machen, sind geeignete Vorrichtungen, z. B. erdende oder kurzschließende oder abtrennende Sicherungen vorzusehen, oder es sind geeignete Punkte zu erden.

## **Isolier- und Befestigungskörper.**

### **§ 5.**

#### **Isolierstoffe.**

a) Die Isolierstoffe sollen in solcher Stärke verwendet werden, daß sie bei der im Betrieb vorkommenden Erwärmung von einer Spannung, welche die Betriebsspannung um

1000 Volt überschreitet, nicht durchschlagen werden. Außerdem müssen die Isoliermittel derartig gestaltet und bemessen sein, daß ein merklicher Stromübergang über die Oberfläche (Oberflächenleitung) unter gewöhnlichen Betriebsverhältnissen nicht eintreten kann.

b) Wo Holz als Isolierstoff zulässig ist, muß es isolierend getränkt sein.

### § 6.

#### Holzleisten und Krampen.

a) Holzleisten sind zur Verlegung von Leitungen unzulässig, Ausnahme siehe § 36 g.

b) Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmäßig geerdeten Leitungen zulässig, sofern dafür gesorgt wird, daß der Leiter durch die Art der Befestigung weder mechanisch noch chemisch beschädigt wird.

### § 7.

#### Isolierglocken, -Rollen und -Ringe.

a) Isolierglocken, -Rollen und -Ringe müssen aus Porzellan oder gleichwertigem Stoffe bestehen. Ringe sind nur gestattet, wenn sie durch Form und Größe eine sichere Isolation verbürgen.

b) Die Glocken, Rollen und Ringe müssen so geformt sein, daß die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstände von den Befestigungsflächen und voneinander gehalten werden können. (Vergl. § 24 a u. c.)

In jede Rille darf nur ein Draht gelegt werden.

### § 8.

#### Befestigungsklemmen.

a) Befestigungsklemmen müssen, soweit sie nicht für Bleikabel, Fahrleitungen und Telefonschutz bestimmt sind, aus hartem Isolierstoff oder isoliertem Metall bestehen.

b) Sie müssen so geformt sein, daß die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstände von den Befestigungsflächen und voneinander gehalten werden können (vergl. § 24 a und c) und daß die Isolierung nicht verletzt wird.

c) Sie müssen so ausgebildet oder angebracht sein, daß merkliche Oberflächenleitung ausgeschlossen ist.

## § 9.

**Fahrdrahtisolatoren.**

Fahrdrahtisolatoren müssen so gebaut sein, daß sie den Draht sicher in seiner Lage halten.

## § 10.

**Rohre.**

a) Bei Metall- und Isolierrohren, in denen Leitungen verlegt werden sollen, muß die lichte Weite, sowie die Anzahl und der Halbmesser der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Drähte leicht einziehen kann.

b) Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

c) Verbindungsdosen müssen genügend weit und so eingerichtet sein, daß jeder unzulässige Spannungs- oder Stromübergang ausgeschlossen ist.

d) Rohre dienen wesentlich als mechanischer Schutz; sie müssen dementsprechend aus widerstandsfähigem Stoffe von genügender Stärke bestehen. (Vergl. § 24h.)

**Leitungen.**

## § 11.

**Beschaffenheit und Belastung der Leiter.**

a) Isolierte Kupferleitungen und nicht unterirdisch verlegte Kabel aus Leitungskupfer dürfen im allgemeinen mit den in nachstehender Tabelle verzeichneten Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in qmm	Stromstärke in Amp.	Querschnitt in qmm	Stromstärke in Amp.
0,75	4	95	165
1	6	120	200
1,5	10	150	235
2,5	15	185	275
4	20	240	330
6	30	310	400
10	40	400	500
16	60	500	600
25	80	625	700
35	90	800	850
50	100	1000	1000
70	130		

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 qmm unterliegen gleichfalls den Vorschriften der vorstehenden Tabelle, blanke Kupferleitungen über 50 qmm und unter 1000 qmm Querschnitt können mit 2 Ampere für das Quadratmillimeter belastet werden.

Bei Freileitungen, Fahrstromleitungen und anderen intermittierenden Betrieben ist eine Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine Beeinträchtigung der Festigkeit oder gefährliche Erwärmung entsteht.

Beim Anschluß von Bogenlampen, Motoren und ähnlichen Stromverbrauchern mit wechselndem Stromverbrauch genügt es, sofern keine zuverlässigen Anhaltspunkte für die kurzzeitigen Stromstöße vorliegen, das  $1\frac{1}{2}$  fache der Normalstromstärke der Bemessung des Leitungsquerschnittes zugrunde zu legen.

b) Der geringste zulässige Querschnitt für isolierte Kupferleitung ist 1 qmm, an und in Beleuchtungskörpern 0,75 qmm. Der geringste zulässige Querschnitt von offen verlegten blanken Kupferleitungen in Gebäuden ist 4 qmm, bei Freileitungen 10 qmm.

c) Bei Verwendung von Leitern aus minderwertigem Kupfer oder anderen Metallen müssen die Querschnitte so gewählt werden, daß die Erwärmung durch den Strom nicht größer wird, als bei Leitern aus Leitungskupfer, welche nach der obigen Tabelle bemessen sind.

## § 12.

### Isolierte Leitungen.

a) Alle Drähte, die als isoliert gelten sollen, müssen nach 24stündigem Liegen in Wasser von höchstens 25° C eine Durchschlagsprobe mit der doppelten Betriebsspannung eine Stunde lang aushalten.

Sie sind mit eindrätigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 16 qmm, mit mehrdrätigen Leitern in Querschnitten der Gesamtseele von 0,75 bis 1000 qmm zulässig. Insbesondere kommen hierfür in Betracht Gummiaderleitungen (Bez. G A).

Ihre Kupferseele ist feuerverzinkt und mit einer wasserdichten vulkanisierten Gummihülle umgeben. Jede Leitung

muß über dem Gummi von einer Hülle gummierten Bandes umgeben sein. Als Einzelleitung verwendet, muß sie außerdem eine mit Isoliermasse getränkte Umklöppelung erhalten. Bei Mehrfachleitungen kann die Umklöppelung gemeinsam sein.

b) Gepanzerte Leitungen (Bez. P A) bestehen aus einer oder mehreren nach vorstehender Vorschrift isolierten Seelen, die mit einer gemeinsamen Hülle und darüber mit einer dichten Metallumklöppelung versehen sind. (Vergl. § 14 d.)

Gepanzerte Leitungen dürfen nicht unmittelbar in die Erde und auch nicht in Räumen verlegt werden, wo sie chemischen Beschädigungen ausgesetzt sind.

### § 13.

#### Leitungen im allgemeinen.

a) Alle Leitungen müssen so verlegt werden, daß sie nach Bedarf geprüft werden können.

b) Transportable Leitungen dürfen an festverlegte Leitungen nur mittels lösbarer Anschlußvorrichtungen angeschlossen werden.

c) Soweit bewegliche Leitungen roher Behandlung ausgesetzt sind, müssen sie gegen mechanische Beschädigungen besonders geschützt sein.

d) Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie die Abzweigung von Leitungen geschieht mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung.

Abzweigungen von festverlegten Mehrfachleitungen müssen mit Abzweigklemmen auf isolierender Unterlage ausgeführt werden. Ausgenommen hiervon sind Leitungen in Fahrzeugen. An und in Beleuchtungskörpern sind Lötungen zulässig.

e) Zum Löten dürfen keine Lötmittel verwendet werden, die das Metall angreifen.

f) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungsstelle in einer der sonstigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren. Die Anschluß- und Abzweigstellen müssen von Zug entlastet sein.

g) Kreuzungen von stromführenden Leitungen unter sich und mit sonstigen Metallteilen sind so auszuführen, daß un-

beabsichtigte gegenseitige leitende Berührung ausgeschlossen ist.

h) Bei Einrichtungen, bei denen ein Zusammenlegen von mehr als 3 Leitungen unvermeidlich ist, dürfen Gummiaderleitungen so verlegt werden, daß sie sich berühren, wenn eine Lagenveränderung ausgeschlossen ist (Fahrzeuge siehe § 36 f.).

i) Alle Leitungen außerhalb von Betriebsräumen, die mehr als 250 Volt gegen Erde führen, mit Ausnahme von Kabeln und Panzerleitungen, müssen entweder durch ihre Lage und Anordnung oder durch Schutzverkleidung gegen zufällige Berührung und Beschädigung geschützt sein. Diese Schutzverkleidung muß, sofern es sich nicht um Fahrzeuge handelt, die in § 24a u. c vorgeschriebenen Abstände haben und, soweit sie der Berührung durch Personen zugänglich ist, aus feuchtigkeitsbeständigem Isolierstoff (mit Isoliermasse getränktes Holz ist zulässig) oder aus geerdetem Metall bestehen. Netze dürfen in diesem Falle höchstens 5 cm Maschinenweite und müssen wenigstens 1,5 mm Drahtdicke haben.

k) Wenn eine Drahtleitung an der Außenseite eines Gebäudes geführt ist, so darf, einerlei ob sie blank oder isoliert ist, ihr Abstand von der äußeren Gebäudewand oder der Schutzverkleidung an keiner Stelle weniger als 10 cm betragen.

l) Die Verbindung der Leitungen mit Apparaten ist durch Schrauben oder gleichwertige Mittel auszuführen.

Schnüre oder Drahtseile bis zu 6 qmm und Einzeldrähte bis zu 25 qmm Kupferquerschnitt können mit angebogenen Ösen an die Apparate befestigt werden.

Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Kupferquerschnitt müssen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein.

Schnüre und Drahtseile von weniger als 6 qmm Querschnitt müssen, wenn sie nicht gleichfalls Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden verlötet sein.

## § 14.

### Kabel.

a) Blanke Bleikabel (Bez. K B) bestehen aus einer oder mehreren Kupferseelen, Isolierschichten und einem wasser-

dichten einfachen oder mehrfachen Bleimantel. Sie sind nur zu verwenden, wenn sie gegen mechanische und gegen chemische Beschädigungen geschützt verlegt werden.

b) Asphaltierte Bleikabel (Bez. K A) wie die vorigen, aber mit asphaltiertem Faserstoff umwickelt; sie müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt verlegt werden.

c) Armierte asphaltierte Bleikabel (Bez. K E) wie die vorigen und mit Eisenband oder -Draht armiert.

d) Bei eisenarmierten Kabeln für einfachen Wechselstrom und Mehrphasenstrom müssen sämtliche zu einem Stromkreis gehörigen Leitungen in einem Kabel enthalten sein, sofern nicht dafür gesorgt ist, daß keine bedenkliche Erwärmung des Eisenmantels eintritt. Entsprechendes gilt für Panzerleitungen.

e) Bleikabel jeder Art dürfen nur mit Endverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, die das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluß gestatten, verwendet werden.

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

g) Prüfdrähte sind sicherheitstechnisch wie die zugehörigen Kabeladern zu behandeln.

## **Apparate.**

### **§ 15.**

#### **Vorschriften für alle Apparate.**

a) Die stromführenden Teile sämtlicher Apparate müssen auf feuersicheren, und soweit sie nicht betriebsmäßig geerdet sind, auf Unterlagen befestigt sein, die in dem Verwendungsraum isolieren.

Wo dies aus technischen Gründen nicht möglich ist (z. B. bei Meßinstrumenten usw.), bezieht sich diese Vorschrift nur auf die äußeren stromführenden Teile.

Bei Fahrschaltern, bei Bürstenjochen für Motoren und bei Stromabnehmern ist Holz als Isolierstoff zulässig.

Isolierstoffe, welche in der Wärme eine erhebliche Form



veränderung erleiden können, dürfen für wärmeentwickelnde oder höheren Temperaturen ausgesetzte Apparate als Träger stromführender Teile nicht verwendet werden.

b) Die spannungführenden Teile aller Apparate, die nicht in elektrischen Betriebsräumen, unter Verschuß oder unzugänglich für nicht unterwiesene Personen angebracht sind, sowie alle Teile im Handbereich, die Spannung annehmen können, müssen durch Gehäuse der zufälligen Berührung entzogen sein.

Nicht geerdete Gehäuse, soweit sie der Berührung zugänglich sind, sowie ungeerdete Griffe müssen aus nichtleitenden Stoffen bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet oder überzogen sein.

Zugängliche Metallgehäuse müssen geerdet sein.

Aus- und Umschalter, Anlasser und dergl., die für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, bedürfen keiner Gehäuse, müssen aber so gebaut bzw. angebracht sein, daß bei der Bedienung mittels der Handgriffe eine zufällige Berührung spannungführender Teile ausgeschlossen ist.

Für Griffe und Kuppelstangen ist Holz zulässig, wenn es mit Isoliermasse getränkt ist.

c) Die Einführungsstellen für Leitungen sind so einzurichten, daß sie die Leitungen gegen leitende Gehäuse oder Unterlagen isolieren und daß die Isolierhüllen der Leitungen nicht verletzt werden.

Bei Apparaten im Freien, in welche kein Wasser eindringen darf, müssen die Einführungsstellen entsprechend geschützt sein.

Die Einführungsstellen müssen einer Prüfung nach § 5 genügen.

d) Die stromführenden Teile sämtlicher Apparate sind derart zu bemessen, daß sie durch den stärksten regelrecht vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Erwärmung annehmen können.

e) Alle Apparate müssen derart gebaut und angebracht sein, daß eine Verletzung von Personen durch Splitter, Funken und geschmolzenes Material ausgeschlossen ist.

Diejenigen Apparate, die zur Stromunterbrechung dienen, sind derart anzuordnen oder einzubauen, daß die bei ihrer

regelrechten Wirkung etwa auftretenden Feuererscheinungen weder Personen gefährden noch zündend auf die Nachbarschaft wirken oder unbeabsichtigte Kurz- oder Erdschlüsse herbeiführen können.

f) Alle Apparate, die zur Stromunterbrechung dienen, müssen derart gebaut sein, daß beim vollen Öffnen unter der auf dem Apparat vermerkten Spannung und Höchststromstärke kein dauernder Lichtbogen bestehen bleibt.

## § 16.

### Sicherungen.

a) Die Abschmelzstromstärke eines Sicherungseinsatzes soll das Doppelte der auf ihr verzeichneten Stromstärke (Normalstromstärke) sein. Sicherungen bis einschließlich 50 Ampere Normalstromstärke müssen den  $1\frac{1}{4}$ fachen Normalstrom dauernd tragen können. Vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

b) Die Sicherungen müssen einzeln, auch bei der um 10% erhöhten Betriebsspannung, sicher wirken.

Zur Sicherheit der Wirkung gehört, daß sie abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen, und daß die etwaigen Explosionserscheinungen ungefährlich verlaufen.

c) Bei Sicherungen dürfen weiche Metalle und Legierungen nicht unmittelbar die Berührung vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen müssen in Anschlußstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall fest eingefügt sein.

d) Nichtausschaltbare Sicherungen müssen derart gebaut oder angeordnet sein, daß ihre Einsätze auch unter Spannung mittels geeigneter Werkzeuge gefahrlos ausgewechselt werden können.

e) Die Normalstromstärke und die Höchstspannung sind auf dem Einsatz der Sicherung zu verzeichnen.

f) Alle betriebsmäßig geerdeten Leitungen dürfen keine Sicherungen enthalten; dagegen sind alle übrigen Leitungen, die von der Schalttafel oder den Sammelschienen nach den Verbrauchsstellen führen, durch Abschmelzsicherungen oder andere selbsttätige Stromunterbrecher zu schützen, ebenso

müssen die Leitungen, welche von den Stromquellen zu den Sammelschienen führen, selbsttätige Stromunterbrecher enthalten.

g) Mit einziger Ausnahme des Falles h) sind Sicherungen in Gebäuden an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert.

h) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

i) Wo eine Verjüngung eintritt, muß die Sicherung unmittelbar an der Verjüngungsstelle liegen; bei Abzweigungen muß das Anschlußleitungsstück bis zur Sicherung hin den Querschnitt der Hauptleitung haben.

Diese Vorschrift bezieht sich nicht auf Schalttafelleitungen und die Verbindungsleitungen von der Maschine zur Schalttafel.

k) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung ist der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitungen und Stromverbraucher tunlichst anzupassen. Sie darf jedoch nicht größer sein, als nach der Belastungstabelle und den übrigen Bestimmungen des § 11 für die betreffende Leitung zulässig ist.

## § 17.

### **Ausschalter, Umschalter, Anlasser und dergl.**

a) Die Betriebsstromstärke und -Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sowie die Höchststromstärke, bei der er unter der Betriebsspannung ausgeschaltet werden darf, sind auf dem festen Teil zu vermerken.

b) Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen außerhalb elektrischer Betriebsräume entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen mit den übrigen zugehörigen Leitern ausschaltbar sein.

c) Ausschalter für Stromverbraucher mit Ausnahme einzelner Glühlampenstromkreise unter 250 Volt müssen, wenn sie geöffnet werden, ihren Stromkreis spannungslos machen.

d) Ausschalter dürfen nur an den Verbrauchsapparaten selbst oder in festverlegten Leitungen angebracht werden.

## § 18.

**Steckvorrichtungen und dergl.**

a) Stecker und verwandte Vorrichtungen zum Anschluß abnehmbarer Leitungen müssen so gebaut sein, daß sie nicht in Anschlußstücke für höhere Stromstärken passen.

b) Die Betriebsstromstärke und Spannung, für welche der Apparat gebaut ist, sind auf dem festen Teil und auf dem Stecker sichtbar zu vermerken.

c) Steckvorrichtungen zum Anschluß transportabler Leitungen von mehr als 250 Volt müssen mittels besonderer Ausschalter abschaltbar sein. Ausgenommen hiervon sind Glühlampen, die zwischen zwei Punkte eines Serienkreises eingeschaltet werden.

d) Sicherungen siehe § 16g.

## § 19.

**Schalt- und Verteilungstafeln.**

a) Schalt- und Verteilungstafeln müssen im allgemeinen aus feuersicherem Stoff bestehen. Holz ist außerhalb von Fahrzeugen nur als Umrahmung zulässig.

b) Die Kreuzung stromführender Teile an Schalt- und Verteilungstafeln ist möglichst zu vermeiden.

Ist dies nicht erreichbar, so sind die stromführenden Teile durch Isolierkörper voneinander zu trennen oder derart in genügendem Abstände voneinander zu befestigen, daß gegenseitige Berührung ausgeschlossen ist.

c) Verteilungstafeln, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, müssen so gebaut werden, daß die Leitungen nach Befestigung der Tafel angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit von vorn untersucht und gelöst werden können.

d) Die Sicherungen und Ausschalter auf den Verteilungstafeln sind mit Bezeichnungen zu versehen, aus denen hervorgeht, zu welchen Räumen bzw. Gruppen von Stromverbrauchern sie gehören.

e) Leitungsschienen von verschiedener Polarität oder Phase, die hinter der Schalttafel liegen, müssen durch verschiedenfarbigen Anstrich kenntlich gemacht werden.

f) Schalttafeln für eine Betriebsspannung von mehr als 250 Volt müssen entweder mit einem isolierenden Bedienungs-

gang umgeben sein, oder es müssen sämtliche stromführenden Teile, soweit sie nicht geerdet sind, der Berührung unzugänglich angeordnet sein, und in diesem Falle müssen die zugänglichen, nicht stromführenden Metallteile dieser Apparate und des Schalttafelgerüsts geerdet und, soweit der Fußboden in der Nähe des Gerüsts leitet, mit diesem leitend verbunden sein.

g) Bei Schalttafeln, die betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, darf die Entfernung zwischen ungeschützten stromführenden Teilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand nicht weniger als 1 m betragen. Sind auf der letzteren ungeschützte stromführende Teile in erreichbarer Höhe vorhanden, so muß die wagerechte Entfernung bis zu denselben 2 m betragen und der Zwischenraum durch Geländer geteilt sein. In dem so geschaffenen Gange dürfen bis zur Höhe von 2 m über dem Fußboden weder stromführende Teile noch sonstige die freie Bewegung störende Gegenstände vorhanden sein.

## § 20.

### Bogenlampen.

a) Bogenlampen müssen Vorrichtungen haben, die ein Herausfallen glühender Kohleteilchen verhindern.

b) Die Bogenlampen sind isoliert in die Laternen (Gehänge) einzusetzen.

c) Die Laternen (Gehänge) von Bogenlampen sind, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

d) Die Zuleitungsdrähte dürfen bei Spannungen von mehr als 250 Volt nicht als Aufhängevorrichtung dienen.

e) Die Lampen müssen entweder gegen das Aufzugsseil, und wenn Metallmasten benutzt sind, auch gegen den Mast doppelt isoliert sein, oder Seil und Mast sind zu erden. Stromführende Teile von Bogenlampenkuppelungen müssen gegen den Mast doppelt isoliert und gegen Regen geschützt sein.

f) Soweit die Zuleitungsdrähte in der Gebrauchslage der Lampe im Handbereich liegen, müssen sie isoliert und mit einer Schutzhülle aus geerdetem Metall oder aus feuchtigkeitsbeständigem Isolierstoff versehen sein.

g) Bogenlampen in Stromkreisen mit einer Betriebsspannung von mehr als 250 Volt müssen während des Betriebes unzugänglich und von Abschaltvorrichtungen abhängig sein, die gestatten, sie für den Zweck der Bedienung spannungslos zu machen.

## § 21.

### Beleuchtungskörper.

a) Fassungen für Spannungen über 250 Volt dürfen keine Ausschalter enthalten.

b) Bei Handlampen, die außerhalb von Fahrzeugen und Betriebsräumen nur bis 250 Volt zulässig sind, müssen die Griffe, sofern sie nicht zuverlässig geerdet sind, aus Isolierstoff bestehen. Der Schutzkorb muß unmittelbar auf dem isolierenden bzw. zuverlässig geerdeten Griffe sitzen und die Leitungseinführung mit Isoliermitteln ausgekleidet sein. Hahnfassungen an Handlampen sind unzulässig.

c) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern müssen im Lichten so weit bemessen und von Grat frei sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können.

d) In und an Beleuchtungskörpern muß mindestens Gummiaderleitung verwendet werden.

e) Bei zugänglichen Beleuchtungskörpern über 250 Volt dürfen die Leitungen nur innen geführt werden.

f) Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Drehen des Körpers verletzt werden.

## C. Kraftwerke und diesen gleichgestellte Betriebsräume.

### § 22.

#### Aufstellung von Generatoren, Elektromotoren und Umformern.

a) Generatoren, Elektromotoren, Umformer usw. sind so aufzustellen, daß etwaige im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Generatoren und Elektromotoren müssen entweder gut isoliert und in diesem Falle mit einem gut isolierenden Bedienungsgange umgeben sein, oder sie sollen geerdet und, soweit der Fußboden in ihrer Nähe leitend ist, mit demselben leitend verbunden sein. Zur Erdung und zur Verbindung mit dem Fußboden sollen Kupferdrähte von mindestens 25 qmm Querschnitt benutzt werden, die gegen schädliche mechanische oder chemische Einwirkungen geschützt sind.

c) Transformatoren, die weder in besonderen Kammern untergebracht noch in anderer Weise der zufälligen Berührung entzogen sind, müssen allseitig in geerdete Metallgehäuse eingeschlossen sein.

d) An jedem isoliert aufgestellten Transformator, mit Ausnahme von solchen für Meßzwecke, sollen Vorrichtungen angebracht sein, welche gestatten, das Gestell desselben gefahrlos zu erden.

### § 23.

#### **Akkumulatorenräume.**

a) In Akkumulatorenräumen ist für Lüftung zu sorgen.

b) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen Erde durch Glas, Porzellan oder ähnliche nicht Feuchtigkeit anziehende Unterlagen zu isolieren.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um beim Auslaufen von Säure eine Gefährdung des Gebäudes zu vermeiden.

c) Zur Beleuchtung von Akkumulatorenräumen dürfen nur elektrische Lampen verwendet werden, welche im luftleeren Raume brennen.

d) Die Zellen müssen derart angeordnet werden, daß bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 Volt herrscht, nicht erfolgen kann.

### § 24.

#### **Leitungen in Gebäuden.**

a) Blanke Leitungen dürfen nur auf Isolierglocken oder gleichwertigen Vorrichtungen verlegt werden und müssen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, voneinander, von der Wand oder anderen Gebäudeteilen und von

der eigenen Schutzverkleidung mindestens 10 cm entfernt sein. Die Spannweite der Leitungen soll, wo nicht besondere Verhältnisse eine Abweichung bedingen, nicht mehr als 4 m betragen.

Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln, bei Zellschalterleitungen und bei Speise-, Steig- und Verteilungsleitungen können starke Kupferschienen, sowie starke Kupferdrähte in kleineren Abständen voneinander verlegt werden.

b) Betriebsmäßig geerdete blanke Leitungen unterliegen den vorstehenden Bestimmungen nicht, müssen aber gegen die bei regelrechter Benutzung des betreffenden Raumes vorzusetzenden Beschädigungen geschützt sein.

c) Glocken, Rollen usw., die zur Verlegung von isolierten Leitungen dienen, müssen so angebracht werden, daß sie die Leitungen mindestens 1 cm über 250 Volt mindestens 2 cm von der Wand entfernt halten. Isolierende Schutzverkleidungen müssen von den isolierten Leitungen mindestens 5 cm abstehen.

d) Bei Führung isolierter Leitungen auf gewöhnlichen Rollen längs der Wand muß auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können den örtlichen Verhältnissen entsprechend ausnahmsweise größere Abstände gewählt werden.

e) Mehrfachleitungen dürfen nicht so befestigt werden, daß ihre Einzelleiter aufeinander gepreßt werden. Metallene Bindedrähte sind bei Mehrfachleitungen unzulässig. Für Führung von Mehrfachleitungen auf Rollen gilt die unter c) gegebene Abstandsvorschrift.

f) Mehrfachleitungen dürfen bei mehr als 250 Volt nur dann zur Aufhängung von Bogenlampen und Glühlampen benutzt werden, wenn sie eine besondere Tragschnur enthalten.

Wenn sie bei weniger als 250 Volt als Tragschnur benutzt werden, so dürfen die Anschlußstellen der Drähte nicht durch Zug beansprucht und die Drähte nicht verdrillt werden.

g) Papierrohre dürfen nur für Spannungen bis 250 Volt gegen Erde unter Putz verlegt werden. Sie sollen einen metallenen Körper oder Überzug haben, der so stark ist, daß er den nach Ortsverhältnissen zu erwartenden mechanischen Angriffen sicher widersteht.



h) Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht statthaft.

i) Leitungen, die Wechsel- und Mehrphasenstrom führen, müssen so zusammengelegt werden, daß die Summe der durch das Rohr gehenden Ströme Null ist.

k) Jede Leitung, die in ein Rohr eingezogen werden soll, muß für sich die der Spannung entsprechende Isolierung haben.

l) Die Rohre sind so herzurichten, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

m) Die Rohre sind so zu verlegen, daß sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

n) Die Stoßstellen metallischer Rohre sind bei Spannungen von mehr als 250 Volt metallisch zu verbinden und die Rohre selbst zu erden.

## § 25.

### Wand- und Deckendurchführungen.

a) Durch Wände und Decken sind die Leitungen entweder der in den betreffenden Räumen gewählten Verlegungsart entsprechend hindurchzuführen, oder es sind geeignete Rohre zu verwenden, und zwar für jede einzeln verlegte Leitung und für jede Mehrfachleitung je ein Rohr.

Diese Durchführungsrohre müssen an den Enden mit Tüllen aus feuersicherem Isolierstoff versehen und so weit sein, daß die Drähte leicht darin bewegt werden können.

In feuchten Räumen sind entweder Porzellan- oder gleichwertige Rohre zu verwenden, deren Gestalt keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Über Fußböden müssen die Rohre mindestens 10 cm, über Decken und Wandflächen mindestens 2 cm vorstehen und müssen gegen mechanische Beschädigungen sorgfältig geschützt sein.

b) Armierte Bleikabel und betriebsmäßig geerdete Leitungen fallen nicht unter vorstehende Bestimmungen, sind aber gegen die Einflüsse der Mauerfeuchtigkeit zu schützen.

## § 26.

**Einführung von Freileitungen in Gebäude.**

Bei Einführung von Freileitungen in Gebäude sind entweder die Drähte frei und straff durchzuspannen, oder es muß für jede Leitung ein geeignetes Einführungsrohr verwendet werden, dessen Gestaltung keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt.

**D. Vorschriften für die Strecke.**

## § 27

**Freileitungen.**

a) Für Bahnen sind außer blanken auch wetterbeständig isolierte Freileitungen von wenigstens 10 qmm Querschnitt zulässig.

b) Fahrleitungen und an Fahrleitungsmasten angebrachte Speiseleitungen, die nicht auf Porzellandoppelglocken verlegt sind, müssen gegen Erde doppelt isoliert sein. Holz ist als zweite Isolierung zulässig, doch gilt der Holzmast nicht als Isolierung.

c) Die Höhe der Fahrleitung und der an den Fahrdrachtmasten geführten Freileitungen über öffentlichen Straßen darf auf offener Strecke nicht unter 5 m betragen.<sup>1)</sup> Eine geringere Höhe ist bei Unterführungen zulässig, wenn geeignete Vorsichtsmaßregeln getroffen werden (z. B. Warnungstafeln).

d) Wenn Fahrleitungen unter oder neben Eisenbauten verlegt sind, müssen Einrichtungen dagegen getroffen sein, daß ein entgleister Stromabnehmer Erdschluß zwischen Fahrleitung und Eisenbau herstellt.

e) Bei elektrischen Bahnen auf besonderem Bahnkörper, soweit dieser dem öffentlichen Verkehr nicht freigegeben ist, können die Leitungen (Drähte, Schienen usw.) in beliebiger Höhe verlegt werden, wenn bei der gewählten Verlegungsart die Strecke von unterwiesenem Personal ohne Gefahr begangen werden kann. An Haltestellen und Übergängen sind die Leitungen gegen zufällige Berührung durch das Publikum zu schützen und Warnungstafeln anzubringen.

---

<sup>1)</sup> Für Württemberg wird vom Ministerium des Innern eine Mindesthöhe der Fahrleitung über öffentlichen Straßen von 6 m verlangt.

f) Die Fahrdrähte sind möglichst gut gespannt zu halten; hierbei ist die Aufhängung so zu gestalten, daß schädliche Biegungsbeanspruchungen vermieden werden.

g) Durchhang und Spannweite der Fahrdrähte müssen so bemessen werden, daß diese bei  $-15^{\circ}\text{C}$  noch dreifache Sicherheit gegen Zerreißen bieten. Fahrdrahtmaste aus Holz müssen mindestens siebenfache, solche aus Eisen vierfache Sicherheit bieten. (Winddruck siehe t.)

h) Die Fahrleitungen sind mittels Streckenisolatoren in einzelne durch Ausschalter abschaltbare Abschnitte zu teilen, deren Länge in dicht bebauten Straßen in der Regel nicht über 1 km, in wenig bebauten Straßen nicht über 2 km betragen soll.<sup>1)</sup> Auf eigenem Bahnkörper und auf offenen Landstraßen können die Ausschalter entbehrt werden.

i) Die Streckenausschalter müssen, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sind, mit verschlossen zu haltenden Schutzkästen versehen sein.

k) Die Lage der Ausschalter muß leicht kenntlich gemacht werden.

l) Bei Fahrleitungen ist in jeder ausschaltbaren Strecke eine Blitzschutzvorrichtung anzubringen, die auch bei wiederholten atmosphärischen Entladungen wirksam bleibt.

Es ist dabei auf eine gute Erdleitung Bedacht zu nehmen, Fahrschienen können als Erdleitung benutzt werden.

Gegen Berührung nicht geschützte Blitzableiter dürfen nur an Masten und nicht unter 5 m Höhe befestigt werden.

m) Maste, von denen aus blanke stromführende Teile von mehr als 250 Volt Spannung gegen Erde, z. B. auch Blitzableiter, mit der Hand erreichbar sind, müssen durch einen Blitzpfeil gekennzeichnet werden.

n) Speiseleitungen, welche Betriebsspannung gegen Erde führen, müssen im Kraftwerke von der Stromquelle und an den Speisepunkten von den Fahrleitungen abschaltbar sein. Die Schalter an den Speisepunkten müssen den Bedingungen i) und k) genügen.

o) Auf Zug beanspruchte Verbindungen zwischen Leitungen müssen so ausgeführt werden, daß die Verbindungs-

---

<sup>1)</sup> Für Württemberg wird vom Ministerium des Innern der Abstand zwischen den einzelnen Streckenschaltern in der Regel auf 400—600 m bestimmt.

stellen wenigstens die gleiche Zugfestigkeit besitzen, wie die Leitungen selbst.

p) Querdrähte jeder Art (Trag- und Zugdrähte), die im Handbereich liegen, müssen gegen spannungführende Leitungen doppelt isoliert sein.

q) Leitungen und Apparate sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind.

r) Freileitungen, die nicht wie Fahrdrähte isoliert sind, dürfen nur auf Porzellanglocken, Rillenisolatoren oder gleichwertigen Isoliervorrichtungen verlegt werden, wobei die Glocken in aufrechter Stellung zu befestigen sind.

Es ist darauf zu achten, daß die Leitungsdrähte an den Isolatoren sicher und unverrückbar befestigt werden, und daß die Befestigungsstücke keine scheuernde oder schneidende Wirkung auf sie ausüben.

Für Freileitungen, die nicht an den Fahrdrachtmasten geführt sind, gelten noch die Vorschriften s) bis aa).

s) Freileitungen müssen mit ihren tiefsten Punkten mindestens 6 m, bei Wegeübergängen mindestens 7 m von der Erde entfernt sein. Eine geringere Höhe ist bei Unterführungen zulässig, wenn geeignete Vorsichtsmaßregeln getroffen werden.

t) Spannweite und Durchhang müssen derart bemessen werden, daß Gestänge aus Holz eine siebenfache und aus Eisen eine vierfache Sicherheit, Leitungen bei  $-15^{\circ}$  C. eine fünffache Sicherheit (bei Leitungen aus hartgezogenem Metall eine dreifache Sicherheit) dauernd bieten. Dabei ist der Winddruck mit 125 kg für 1 qm senkrecht getroffener Drahtfläche in Rechnung zu bringen.

u) Bei hölzernen Masten, die für dauernde Aufstellung bestimmt sind, ist die Jahreszahl ihrer Aufstellung und die laufende Nummer deutlich und dauerhaft anzubringen.

v) Freileitungen in Ortschaften müssen während des Betriebes streckenweise ausschaltbar sein. Die Ausschalter müssen, soweit sie nicht in die Leitungen selbst eingebaut sind, verschließbare Schutzkästen haben und ihre Lage muß sich leicht erkennen lassen.

w) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind Freileitungen durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern.

Insbesondere sind Blitzschutzvorrichtungen da anzubringen, wo ober- und unterirdische Leitungen zusammentreffen und beim Eintritt von Freileitungen in Kraft- und Hilfswerke.

x) Wenn Leitungen über Ortschaften und bewohnte Grundstücke geführt werden, oder wenn sie sich einer Fahrstraße soweit nähern, daß Vorüberkommende durch Drahtbrüche gefährdet werden können, müssen die Leitungsdrähte entweder so hoch angebracht werden, daß im Falle eines Drahtbruches die herabhängenden Enden mindestens 3 m vom Erdboden entfernt sind, oder es müssen Vorrichtungen angebracht werden, welche das Herabfallen der Leitungen verhindern, oder solche, welche die herabgefallenen Teile spannungslos machen.

Wo Bahnen überschritten werden, muß dafür gesorgt sein, daß bei etwaigen Drahtbrüchen die herabhängenden Enden die Betriebsmittel nicht streifen können.<sup>1)</sup>

y) Schutznetze müssen durch ihre Form und Lage den Leitungsdrähten gegenüber dahin wirken, daß erstens eine zufällige Berührung zwischen dem Netz und den unversehrten Leitungsdrähten verhindert wird, und daß zweitens ein gebrochener Draht auch bei starkem Winde sicher aufgefangen oder spannungslos gemacht wird.

z) Bei Winkelpunkten sind Fangbügel anzubringen, die beim Bruch von Isolatoren das Herabfallen der Leitungen verhindern. Hiervon kann bei Verwendung zuverlässiger selbsttätiger Leitungskupplungen abgesehen werden.

---

<sup>1)</sup> Für Württemberg wird vom Ministerium des Innern noch folgender Zusatz gemacht:

„Die der Bahn zunächst aufzustellenden Leitungsmaste dürfen im allgemeinen nur so weit gegen die Bahn gerückt werden, daß sie nach ihrer Länge im Falle des Umstürzens gegen die Bahn nicht in die Umgrenzungslinie des lichten Raumes zu liegen kommen. Die Spannweite der die Bahn kreuzenden Leitungen soll das Maß von 45 m nicht überschreiten.

Wo örtliche oder sonstige Verhältnisse die Einhaltung dieser Vorschrift nicht zulassen, entscheidet die Eisenbahnverwaltung darüber, wie die Leitungsmaste zunächst der Bahn anzuordnen sind.

Der Eisenbahnverwaltung kommt die Bestimmung darüber zu, in welcher Art die Leitung über die Bahn zu führen ist.

Vor der Ausführung der Anlage hat sich der Unternehmer in jedem einzelnen Fall mit der zuständigen Eisenbahnbehörde ins Benehmen zu setzen.“

aa) Wenn Freileitungen parallel mit anderen Leitungen verlaufen, ist die Führung der Drähte so einzurichten, oder es sind solche Vorkehrungen zu treffen, daß eine Berührung der beiden Arten von Leitungen miteinander verhütet oder ungefährlich gemacht wird.

Bei Kreuzungen mit anderen Leitungen sind Schutznetze oder Schutzdrähte zu verwenden, sofern nicht durch besondere Hilfsmittel eine gegenseitige Berührung, auch im Falle eines Drahtbruches, verhindert oder ungefährlich gemacht wird.

bb) Wenn Fernsprechleitungen an einem Freileitungsgestänge für Starkstrom von mehr als 250 Volt geführt sind, so müssen die Fernsprechstellen so eingerichtet sein, daß auch bei etwaiger Berührung zwischen den beiderseitigen Leitungen eine Gefahr für die Sprechenden ausgeschlossen ist.

cc) Bezüglich der Sicherung vorhandener Reichs-Fernsprech- und Telegraphenleitungen wird auf das Telegraphengesetz vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegesgesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

### § 28.

#### **Luftweichen und Fahrdrahtkreuzungen.**

a) Luftweichen müssen so eingerichtet sein, daß sich ein Stromabnehmer auch nach dem Entgleisen nicht festklemmen kann.

b) Luftweichen sind zu verankern. Es ist statthaft, Luftweichen gegeneinander zu verankern.

c) Fahrdrahtkreuzungen oder Kreuzungen der Stromleiter in Schlitzkanälen sind, falls die kreuzenden Stromleiter nicht in leitende Verbindung miteinander treten dürfen, so auszuführen, daß der Stromabnehmer im regelrechten Betrieb den kreuzenden Leiter nicht berührt.

### § 29.

#### **Turmwagen und Gerüstleitern.**

a) Turmwagen und Gerüstleitern müssen so eingerichtet sein, daß die Arbeiter während ihrer Beschäftigung an den Fahrdrähten von der Erde isoliert stehen.

b) Jeder Turmwagen muß mit einer Bremse versehen sein.

c) Die höchstzulässige Anzahl von Personen und das Gewicht, mit dem die Brücke des Turmwagens belastet werden darf, müssen angeschrieben sein.

d) Die Stehbühnen der Turmwagen sind mit Schutzvorrichtungen gegen Herabfallen der Arbeitenden zu versehen, soweit die Art der Arbeit dieses zuläßt.

e) Das Untergestell der Turmwagen muß so schwer oder derart belastet sein, daß ein Umkippen bei Arbeiten auf dem Ausleger sowie beim Spannen von Leitungen nicht eintreten kann, oder es muß die Sicherheit gegen Umkippen durch besondere Hilfsmittel erreicht werden.

### § 30.

#### **Kabel.**

Kabel sind unter Geleisen von Haupt- und Nebenbahnen in widerstandsfähigen Rohren oder Kanälen zu verlegen.

### § 31.

#### **Schienenrückleitung.**

a) Sofern die Schienen zur Rückleitung des Betriebsstromes dienen, müssen die Stöße gutleitend verbunden sein.

b) Bei Bahnen nach dem Gleichstrom-Zweileitersystem, deren Schienen als Rückleitungen dienen, ist, sofern kein täglicher Polaritätswechsel stattfindet, der negative Pol der Stromquelle mit der Gleisanlage zu verbinden.

### § 32.

#### **Unterirdische Fahrleitungen.**

a) Die Schlitzkanäle für unterirdische Fahrleitungen sind gut zu entwässern.

b) Die Fahrleitungen sind so hoch über der Kanalsole anzubringen, daß sie unter gewöhnlichen Verhältnissen von angesammeltem Wasser nicht berührt werden.

c) Wenn nicht besondere Arbeitsöffnungen für die Untersuchung und Auswechslung der Isolatoren und für die Auswechslung der Leitungsschienen vorgesehen sind, müssen die Schlitzkanäle nach oben freigelegt werden können.

## **E. Fahrzeuge.**

### § 33.

#### **Erdung.**

Als genügende Erdung für Fahrzeuge gilt die leitende Verbindung mit den Radreifen durch das Untergestell.

**§ 34.**

**Elektromotoren und Umformer.**

Die Gestelle von zugänglich aufgestellten Elektromotoren, Transformatoren und Umformern müssen dauernd geerdet oder sie müssen gut isoliert und mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein. Durch die Art der Aufstellung muß dafür gesorgt sein, daß Personen auch bei Schleudern des Wagens nicht in Berührung mit blanken spannungsführenden oder sich bewegenden Teilen gelangen können. Die Aufstellung ist derart auszuführen, daß etwaige im Betriebe auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

**§ 35.**

**Akkumulatoren.**

a) Akkumulatorenzellen elektrischer Fahrzeuge können auf Holz aufgestellt werden, wobei einmalige Isolierung durch nicht Feuchtigkeit anziehende Zwischenlagen ausreicht. Soweit nur unterwiesenes Personal in Betracht kommt, braucht die Möglichkeit, daß eine Person Teile verschiedener Spannung gleichzeitig berührt, nicht ausgeschlossen zu sein. Die Akkumulatoren dürfen den Fahrgästen nicht zugänglich sein. Es ist für ausreichende Lüftung zu sorgen.

b) Zelluloid ist zur Verwendung als Kästen und außerhalb des Elektrolyten unzulässig.

**§ 36.**

**Leitungen.**

a) Der Querschnitt aller Fahrstromleitungen ist nach der Normalstromstärke der vorgeschalteten Sicherung laut folgender Tabelle oder stärker zu bemessen.

Querschnitt in qmm	Normalstromstärke der Sicherung
4	30 A
6	40 "
10	60 "
16	80 "
25	100 "
35	130 "
50	165 "
70	200 "
95	235 "
120	275 "



Drähte für Bremsstrom sind mindestens von gleicher Stärke wie die Fahrstromleitungen zu wählen.

Der Querschnitt aller übrigen Leitungen ist nach der Tabelle in § 11 zu bemessen.

b) Blanke Leitungen sind zulässig, wenn sie sicher isoliert verlegt und gegen Berührung geschützt sind.

c) Isolierte Leitungen in Fahrzeugen müssen so geführt werden, daß ihre Isolierung nicht durch die Wärme benachbarter Widerstände oder Heizvorrichtungen gefährdet werden kann.

d) Alle festverlegten Leitungen sind derart anzubringen, daß sie nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

e) Die Verbindung der Fahr- und Bremsstromleitungen mit den Apparaten ist mittels gesicherter Schrauben oder durch Lötung auszuführen.

f) Nebeneinander verlaufende isolierte Fahrstromleitungen müssen entweder zu Mehrfachleitungen mit einer gemeinsamen wasserdichten Schutzhülle zusammengefaßt werden, derart, daß ein Verschieben und Reiben der Einzelleitungen vermieden wird; dabei ist die Isolierhülle an den Austrittsstellen von Leitungen gegen Wasser abzudichten, oder die Leitungen sind getrennt zu verlegen und, wo sie Wände oder Fußböden durchsetzen, durch Isoliermittel so zu schützen, daß sie sich an diesen Stellen nicht durchscheuern können.

g) Bei Bahnen, bei denen die Fahrgäste auf der Strecke gefahrlos ins Freie gelangen können, dürfen in den Wagen isolierte Leitungen unmittelbar auf Holz verlegt und Holzleisten zur Verkleidung derselben benutzt werden.

h) Verbindungsleitungen zwischen Motorwagen und Anhängewagen sollen so ausgerüstet sein, daß Personen auch bei zufälliger Berührung keine Beschädigung erleiden können.

Bewegliche Kuppelungsstücke sind so anzuordnen, daß sie beim Herausfallen stromlos werden, oder sie müssen so mit Isoliermaterial bekleidet sein, daß auch die ausgelösten Stecker beim etwaigen Niederfallen keine Beschädigung von Personen herbeiführen können.

i) Leitungen, die einer Verbiegung oder Verdrehung ausgesetzt sind, müssen aus leicht biegsamen Seilen hergestellt und, soweit sie isoliert sind, wetterbeständig hergerichtet sein.

k) In der Nachbarschaft von Metallteilen sind die Leitungen über der Isolierung noch besonders mit einer feuchtigkeitsbeständigen Hülle zu überziehen.

m) Rohre können zur Verlegung isolierter Leitungen in und auf Wänden, Decken und Fußböden verwendet werden, sofern sie die Leitungen gegen die Wirkungen von Feuchtigkeit und vor mechanischer Beschädigung schützen.

Sie können aus Metall oder feuchtigkeitsbeständigem Isolierstoff oder aus Metall mit isolierender Auskleidung bestehen.

n) Die Vorschriften in § 10 b—d sowie § 24 i—o gelten auch hier.

### § 37.

#### Schalttafeln.

Schalttafeln in oder an Fahrzeugen dürfen Holz nur als Konstruktionsmaterial enthalten.

### § 38.

#### Fahrschalter.

a) Auf jedem Führerstand ist ein Fahrschalter oder eine Einrichtung anzubringen, womit der Strom ein- und ausgeschaltet und die Geschwindigkeit geregelt werden kann.

b) Die Achsen und die metallischen Gehäuse, sowie die der Berührung ausgesetzten Teile der Fahrschalter müssen gerundet sein, sofern nicht die Plattformen vom Untergestell isoliert sind.

c) Die Kurbeln der Fahrschalter sind in der Weise abnehmbar anzubringen, daß das Abnehmen derselben nur in der Haltstellung erfolgen kann, also nur, wenn der Fahrstrom ausgeschaltet ist. Bei Fahrschaltern mit Kurzschlußbremse darf die Fahrschaltkurbel, wenn sie nicht gleichzeitig Umschaltkurbel ist, auch in der letzten Kurzschlußbremsstellung abnehmbar sein. In diesem Falle muß jedoch die Umschaltkurbel so eingeschaltet bleiben, daß die Kurzschlußbremse bei der möglichen Bewegung des Fahrzeuges wirksam wird.

### § 39.

#### Sicherungen.

a) Jeder Motorwagen muß eine Haupt-Abschmelzsicherung oder einen selbsttätigen Ausschalter für die Elektro-

motoren haben. Akkumulatorenleitungen und jede andere Leitung, die keinen Fahrstrom führt, müssen besonders gesichert sein.

b) Erdleitungen und vom Fahrstrom unabhängige Bremsleitungen dürfen keine Sicherungen enthalten.

#### § 40.

##### **Ausschalter.**

a) Es muß ein von jeder Plattform aus bedienbarer Haupt-(Not-) Ausschalter vorhanden sein, der das Ausschalten des Fahrstromkreises unabhängig vom Fahrschalter gestattet. Der Notausschalter kann mit dem Höchststromausschalter verbunden sein.

b) Erdleitungen sowie vom Fahrstrom unabhängige Bremsstromkreise dürfen nur im Fahrschalter abschaltbar sein.

#### § 41.

##### **Blitzschutzvorrichtungen.**

Die Motorwagen für Oberleitungsbetrieb sind mit Blitzschutzvorrichtungen zu versehen, die auch bei wiederholten atmosphärischen Entladungen wirksam bleiben und so einzurichten und anzubringen sind, daß sie weder Personen gefährden noch eine Feuersgefahr herbeiführen.

Die Erdleitung der Blitzableiter ist auf dem kürzesten Wege mit dem Untergestell zu verbinden.

#### § 42.

##### **Lampen.**

Die unter Spannung stehenden Teile von Lampen nebst Zubehör müssen, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sind, mit einer Schutzhülle aus Isoliermaterial versehen sein.

### Zweiter Abschnitt:

## **Betriebsvorschriften.**

#### § 43.

##### **Isolationsprüfungen.**

Vor der Inbetriebsetzung jeder einzelnen Anlage sowie der Fahrzeuge ist die Isolation zu untersuchen; etwaige Fehler sind auszumerzen. Das gleiche gilt für jede Erweiterung einer Anlage.

**§ 44.****Regelmäßige Untersuchungen.**

Zur dauernden Erhaltung des betriebssicheren Zustandes sind die Kraft- und Hilfswerke mindestens alljährlich, die Leitungsanlagen mindestens halbjährlich, die Motorwagen mindestens alle 2 und die Anhängewagen mindestens alle 3 Jahre einer Hauptuntersuchung zu unterwerfen. Über diese Hauptuntersuchungen ist Buch zu führen.

**§ 45.****Arbeiten im Betriebe.**

a) Arbeiten im Betriebe dürfen nur durch unterwiesenes Personal und nur bei ausreichender Beleuchtung der Arbeitsstelle vorgenommen werden.

b) Bei Spannungen von mehr als 250 Volt darf an elektrischen Maschinen, an Apparaten und an Teilen des Leitungsnetzes mit Ausnahme der Fahrleitung im allgemeinen nur nach vorheriger Ausschaltung und einer unmittelbar an der Arbeitsstelle vorgenommenen Erdung und Kurzschließung der zur Stromleitung dienenden Teile gearbeitet werden. Zur Erdung und Kurzschließung dürfen Leitungen unter 10 qmm Querschnitt nicht verwendet werden.

c) Um die erforderlichen Abschaltungen mit Sicherheit vornehmen zu können, ist in jedem Kraftwerk und Hilfswerk ein schematischer Übersichtsplan niederzulegen, in welchem die vorzunehmenden Ausschaltungen, sowie erforderlichenfalls deren Reihenfolge bezeichnet sind.

d) Ist aus dringenden Betriebsrücksichten oder aus technischen Gründen eine Abschaltung desjenigen Teiles der Anlage, an welchem selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe gearbeitet werden soll, nicht möglich, so sind folgende Vorichtsmaßregeln zu erfüllen:

1. Es soll niemals ein Arbeiter allein derartige Arbeiten ausführen, sondern es soll immer mindestens eine andere Person zum Zwecke etwaiger Hilfeleistung dabei gegenwärtig sein.
2. Für die Arbeiter sollen isolierende Unterlagen vorhanden sein.
3. Soweit es sich um Schalttafeln, Apparate usw. handelt, sollen nach Möglichkeit die ungeschützten unter Span-

nung stehenden Teile soweit abgedeckt werden, daß die zufällige gleichzeitige Berührung von Teilen verschiedener Polarität oder Phase für den Arbeitenden ausgeschlossen ist.

e) In explosionsgefährlichen oder durchtränkten Räumen dürfen Arbeiten an Spannung führenden Teilen unter keinen Umständen ausgeführt werden

f) Die Vorschrift d) 1. gilt auch für Arbeiten an Fahrdrähten.

g) Der Austausch durchgebrannter Sicherungen darf nur durch unterwiesenes Personal vorgenommen werden.

#### § 46.

##### Löschmittel.

Zum Löschen eines etwa entstehenden Brandes sind in Kraft- und Hilfswerken geeignete Löschmittel, wie z. B. trockener Sand, an passenden Stellen bereit zu halten. Das Anspritzen von unter Spannung stehenden Teilen ist zu vermeiden.

#### § 47.

##### Inkrafttreten der Vorschriften.

a) Die vorstehenden Bestimmungen gelten auf Grund des Beschlusses der Jahresversammlung zu Stuttgart vom 1. Oktober 1906 ab als Verbandsvorschriften.

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

---

## **14. Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasser- röhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen.<sup>1) 2)</sup>**

Angenommen für 2 Jahre auf der Jahresversammlung 1910, für  
weitere 2 Jahre auf der Jahresversammlung 1912. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 491. Gültig ab 1. Juli 1910.

### § 1.

#### **Geltungsbereich.**

Die nachfolgenden Vorschriften regeln die Anlage von Gleichstrombahnen oder Gleichstrombahnstrecken, die die Schienen als Leiter benutzen. Die vorgeschriebenen oberen Grenzwerte für zulässige Spannungen gelten, soweit nichts anderes ausdrücklich gesagt ist, für die Projektierung der Anlage, wobei bezüglich des Widerstandes und der Stromleitung nur die Schienen und zugehörigen Überbrückungsleitungen in die Rechnung einzusetzen und der angenommene Widerstand der Schienen sowie der für seine Vermehrung durch die Stoßverbindungen angesetzte prozentuale Zuschlag anzugeben sind. Indessen dürfen sich diese Grenzwerte bei der rechnerischen sowohl wie bei der praktischen Nachprüfung an den in Betrieb stehenden Anlagen nicht als überschritten erweisen.

Von diesen Vorschriften bleiben Bahnen befreit, deren Gleise auf besonderem Bahnkörper isoliert verlegt sind. Als Beispiel wird die Verlegung auf Holzschwellen genannt, bei welcher im allgemeinen ein Luftzwischenraum zwischen den Gleisen und der eigentlichen Bettung gewährleistet ist. Erfüllt eine solche Bahn diese Bedingungen an einzelnen

---

<sup>1)</sup> Aufgestellt von der Vereinigten Erdstrom-Kommission des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahnverwaltungen. Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1911, S. 511.

<sup>2)</sup> Sonderdrucke mit Erläuterungen können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

Stellen, z. B. Niveaure Kreuzungen, nicht, so finden die Vorschriften sinn gemä ß e Anwendung, falls nicht durch örtliche Maßnahmen eine gleichwertige Isolation dieser Stellen erreicht ist.

Ferner finden diese Vorschriften keine Anwendung auf Schienenstränge, die an jedem Punkte wenigstens 200 m von dem nächstgelegenen Punkte eines Rohrnetzes entfernt sind.

## § 2.

### **Schienenleitung.**

Alle zur Stromleitung benutzten Schienen sind als möglichst vollkommene und zuverlässige Leiter auszubilden und dauernd zu erhalten.

Der Widerstand einer Gleisstrecke darf durch die Stoßverbindungen höchstens um den der Projektierung zugrunde gelegten Zuschlag (vgl. § 1, Abs. 1), der jedoch nicht mehr als 20% betragen darf, größer sein als der Widerstand eines ununterbrochenen Gleises von gleichem Querschnitt und gleicher spezifischer Leitfähigkeit. Die spezifische Leitfähigkeit der zur Verwendung gelangenden Schienen (vgl. § 1, Abs. 1) ist vor der Verlegung festzustellen.

Beim Entwurf der Stromleitungsanlage des Gleisnetzes darf bei der Verwendung von Schienen, die aus Haupt- und Nebenschienen zusammengesetzt sind, der volle Querschnitt beider Schienen nur dann in Rechnung gesetzt werden, wenn nicht nur die Stöße der Hauptschienen, sondern auch die Stöße der Nebenschienen und beide Schienen untereinander dauernd gut leitend verbunden bleiben.

Die Schienen zu beiden Seiten von Kreuzungs- und Weichenstücken müssen durch besondere Überbrückungen in gut leitendem Zusammenhang stehen. Die Schienen eines Gleises, sowie die mehrerer nebeneinander liegender Gleise müssen mindestens an jedem zehnten Stoße gut leitend verbunden sein. Diese Überbrückungs- und Querverbindungsleitungen müssen wenigstens die Leitfähigkeit einer Kupferverbindung von 80 qmm Querschnitt haben.

An beweglichen Brücken oder Anlagen ähnlicher Art, die eine Unterbrechung der Gleise zur Folge haben, ist durch besondere isolierte Leitungen der gut leitende Zu-

sammenhang der Gleisanlage zu sichern. Hierbei darf der Spannungsabfall bei mittlerer Belastung (vgl. § 3, Abs. 2) 5 Millivolt pro Meter Entfernung zwischen den Unterbrechungsstellen nicht überschreiten.

Alle zur Stromführung dienenden mit den Schienen verbundenen Leitungen sind gegen Erde zu isolieren. Ausgenommen hiervon sind kurze Verbindungsleitungen wie Stoß- und Querverbindungen, Überbrückungen an Weichen, Schiebebühnen usw., die, falls sie nicht tiefer als 25 cm in dem Boden verlegt werden, blank ausgeführt werden dürfen.

### § 3.

#### **Schienspannung.**

Hinsichtlich der Spannungsverhältnisse im Schienengebiet ist zwischen dem „inneren verzweigten Schienennetz“ und den „auslaufenden Strecken“ zu unterscheiden. Bei Überlandbahnen werden die Verbindungsstrecken der Ortschaften als „auslaufende Strecken“ behandelt.

Im „inneren verzweigten Schienennetz“ und innerhalb eines anschließenden Gürtels von 2 km Breite soll bei mittlerem fahrplanmäßigen Betrieb der Anlage die sich rechnerisch ergebende Spannung zwischen zwei beliebigen Schienenpunkten 2,5 V nicht überschreiten. Unter den gleichen Bedingungen soll jenseits des Gürtels auf den „auslaufenden Strecken“ das größte Spannungsgefälle nicht mehr als 1 V pro Kilometer betragen. Der Verkehr einzelner Nachtwagen scheidet bei der Feststellung des mittleren fahrplanmäßigen Betriebes aus.

Ist in einer Ortschaft das Schienennetz unverzweigt, so soll die Spannung innerhalb des verzweigten Rohrnetzes 2,5 V nicht überschreiten.

Der Anschluß anderweitiger stromverbrauchender Anlagen an das Bahnnetz darf die Spannungen im Schienennetze nicht über die vorgeschriebenen Grenzen steigern.

Stehen verschiedene Bahnen miteinander in Verbindung — sei es durch das Schienennetz oder durch die Kraftquelle —, so sind sie so anzulegen, daß sie zusammen diese Bedingungen erfüllen.



Gleisanlagen in Ortschaften mit selbständigen Röhrennetzen sollen für sich den vorstehenden Bestimmungen dieses Paragraphen genügen.

Abweichungen von diesen Vorschriften — und zwar nach beiden Richtungen — in bezug auf Spannungsverhältnisse im Schienennetz können durch besondere örtliche Verhältnisse oder durch erheblich abweichende Betriebsweise begründet sein. So z. B. kann, wenn die Betriebsdauer — wie dies bei Güterbahnen oft der Fall ist — nur einen kleinen Bruchteil des Tages ausmacht, eine Überschreitung der angegebenen Spannungsgrenzen zugelassen werden; bei Bahnen bis zu 3 Stunden Betriebsdauer bis auf das Zweifache, und bei Bahnen bis zu einer Stunde Betriebsdauer bis auf das Vierfache.

Wo<sup>1)</sup> das Schienennetz allein nicht genügt, die Rückleitung ohne Überschreitung der zulässigen Spannung im Netz zu bewirken, sind besondere Rückleitungen herzustellen. Bei der Wahl der Rückleitungspunkte sind solche Stellen auszusuchen, die möglichst günstig, das heißt entfernt von den Röhren und möglichst in Gebieten mit trockenem, schlecht leitendem Boden liegen.

Zweckmäßig wird man bei Zweileiterbahnen abstufbare Widerstände in die Rückleitungen einbauen, durch die das Potential an allen Rückleitungspunkten auch unter veränderten Betriebsverhältnissen nach Möglichkeit gleichgehalten werden kann. Bei Dreileiterbahnen empfiehlt sich, zum gleichen Zweck die Speisebezirke der beiden Dreileiterseiten umschaltbar einzurichten.

#### § 4.

#### Übergangswiderstand.

Der Widerstand zwischen dem zur Stromleitung benutzten Schienennetz und Erde muß möglichst hoch gehalten werden. Wo dies durch die Bodenverhältnisse oder durch die Anlage in der Fahrbahnfläche an und für sich nicht genügend gewährleistet wird, ist eine Erhöhung des Widerstandes durch möglichst wirksame Isolation anzustreben.

Die Gleise und die mit ihnen metallisch verbundenen Stromleitungen dürfen weder mit den Röhren noch mit sonstigen Metallmassen in der Erde metallisch verbunden sein.

Außerdem ist darauf zu achten, daß der Abstand zwischen der nächst gelegenen Schiene und solchen Rohrnetzteilen

<sup>1)</sup> Die Sätze in kleinem Druck gelten nicht als verbindliche Vorschriften, sondern als empfehlenswerte Maßnahmen.

(Wassertopf-Saugröhren, Hülsenröhren, Deckkasten, Spindelstangen, Hydranten oder dergleichen), die in die Oberfläche eingebaut sind oder nahe an sie herantreten und mit den Röhrenleitungen in metallischer Verbindung stehen, so groß wie möglich gehalten wird, wenn irgend möglich, wenigstens 1 m.

Feststehende Motoren oder Licht- oder andere Anlagen, die aus einer Bahnleitung gespeist werden, die die Schienen als Stromleitung benutzt, sind mit dem Schienennetz oder dessen Stromleitungen durch isolierte Leitungen zu verbinden. Ausgenommen hiervon sind kurze Anschlußleitungen bis zu 16 qmm Querschnitt, die weniger als 25 cm tief in der Erde und mindestens 1 m von der nächsten Röhrenleitung entfernt liegen; diese dürfen blank hergestellt werden.

Behufs<sup>1)</sup> Erhöhung des Widerstandes zwischen Schiene und Erde wird empfohlen, die Schiene auf möglichst schlecht leitender und gut entwässerter Unterbettung zu verlegen und diese gegen die Oberfläche der Fahrbahn in genügender Breite möglichst wasserdicht abzuschließen.

Die Verwendung von Salz zur Beseitigung von Schnee und Eis sollte auf die unumgänglich notwendigen Fälle beschränkt bleiben.

Wo sich durch die Schienenführung ein genügender Abstand zwischen den Schienen und den in die Oberfläche eingebauten Rohrnetzteilen nicht schaffen läßt, empfiehlt es sich, die Rohrnetzteile umzulegen, oder durch geeignete Isolierschichten (Hülsenrohre aus Steinzeug, Schächte aus Mauerwerk und dergleichen) den Stromübergang zu hemmen.

## § 5.

### **Stromdichte.**

Die vorstehenden Vorschriften sollen das Auftreten von Rohrzerstörungen nach Möglichkeit verhindern. Maßgebend für die elektrolytische Rohrzerstörung ist die Dichte des Stromes, der aus den Röhren austritt.

Wo diese durch Bahnströme hervorgerufene Stromdichte den Mittelwert (vgl. § 3) von 0,75 Milliampere pro qdcm erreicht, ist die Röhrenleitung unbedingt als durch die Bahn gefährdet zu bezeichnen, und es sind weitere Schutzmaßnahmen zu treffen.

---

<sup>1)</sup> Siehe die vorige Anmerkung.

Für Güterbahnen mit außergewöhnlich kurzer Betriebszeit sind hier, wie in § 3, Ausnahmen zulässig.

Bei Richtungswechsel der aus den Röhren austretenden und in sie eintretenden Ströme sind, bis weitere Erfahrungen vorliegen, die letzteren bei der Bildung des Stromdichtemittels für die Betriebszeit gleich Null zu setzen.

## § 6.

### **Überwachung.**

Um die Potentiale an den Schienenanschlußpunkten prüfen zu können, sind für jedes Stromabgabegebiet von diesen Punkten Prüfdrähte zu je einer Sammelstelle zu führen.

Bei jeder größeren dauernden Betriebsverstärkung soll die Spannungsverteilung im Schienennetz nachgeprüft werden.

Die Schienenstoßverbindungen sind alljährlich einmal mittels eines geeigneten Schienenstoßprüfers nachzuprüfen und derart instand zu setzen, daß sie die Vorschriften der §§ 1 und 2 erfüllen. Insbesondere sollen Stoßverbindungen, deren Widerstand bei der Prüfung sich größer als der einer 10 m langen ununterbrochenen Schiene erweist, alsbald vorschriftsmäßig instand gesetzt werden.

---

## **15. Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten.**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1912. Veröffentlicht:  
ETZ 1912 S. 142. Gültig ab 1. Juli 1912.

Grundlegend für die Beurteilung der Schlagwettersicherheit von elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten sowie besonderer Schutzvorrichtungen für dieselben sind die Ergebnisse von Versuchen, welche s. Zt. auf der berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke in Gelsenkirchen-Bismarck ausgeführt worden sind.

Die Ergebnisse sind niedergelegt in den Veröffentlichungen:

„Versuche zwecks Erprobung von Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren und Apparate“ von Bergassessor Beyling im „Glückauf“ 1906, Nr. 1 bis 13, sowie „Die Erprobung und Ermittlung von Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen und Apparaten gegen die Zündung von Schlagwettern“ von Dipl.-Ing. Götze in der „ETZ“ 1906, S. 4 ff., und „Versuche mit Schlagwetter und dem Schlagwetterschutz elektrischer Antriebe“ von Hofmann in der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ vom 24. III. 1906 (Nr. 12, S. 433).

Hiernach haben sich für die Konstruktion schlagwetter-sicherer Maschinen, Transformatoren und Apparate die nachfolgend genannten Schutzvorrichtungen am meisten bewährt und sind bei ihrer Anwendung die weiterhin erörterten Gesichtspunkte zur Berücksichtigung zu empfehlen. Wegen der weiteren Einzelheiten der Bauarten und ihrer Anwendung muß auf obige Veröffentlichungen verwiesen werden.

### A. Die verschiedenen Arten der Schutzvorrichtungen.

I. Geschlossene Kapselung. Sie besteht in einem allseitig geschlossenen Hohlkörper zur Aufnahme der Maschinen, Transformatoren oder Apparate. Bei der geschlossenen Kapselung sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- a) Alle Teile der Kapselung sind so herzustellen, daß sie einem inneren Überdruck von 8at sicher widerstehen können. Unterteilungen des gekapselten Raumes, die durch enge Öffnungen verbunden sind, daher zu höherem Überdruck Anlaß geben könnten, sind zu vermeiden.
- b) Die Stoßstellen zusammengepaßter Kapsel- und Gehäuse-teile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen sind als breite, glattbearbeitete Flanschen auszubilden. Dichtungen sind an solchen Stellen tunlichst zu vermeiden. Falls Dichtungen angewendet werden, muß dafür gesorgt werden, daß sie durch den Explosionsdruck nicht herausgedrückt werden können. Dichtungen aus wenig haltbarem Stoff, wie Gummi, Asbest oder ähnlichem sind unzulässig.
- c) Die Schutzmaßnahmen sind auf alle Wege zu erstrecken, welche die Gase bei einer Explosion vom Innern der Kapselung nach außen nehmen können. Wellen und Betätigungsachsen sind an den Durchführungen durch die Kapselung in entsprechend lange Metallbüchsen zu verlegen, die ihrerseits mit dem Schutzgehäuse fest verbunden sind. Die Leitungseinführungen sind so abzudichten, daß sie dem Explosionsdruck standhalten.

II. Plattenschutzkapselung. Bei dieser Kapselung werden an den Gehäuseöffnungen von Maschinen, Transformatoren und Apparaten Pakete von Metallplatten angebracht, welche durch Zwischenlagen in bestimmtem Abstand gehalten werden.

Für die Ausführung ist folgendes zu berücksichtigen:

- a) Man verwende Metallplatten, die eine Flanschenbreite von mindestens 50 mm und eine Stärke von mindestens 0,5 mm haben und ordne sie durch Einlegen geeigneter Zwischenstücke so an, daß ihr Abstand (Schlitzweite) höchstens 0,5 mm beträgt und auch nicht infolge Durchbiegung der Platten überschritten werden kann. Als

Material verwende man Bronze, Messing, verzinn-tes oder verzinktes Eisen.

- b) Die Plattenpackungen sind gegen äußere Beschädigung zu schützen. Es wird empfohlen, sie abnehmbar anzubringen, so daß eine bequeme Überwachung und ein leichtes Auswechseln der Platten möglich wird.
- c) Die Bedingungen unter Ib) und c) sind zu erfüllen. Falls nicht eine genügend große Anzahl von Schlitzten vorhanden ist, die das Entstehen eines größeren Überdruckes sicher verhindern, sind auch die Bedingungen unter Ia) zu beachten. Alle Undichtigkeiten sind zu vermeiden.

III. Drahtgewebekapselung. Die Drahtgewebekapselung besteht darin, daß alle Gehäuseöffnungen der damit auszurüstenden Maschinen, Transformatoren und Apparate durch Drahtgewebe geschlossen werden, oder daß für die Maschinen, Transformatoren und Apparate Gehäuse hergestellt werden, welche mit derartigen durch Drahtgewebe geschlossenen Öffnungen versehen sind.

Die Bedingungen, welchen diese Kapselung entsprechen muß, sind folgende:

- a) Als Gewebe ist Sicherheitslampen-Drahtgewebe von 144 Maschen auf 1 qcm und 0,35 mm Drahtstärke zu verwenden. Das Drahtgewebe soll aus Bronze oder verzinktem Eisen bestehen, gleichmäßig gearbeitet und frei von Fehlern sein.
- b) An jeder Öffnung ist das Drahtgewebe in mindestens zwei Lagen hintereinander in einem gegenseitigen Abstand von 5 bis 20 mm anzuordnen. Die gesamte schützende Gewebefläche soll mindestens 150 qcm für das Liter Wetterinhalt des gekapselten Raumes betragen.
- c) Größere Netzflächen sind zur Wahrung des Abstandes mit Verstärkungsrippen zu versehen. Die Befestigung der Gewebe darf nicht durch Lötung erfolgen, die Gewebe sind vielmehr durch Verschraubung in Rahmen einzuklemmen, wobei streng darauf zu achten ist, daß an den Befestigungsstellen keine Undichtigkeiten entstehen. Gegen äußere Beschädigung ist das Drahtgewebe durch gelochtes Blech oder ähnliche Hilfsmittel zu

schützen. Es wird empfohlen, die Drahtgewebe als abnehmbare Deckel anzuordnen, die eine leichte Überwachung und ein bequemes Auswechseln des Gewebes gestatten.

- d) Die Bedingungen unter Ib) und c) sind zu erfüllen. Alle Undichtigkeiten sind zu vermeiden.
- e) Die Netzflächen sind so an der Kapselung anzuordnen, daß etwaige Nachbrennflammen nicht an dem Gewebe entlang streichen und daß brennbare Körper nicht darauf fallen können. Um das Nachbrennen abzuschwächen, sind mehrere kleine Netzflächen (nicht wenige große) zu verwenden.

IV. Ölkapselung. Diese Kapselung besteht darin, daß der ganze Apparat, soweit an ihm Funkenbildung oder gefährliche Erhitzung durch elektrischen Strom möglich ist, in einen Behälter eingebaut wird, welcher mit harz- und säurefreiem Mineralöl gefüllt wird.

Der Ölstand ist so reichlich zu bemessen, daß das Auftreten von Funken über den Ölspiegel hinaus ausgeschlossen ist. Die hierfür erforderliche Höhe des Ölstandes ist durch eine Marke festzulegen. Die Ölstandshöhe muß erkennbar sein, ohne daß die Kapselung geöffnet zu werden braucht.

## **B. Anwendung der einzelnen Schutzvorrichtungen.**

I. Bei Maschinen, Transformatoren und Apparaten können zwei Bauarten angewendet werden:

- a) Die ganze Maschine, der ganze Transformator oder der ganze Apparat ist schlagwettersicher gemäß Abschnitt A zu schützen.
- b) Nur diejenigen Teile von Maschinen, Transformatoren und Apparaten, an welchen betriebsmäßig Funken auftreten, sind schlagwettersicher gemäß Abschnitt A zu schützen. Die Teile dagegen, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen Funken auftreten können, erhalten eine erhöhte Sicherheit gegenüber normaler Ausführung, und zwar:
  - 1. durch einen besonderen mechanischen Schutz,
  - 2. durch eine Erhöhung der für die Prüfung vorgeschriebenen Isolierfestigkeit um 50%,

3. durch die Herabsetzung der zulässigen Erwärmung um 25%.

II. Für Apparate gilt noch folgendes:

Flüssigkeitsanlasser ohne besondere Schutzvorkehrungen sind unzulässig.

Bei Widerständen kann von allen Schutzvorrichtungen abgesehen werden, wenn gleichzeitig:

- a) die elektrische Beanspruchung des Materials so gering ist, daß eine gefährliche Erwärmung ausgeschlossen ist;
- b) das Widerstandsmaterial so fest ist, daß im gewöhnlichen Betriebe ein Bruch nicht eintreten kann und es so sicher befestigt ist, daß gegenseitiges Berühren ausgeschlossen ist;
- c) durch geeignete Abdeckung das Hineinfallen von Fremdkörpern und Eindringen von Tropfwasser verhindert wird;
- d) alle Drahtverbindungen verlötet oder gesichert verschraubt sind.

Alle Schraubkontakte, welche nicht durch Kapselungen geschützt werden können, sind so zu sichern, daß eine Lockerung der Verschraubung und damit ein schlechter Kontakt nicht eintreten kann (z. B. Anschlußklemmen von Motoren, Widerständen u. a.).

Steckkontakte müssen so gebaut sein, daß die Stecker fest in den Dosen sitzen, daß also im Ruhezustand keine Funken auftreten; sie müssen ferner mit schlagwetzersicheren Schaltern derart verriegelt sein, daß das Einsetzen und Herausnehmen des Steckers nur in spannungslosem Zustande erfolgen kann.

### C. Andere Bauarten.

Andere als die unter A und B genannten Bauarten von Maschinen, Transformatoren und Apparaten sind zulässig, sofern sie sich bei einer besonderen Prüfung durch eine anerkannte Schlagwetter-Versuchsstelle als schlagwetzersicher erwiesen haben.



## **16. Leitsätze für den Anschluß von Schwachstrom- anlagen an Niederspannungs - Starkstromnetze durch Transformatoren oder Kondensatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen).**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1912. Veröffentlicht:  
ETZ 1912 S. 94<sup>1)</sup> u. 697. Gültig ab 1. Juli 1912.

### **Allgemeines.**

1. Zwischen den Starkstrom- und den Schwachstromleitungen darf eine leitende Verbindung nicht bestehen.

2. An den Transformatoren und Kondensatoren müssen die Anschlüsse für die Starkstrom- wie für die Schwachstromseite elektrisch und räumlich zuverlässig voneinander getrennt und leicht zu unterscheiden sein.

3. Die Starkstromklemmen müssen der Berührung entzogen sein.

4. Die Bestimmungen des § 10 der Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln des Verbandes Deutscher Elektrotechniker finden Anwendung.

5. Die Starkstrom- und die Schwachstromleitungen müssen in den Installationen unterscheidbar und in einem angemessenen Abstand voneinander verlegt sein.

### **Transformatoren.**

6. Kleintransformatoren, die zum Betrieb von Schwachstromanlagen dienen, müssen als solche gekennzeichnet werden.

---

<sup>1)</sup> Dasselbst auch kurze Erläuterungen.

7. Kleintransformatoren, die zum Anschluß von Schwachstromleitungen bestimmt sind, müssen entweder derart gebaut oder mit solchen Schutzvorrichtungen versehen sein, daß bei dauerndem Kurzschluß der Sekundärklemmen die von außen zugänglichen Teile der Apparate eine Temperaturerhöhung von nicht mehr als  $100^{\circ}$  C erfahren.

8. Die Primär- und Sekundärwicklungen müssen auf getrennten Spulenkörpern befestigt sein.

9. Die sekundäre Spannung darf bei offenem Transformator 30 V nicht überschreiten.

10. Für die Isolationsprüfung gelten die Bestimmungen der Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren.

---

## 17. Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.<sup>1) 2)</sup>

**(Dosen-Aus- und -Umschalter, Hebelschalter, Glühlampenfassungen mit und ohne Hahn, Schmelzsicherungen, Steckvorrichtungen.)**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1908. Veröffentlicht:  
ETZ 1908 S. 872. Gültig ab 1. Juli 1909.

### A. Allgemeine Bestimmungen.

#### § 1.

Die nachstehenden Vorschriften finden Anwendung auf Installationsmaterial, welches bei normaler Verwendung einer Spannung bis zu 500 Volt gegen Erde ausgesetzt ist, soweit nicht andere Bedingungen besonders angegeben oder vereinbart sind.

#### § 2.

Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der in seiner Verwendungsform entweder nicht entzündet werden kann, oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt und bei 175° C keine Formveränderung erleidet.

#### § 3.

Ortsfeste Apparate müssen so konstruiert sein, daß der Anschluß an die Leitung durch Schraubkontakt bewirkt wird.

---

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ hat eine andere Fassung, welche zweimalige Änderungen erfahren hat, bestanden, worüber nachstehende Tabelle näheren Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschl.:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	13. 6. 02	1. 7. 02	02 S. 762
Erste Änderung	8. 6. 03	1. 7. 03	03 S. 683
Zweite Änderung	24. 6. 04	1. 7. 04	04 S. 687
Zweite Fassung	12. 6. 08	1. 7. 09	08 S. 872

Erläuterungen zur letzten Fassung siehe ETZ 1908 S. 493.

<sup>2)</sup> Sonderabdrucke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

§ 4.

Sämtliche Schrauben, welche Kontakte vermitteln, müssen ihr Muttergewinde in Metall haben.

§ 5.

Bei Bezeichnungen auf Apparaten gelten .....A als Abkürzung für den Nennstrom, .....V als Abkürzung für die Höchstspannung.

**B. Dosen-Aus- und -Umschalter.**

§ 6.

Die stromführenden Teile müssen auf feuersicherer Unterlage montiert sein, die nicht hygroskopisch ist.

§ 7.

Der Berührung zugängliche Gehäuse und Griffe müssen, sofern sie nicht für Erdung eingerichtet sind, aus Isoliermaterial bestehen. Die Achse muß von den stromführenden Teilen isoliert sein.

§ 8.

Die Kontakte sollen Schleifkontakte sein.

§ 9.

Dient der Griff des Schalters zugleich zur Befestigung der Kappe auf dem Sockel, so muß er derart auf seiner Achse befestigt sein, daß er sich beim Rückwärtsdrehen nicht ohne weiteres abschrauben läßt.

§ 10.

Der Nennstrom und die Höchstspannung sind so zu vermerken, daß sie in montiertem Zustande bei abgenommener Kappe leicht zu erkennen sind. Die Angaben können auf dem festen Teil des Schalters gemacht werden. Für die Bezeichnung auf dem Sockel im Innern ist Gummistempel zulässig.

§ 11.

Die Abstufungen der Nennstromstärken sollen sein: 4, 6, 10, 20, 35, 60 Ampere.

Für Wechselschalter und Umschalter gilt auch 2 Ampere als normal.

§ 12.

Als normale Höchstspannungen gelten 250 Volt und 500 Volt.

§ 13.

Der Schalter muß in eingeschalteter Stellung gegen die Befestigungsschrauben, gegen eine am Griff angebrachte Stanniolumwicklung und gegen das Gehäuse, ferner in ausgeschalteter Stellung zwischen seinen Klemmen eine Überspannung von 1000 Volt Wechselstrom über die auf ihm vermerkte Höchstspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 14.

Die Kontaktteile der Schalter dürfen nach einstündiger Belastung bei geschlossenem Gehäuse keine übermäßige Temperatur annehmen. Als Belastung für diesen Versuch gilt bei Schaltern bis 10 Amp. das 1,5 fache und bei Schaltern über 10 Amp. das 1,25 fache des Nennstromes.

Die Temperatur gilt als übermäßig, wenn an irgendeiner Stelle ein Kügelchen reinen Bienenwachses, welches vor dem Versuch angelegt wurde, nach Beendigung desselben zerschmolzen ist.

§ 15.

Um die mechanische Haltbarkeit des Schalters zu prüfen, wird er absatzweise, aber ohne Strom zu führen, 5000 mal eingeschaltet und 5000 mal ausgeschaltet bei 700 bis 800 Ein- und Ausschaltungen pro Stunde. Schmierung vor dem Versuch ist zulässig. Nach Beendigung dieses Versuches muß der Schalter für den in § 16 vorgeschriebenen Versuch noch brauchbar sein.

§ 16.

Um festzustellen, daß bei rasch wiederholtem Gebrauch des Schalters sich kein dauernder Lichtbogen bildet, ist der Schalter bei der auf ihm verzeichneten Höchstspannung und einer Stromstärke, welche um den in der Tabelle angegebenen Prozentsatz höher ist als der Nennstrom, bei induktionsfreier Belastung und geschlossenem Gehäuse in Tätigkeit zu setzen.

Die Versuchsdauer ist 3 Minuten und in dieser Zeit ist die in nachstehender Tabelle angegebene Zahl von Stromunterbrechungen vorzunehmen.

Größe des Schalters, Ampere	bis 10	20 bis 35	bis 60
Die Nennstromstärke ist zu steigern um % . . . . .	30	25	20
Zahl der Ausschaltungen in 3 Minuten . . . . .	90	60	30

**C. Hebelschalter.**

§ 17.

Die stromführenden Teile müssen auf feuersicherer Unterlage montiert sein, die nicht hygroskopisch ist.

§ 18.

Der Nennstrom und die Höchstspannung sind auf dem Schalter zu vermerken. Bei verdeckten Schaltern müssen die Bezeichnungen entweder von außen sichtbar oder auf der Abdeckung (Gehäuse) nochmals angebracht sein.

§ 19.

Die Abstufungen der Nennstromstärken sollen sein: 10, 20, 35, 60 Ampere.

Für die höheren Stromstärken werden bestimmte Abstufungen nicht festgesetzt.

§ 20.

Als normale Höchstspannungen gelten 250 Volt und 500 Volt.

§ 21.

Der Schalter muß in eingeschalteter Stellung gegen die Befestigungsschrauben, gegen eine am Griff angebrachte Stanniolumwicklung, ferner in ausgeschalteter Stellung zwischen seinen Klemmen eine Überspannung von 1000 Volt über die auf ihm vermerkte Höchstspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 22.

Die Metallkontakte sind so zu bemessen, daß bei Nennstrom eine Übertemperatur von 50° C nicht überschritten wird.

#### **D. Glühlampenfassungen mit und ohne Hahn.**

##### **§ 23.**

Die stromführenden Teile müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

Isoliermaterialien, die brennbar oder hygroskopisch sind oder bei einer Temperatur von 175° eine Formveränderung erleiden, dürfen im Innern der Fassung nicht verwendet werden.

##### **§ 24.**

Als normale Höchstspannungen gelten 250 Volt und 500 Volt.

##### **§ 25.**

Fassungen für Spannungen über 250 Volt dürfen keinen Hahn haben.

##### **§ 26.**

Die Hähne müssen Momentschalter sein. Der Griff des Hahnes muß, wenn ausgeschaltet, rechtwinklig zur Mittellinie der Fassung stehen.

##### **§ 27.**

Hahnfassungen müssen so konstruiert sein, daß eine Berührung zwischen beweglichen Teilen des Schalters und den Zuleitungsdrähten ausgeschlossen ist. Der Griff darf nicht aus Metall bestehen. Die Achse muß von den stromführenden Teilen und von der Umhüllung isoliert sein.

##### **§ 28.**

Die Fassung muß, in eingeschalteter Stellung, eine Spannung von 1000 Volt Wechselstrom 5 Minuten lang aushalten, und zwar

- a) zwischen den einzelnen Kontakten,
- b) zwischen jedem Spannung führenden Kontakt und dem Gehäuse,
- c) zwischen jedem Spannung führenden Kontakt und einer Stanniolumhüllung um den Griff,
- d) zwischen den Kontakten des Hahnes in ausgeschalteter Stellung.

§ 29.

Um die allgemeine Gebrauchsfähigkeit der Hahnfassung zu prüfen, wird ein induktionsfreier Widerstand von 150 Ohm angeschlossen und bei 250 Volt in 3 Minuten 90 mal ein- und 90mal ausgeschaltet.

**E. Schmelzsicherungen.**

§ 30.

Die stromführenden Teile von Sockel und Einsatz müssen auf feuersicherer Unterlage montiert sein, die nicht hygroskopisch ist, und bei der höchsten im Betrieb erreichbaren Temperatur eine Veränderung nicht erleidet.

Unter der „höchsten im Betriebe erreichbaren Temperatur“ soll dabei diejenige Temperatur verstanden werden, welche der Sockel annimmt, wenn der stärkste Schmelzeinsatz des betreffenden Modelles unter den ungünstigsten Abkühlungsverhältnissen dauernd mit Grenzstrom belastet wird.

§ 31.

Die Einsätze müssen für eine Höchstspannung von 250 Volt oder 500 Volt gebaut sein; Nennstrom und Höchstspannung sind auf dem Einsatz zu verzeichnen.

§ 32.

Die Abstufungen der Nennstromstärken sollen sein: 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60 Ampere. Für die höheren Stromstärken werden bestimmte Abstufungen nicht festgesetzt.

§ 33.

Schmelzsicherungen sollen eine Überlastung von mindestens 25% über den Nennstrom dauernd aushalten.

*Bei Sicherungen mit eingeschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken bis 60 Amp. soll das Verhältnis von Nennstrom zu Grenzstrom sein:*

bei einem Nennstrom	. . . .	bis 10 Amp.	0,5 bis 0,65
·	·	von 15 „ 25 „	0,6 „ 0,70
·	·	· 35 „ 60 „	0,65 „ 0,75

§ 34.

Die Einsätze müssen so gebaut sein, daß entstehende Metalldämpfe keinen Kurzschluß herbeiführen können.



§ 35.

Der Berührung zugängliche Metallteile des Sockels und des Einsatzes müssen von unter Spannung stehenden Teilen isoliert sein.

§ 36.

Die Sicherung muß bei eingesetztem Einsatz gegen die Befestigungsschrauben und gegen die der Berührung zugänglichen Metallteile am Sockel und Einsatz, ferner nach herausgenommenem Einsatz zwischen den Kontakten eine Überspannung von 1000 Volt Wechselstrom über die Höchstspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 37.

*Sicherungen mit eingeschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken bis 60 Ampere sind zu prüfen sowohl bei plötzlichem Kurzschluß (§ 38), als auch bei Dauerbelastung (§ 39 und 40)*

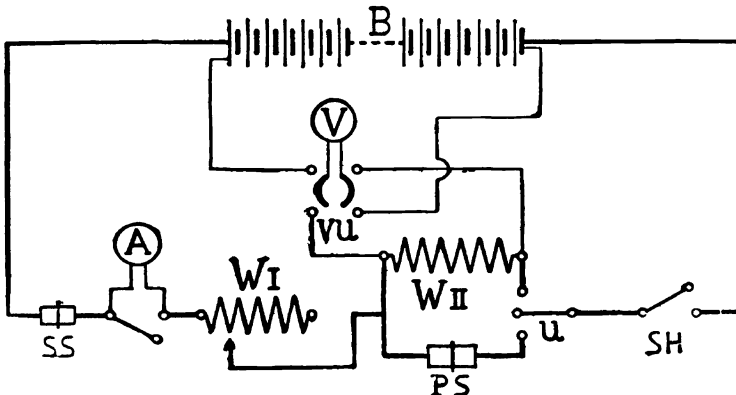
§ 38.

*Bei Sicherungen mit eingeschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken bis 60 Ampere gelten für die Prüfung bei Kurzschluß folgende Vorschriften:*

1. Als Stromquelle dient ein Akkumulator, dessen EMK, gemessen als Klemmenspannung in unbelastetem Zustande, um 10 % höher sein muß, als die auf dem Einsatz der zu prüfenden Sicherung verzeichnete Höchstspannung (siehe § 31).

Die Parallelschaltung einer Dynamomaschine zur Akkumulatorenbatterie ist gestattet.

2. Für die Schaltung bei Vornahme der Kurzschlußprüfung ist nachstehendes Schema maßgebend:



*Hierin bedeutet:*

- B* Akkumulator,
- SS* Schutzsicherung,
- A* Amperemeter für 500 Ampere mit Kurzschließung,
- WI* Induktionsfreier veränderlicher Widerstand mit möglichst geringem Temperaturkoeffizienten,
- WII* Unveränderlicher Ersatzwiderstand für eine Stromstärke von 500 Ampere,
- PS* zu prüfende Sicherung,
- U* Umschalthebel,
- SH* Schalthebel,
- V* Voltmeter,
- VU* Voltmeter-Umschalter.

Der Widerstand *WII* muß bei Prüfung von Sicherungen für 250 Volt 0,5 Ohm, bei Prüfung von Sicherungen für 500 Volt 1 Ohm betragen.

3. Der Versuch hat in der Weise stattzufinden, daß bei offenem Stromkreise die EMK des Akkumulators auf die vorgeschriebene Höhe eingestellt wird, alsdann wird der Stromkreis geschlossen und mittels des regulierbaren Widerstandes die Stromstärke auf 500 Ampere gebracht.

Sind Stromquelle und Leitungswiderstand hiernach bemessen, so wird an Stelle des Ersatzwiderstandes die zu prüfende Sicherung eingeschaltet.

Beim Schließen des Schalters muß diese abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen oder Explosionserscheinungen hervorzurufen.

### § 39.

Sicherungen mit eingeschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken bis 60 Ampere sind gemäß folgender Tabelle auf Überlastungsfähigkeit zu prüfen:

<i>Nennstrom Amp.</i>	<i>Minimaler Prüfstrom</i>	<i>Maximaler Prüfstrom</i>
<i>bis 10</i>	<i>1,5 × Nennstrom</i>	<i>2,10 × Nennstrom</i>
<i>15 bis 25</i>	<i>1,4 × Nennstrom</i>	<i>1,75 × Nennstrom</i>
<i>35 „ 60</i>	<i>1,3 × Nennstrom</i>	<i>1,60 × Nennstrom</i>

*Den Minimalprüfstrom müssen die Sicherungen mindestens 4 Stunden aushalten, mit dem Maximalprüfstrom belastet müssen sie innerhalb 4 Stunden abschmelzen.*

§ 40.

*Sicherungen mit eingeschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken bis 60 Ampere müssen unter der auf ihnen verzeichneten Höchstspannung auch bei langsamer Steigerung der Stromstärke ordnungsmäßig abschmelzen.*

**F. Steckvorrichtungen.**

§ 41.

Die stromführenden Teile müssen auf feuersicherer Unterlage montiert sein, die nicht hygroskopisch ist.

§ 42.

Der Berührung zugängliche Teile der Dosen und die Steckerkörper müssen, sofern sie nicht für Erdung eingerichtet sind, aus Isoliermaterial bestehen.

§ 43.

Der Nennstrom und die Höchstspannung müssen auf Dose und Stecker vermerkt sein.

§ 44.

Die Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß eine unbeabsichtigte Berührung spannungsführender Metallteile der Dose vor Einbringen des Steckers verhindert wird.

§ 45.

Als normale Höchstspannungen gelten 250 Volt und 500 Volt.

§ 46.

Die Abstufungen der Nennstromstärken sollen sein: 6, 10, 20, 35, 60 Ampere.

§ 47.

Die Stecker müssen so konstruiert sein, daß sie nicht in Dosen für höhere Stromstärken eingesetzt werden können, und daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet werden können.

#### § 48.

Sicherungen in den Dosen sind nach den Vorschriften der §§ 38, 39 und 40 zu prüfen. Sie brauchen jedoch diesen Vorschriften nicht zu entsprechen, wenn sie durch eine zweite, den genannten Bedingungen entsprechende Sicherung von 6 Ampere oder darunter geschützt werden.

Der Kontakt der Sicherungen darf nicht durch weiches oder plastisches Material vermittelt werden, sondern es müssen die Schmelzeinsätze mit Backen aus Kupfer, Messing oder gleichartigem Metall versehen sein.

#### § 49.

Die Steckvorrichtung muß bei eingesetztem Stecker eine Überspannung von 1000 Volt Wechselstrom über die Höchstspannung gegen die Befestigungsschrauben 5 Minuten lang aushalten und ebenso gegen eine am Steckerkörper angebrachte Stanniolumwicklung.

Bei ausgezogenem Stecker müssen die Kontakthülsen gegeneinander und ebenso die Kontaktstifte gegeneinander 1000 Volt Wechselstrom über die Höchstspannung 5 Minuten lang aushalten.

#### § 50.

Steckvorrichtungen sind eine Stunde lang mit dem  $1\frac{1}{2}$  fachen des Nennstromes zu belasten. Dabei dürfen sie nicht so heiß werden, daß unmittelbar nach Herausziehen an einem der Stifte reines Bienenwachs zum Schmelzen kommt.

---

## 18. Normalien über die Abstufung von Strom- stärken bei Apparaten.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 323. Gültig ab 1. Januar 1912.

2, 4, 6, 10, 25, 60, 100, 200, 350, 600, 1000, 1500, 2000,  
3000, 4000, 6000 Amp.

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen „Normalien über die Abstufung von Stromstärken bei Apparaten“ haben folgende Fassungen bestanden.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	1895	Veröffentlichung	95. S. 594.
Zweite Fassung	26. 5. 10	1. 1. 12	10. S. 323.

<sup>2)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1910 Heft 14, S. 354.

## 19. Normalien über Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte für Stromstärken von 10 bis 1500 Amp.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 326. Gültig ab 1. Januar 1912.

Die Kontaktfläche der Anschlußstelle ist gleich Ringfläche der Unterlegscheibe.

Stromstärke	Mindestmaße			
	Schraubendurchmesser für den Klemmkontakt		Durchmesser für den Anschlußbolzen	
	Amp.	mm	Zoll engl.	Messing
10	3	$\frac{1}{8}$	3	3
25	4,5	$\frac{3}{16}$	4,5	4,5
60	6	$\frac{1}{4}$	6	6
100	7	$\frac{5}{16}$	8	7
200	9	$\frac{3}{8}$	12	10
350	12	$\frac{1}{2}$	20	14
600	16	$\frac{5}{8}$	—	20
1000	20	$\frac{3}{4}$	—	30
1500	26	1	—	40

Wenn an Stelle eines einzigen Anschlußbolzens oder Schraubkontaktes deren mehrere verwendet werden, so muß die Summe ihrer Nennstromstärken mindestens gleich der Nennstromstärke des entsprechenden Einzelkontaktes sein.

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen „Normalien über Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte für Stromstärken von 10 bis 1500 Amp.“ galten die Angaben für Normalien über einheitliche Kontaktgrößen und Schrauben.

Fassung:	Beschl.:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	1895	Veröffentlichung	95. S. 594
Zweite Fassung	26. 5. 10	1. 1. 12	10. S. 323

<sup>2)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1910 Heft 14, S. 354.

## 20. Vorschriften und Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Glühlampenfassungen und Lampenfüßen.

Angenommen auf der Jahresversammlung 1912. Veröffentlicht:  
ETZ 1912 S. 909. Gültig ab 1. Januar 1914.

### § 1.

Außer den §§ 1 bis 5 und 23 bis 29 der „Vorschriften für Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ und den Normalien für Lampenfüße gelten für Glühlampenfassungen und Lampenfüße bis zu 750 Volt Nennspannung noch die nachstehenden Vorschriften und Regeln<sup>1)</sup>.

### § 2.

- a) Die Fassung ist mit der Nennspannung zu bezeichnen.  
1. Abstufung der Nennspannungen: 250, 500, 750 Volt.

### § 3.

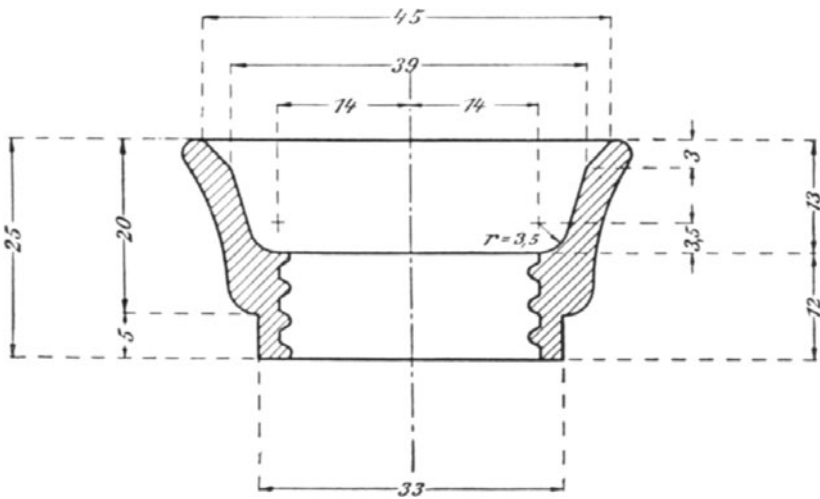
a) Bei Fassungen für 500 und 750 Volt Nennspannung müssen die äußeren Teile aus Isolierstoff bestehen und sämtliche spannungführenden Teile zufälliger Berührung entziehen.

b) Bei Fassungen für 250 Volt Nennspannung darf die kürzeste Kriechstrecke zwischen stromführenden Teilen ver-

---

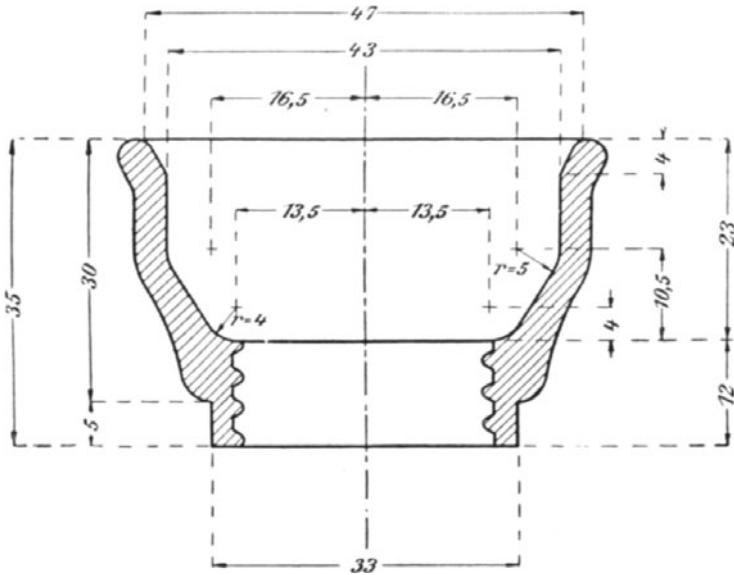
<sup>1)</sup> Wo die vorliegenden Vorschriften und Regeln von den genannten älteren Paragraphen abweichen, sind stets die neuen Vorschriften und Regeln maßgebend.

Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, welche grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln. Letztere geben an, wie die Vorschriften mit den üblichen Mitteln zur Ausführung gebracht werden, falls nicht besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.



Ring 1. Für Metallfadenlampen bis einschl. 100 HK und 160 V.  
Für Spezialkugellampen bis einschl. 100 HK und 260 V.  
Für Kohlefadenlampen bis einschl. 100 HK und 260 V.

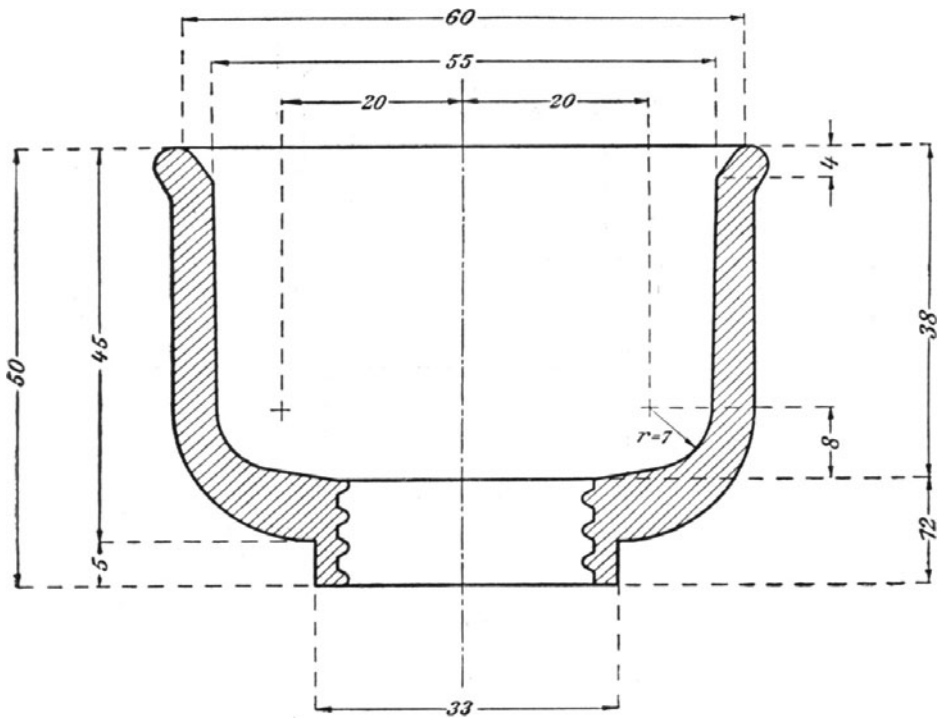
Abb. 1 a.



Ring 2. Für Metallfadenlampen bis einschl. 100 HK über 160 bis 260 V.

Abb. 1 b.





Ring 3. Für Metallfadenlampen über 100 bis einschl. 200 HK bis 260 V.

Abb. 1 c.

schiedener Polarität oder zwischen solchen und einer metallenen Umhüllung 3 mm nicht unterschreiten.

1. Der Gewindekorb soll aus Kupfer oder einer mindestens 80% Kupfer enthaltenden Legierung bestehen.

2. Die Anschlußkontakte sollen aus Kupfer, Messing oder anderen Kupferlegierungen bestehen.

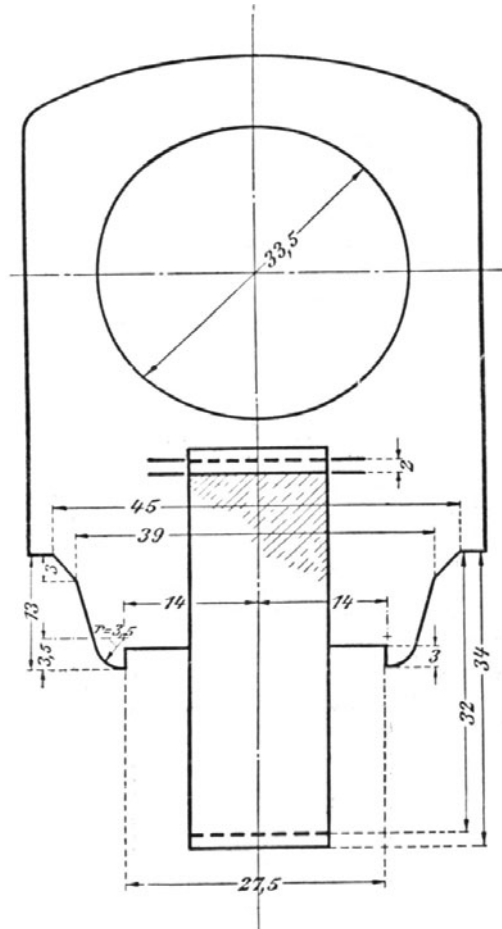
3. Alle Anschluß- und Befestigungsschrauben sollen aus Messing, die Nippelschrauben aus Stahl bestehen.

#### § 4.

Für Fassungen mit Metallgehäuse gilt noch besonders:

- a) Die Befestigung des Fassungs mantels durch den Fassungsring ist unzulässig.
- b) Die Höhe des Fassungs mantels ist den normalen Fassungsringen anzupassen. (Vgl. 3.)

1. Die Leitungsanschlüsse sollen als Buchsenklemmen ausgeführt werden.
2. Der Fassungstein soll kreisrund sein.



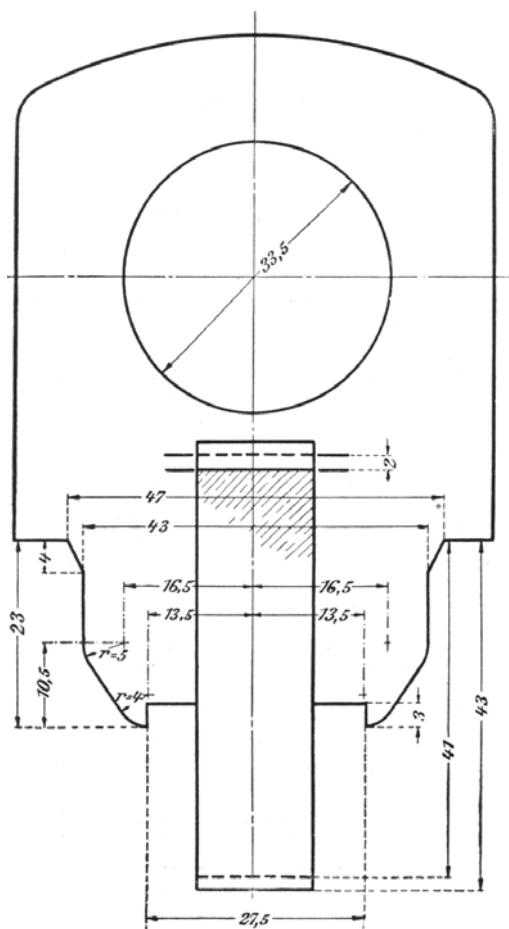
Lehre für Ring 1.

Abb. 2 a.

3. Als normale Fassungsringe für Fassungen mit Normal- und Mignongewinde gelten nachstehende Ausführungen:

Für Fassungen mit Edison-Normalgewinde:  
 1. für Metallfadenlampen bis einschließlich 100 HK und

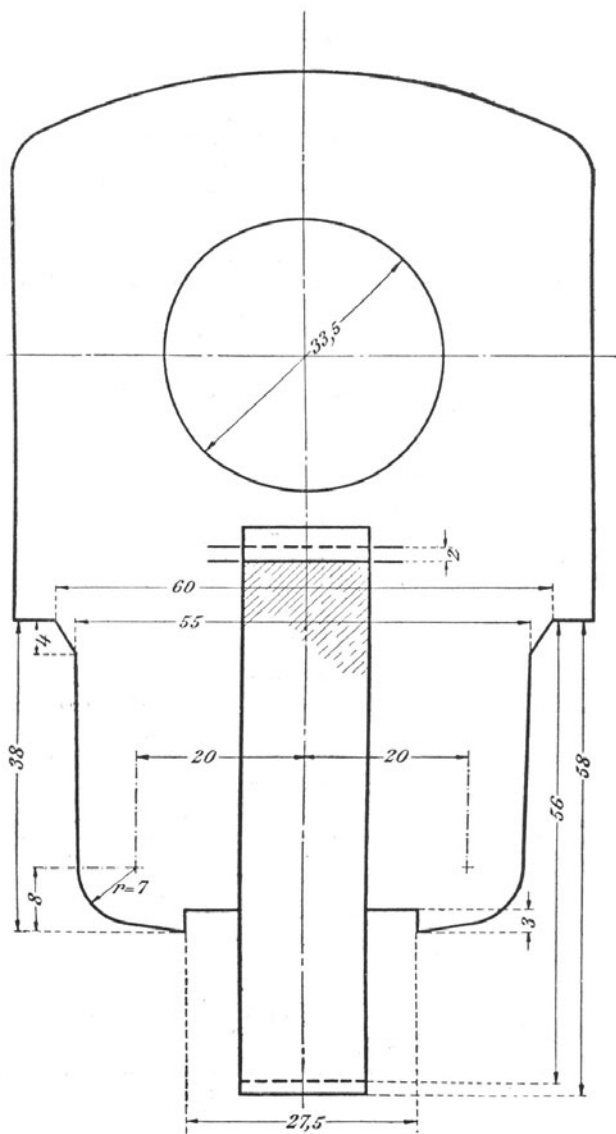
160 Volt, für Spezialkugellampen bis einschließlich 100 HK  
und 260 Volt, für alle Kohlefadenlampen bis 260 Volt ;



Lehre für Ring 2.

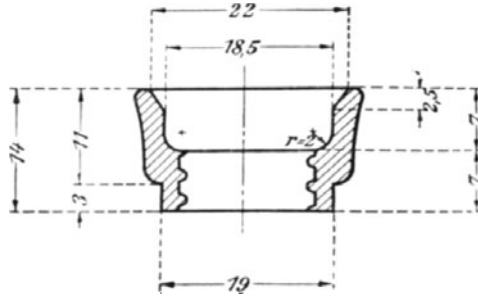
Abb. 2 b.

2. für Metallfadenlampen bis einschließlich 100 HK und 160 bis 260 Volt ;
3. für Metallfadenlampen über 100 bis einschließlich 200 HK (Kugeldurchmesser höchstens 170 mm) und alle Spannungen bis 260 Volt.

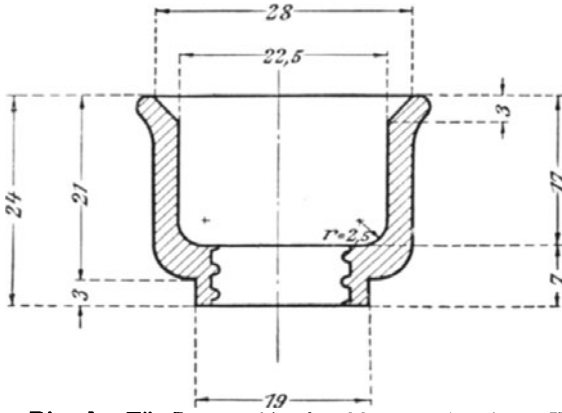


Lehre für Ring 3.

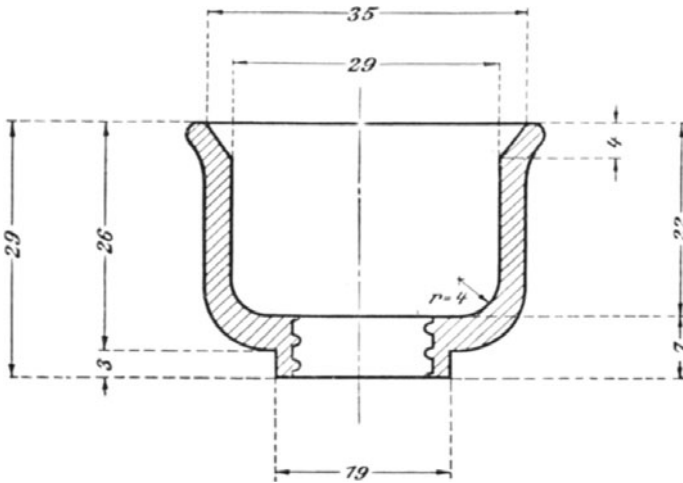
Abb. 2 c.



Ring a. Für kleine Zierlampen bis einschl. 10 HK und 260 V.



Ring b. Für Lampen bis einschl. 16 HK und 260 V.



Ring c. Für Lampen von 16 bis einschl. 25 HK bis einschl. 260 V.  
Abb. 3. Abmessungen der Fassungsringe mit Edison-Mignongewinde.

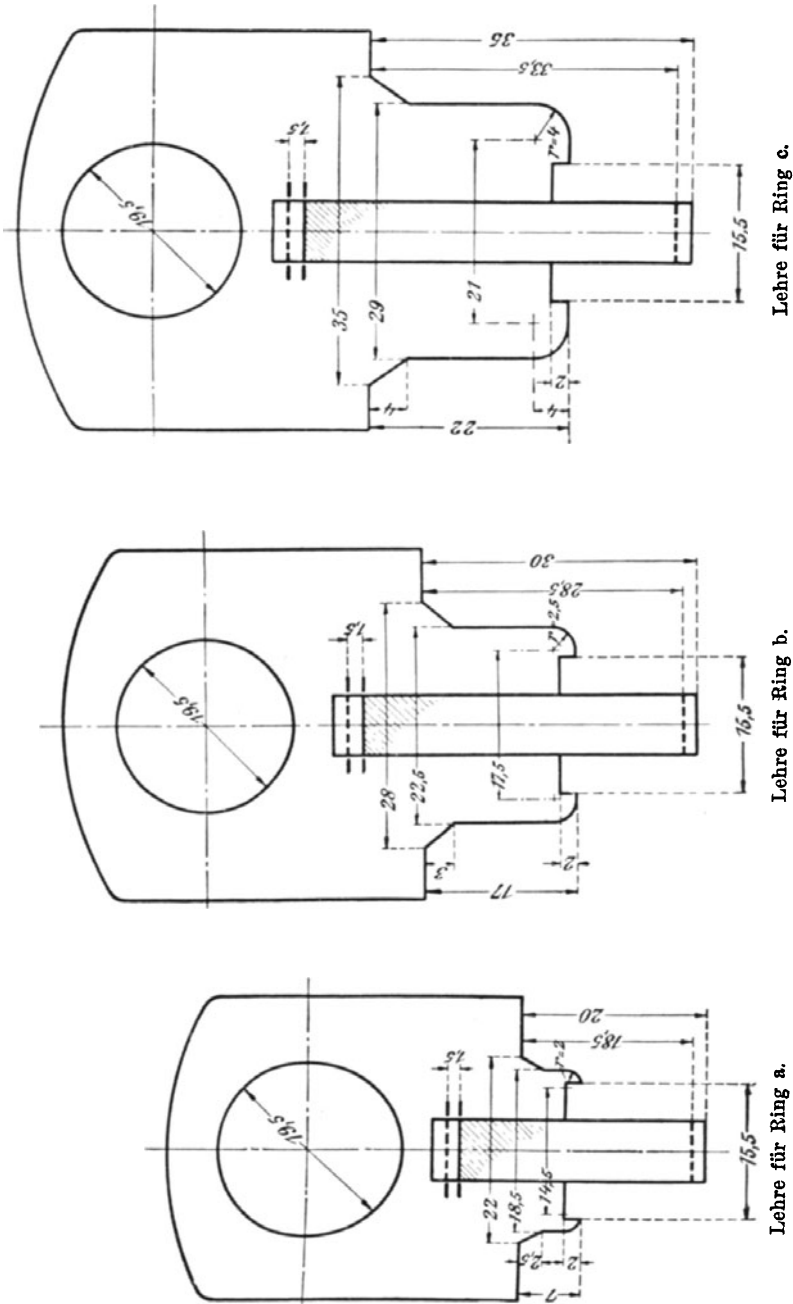


Abb. 4. Lehren für die Fassungsringe mit Edison-Mignonsgewinde.

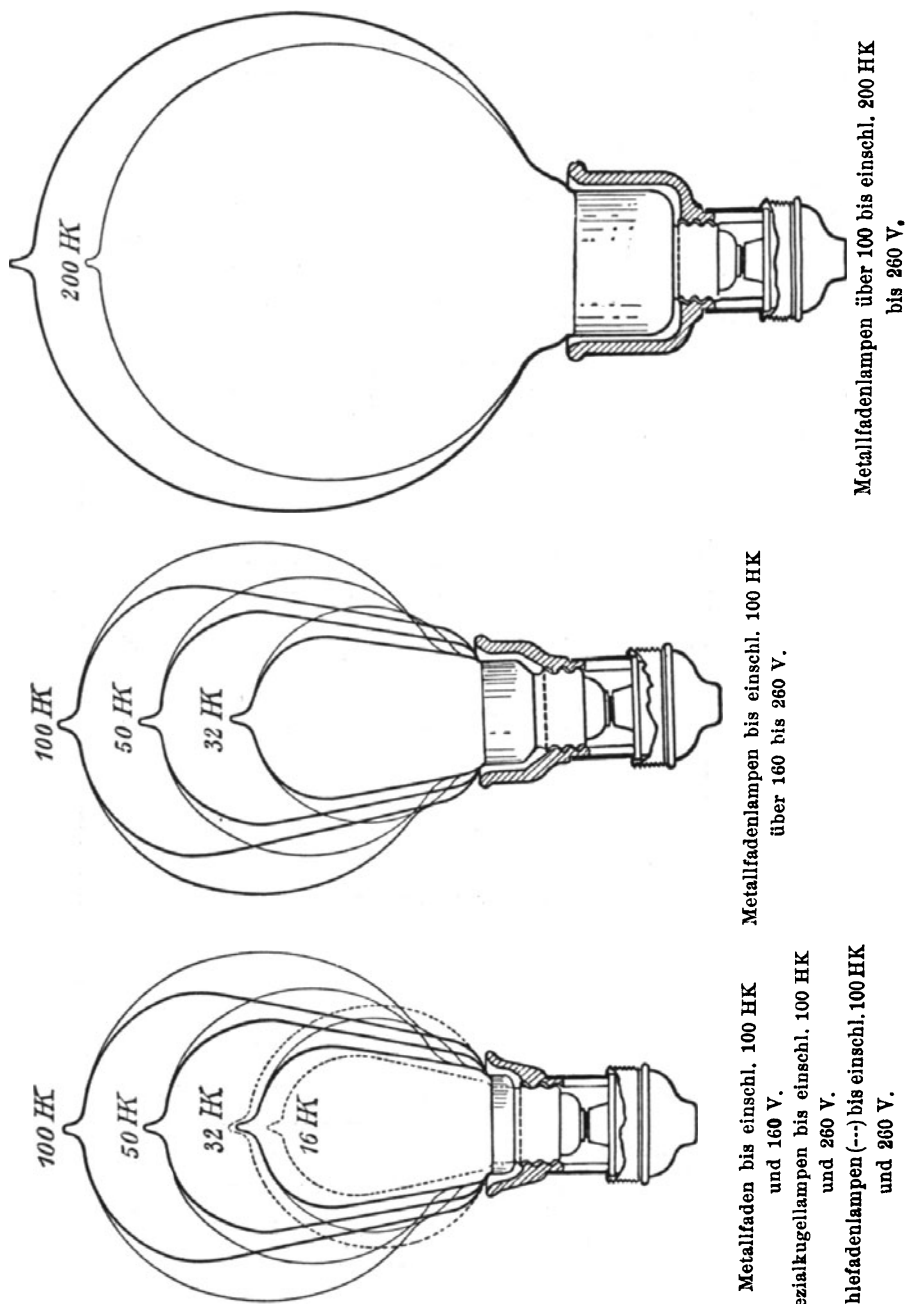


Abb. 5. Anwendungsbeispiele von Fassungsringen mit Edison-Normalgewinde.

Für Fassungen mit Edison-Mignongewinde:

- a) für kleine Zierlampen bis einschließlich 10 HK;
- b) für Lampen bis einschließlich 16 HK und 260 Volt;
- c) für Lampen von 16—25 HK bis einschließlich 260 Volt.

Die Fassungsringe sollen die durch die Kontrollelehren gegebenen Abmessungen haben. (Abb. 1—4.)

Anwendungsbeispiele von Fassungsringen, die den vorstehenden Regeln entsprechen, geben die Abb. 5 und 6.

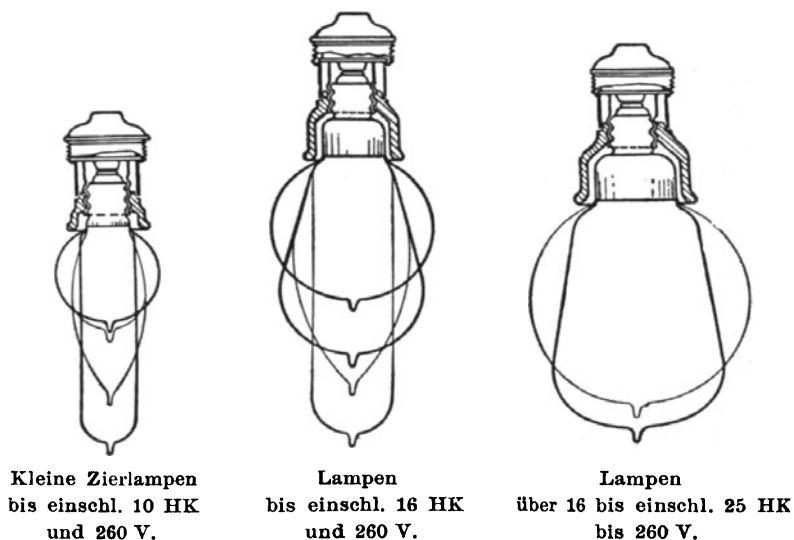


Abb. 6. Anwendungsbeispiele von Fassungsringen mit Edison-Mignongewinde.

4. Glühlampenfüße mit Normal- und Mignongewinde sollen die durch die zur Kontrolle dienenden Lehren gegebenen Abmessungen haben<sup>1)</sup>. (Abb. 7 und 8.)

Diese Lehren sind als Maximallehren für die Durchmesser, als Minimallehren für die Höhenmaße aufzufassen.

Sie dienen nicht zur Prüfung der Gewinde, deren Ausführung den Normalien für Edison-Gewinde zu entsprechen hat. Für die Gesamthöhe des Fußes ist eine Überschreitung des Minimalmaßes um höchstens 1,5 mm zulässig.

<sup>1)</sup> Die namhaften Glühlampenfabriken haben mit dem Verbands Deutscher Elektrotechniker die Innehaltung der hier gegebenen Abmessungen an ihren Glühlampen vereinbart.



## § 5.

Hahnfassungen mit Normalgewinde für Spannungen über 250 Volt, sowie Hahnfassungen mit Mignon- und Goliathgewinde für alle Spannungen sind unzulässig.

## § 6.

a) Bei allen Fassungen für 250 Volt müssen die in Tabelle I gegebenen Mindestmaße innegehalten sein.

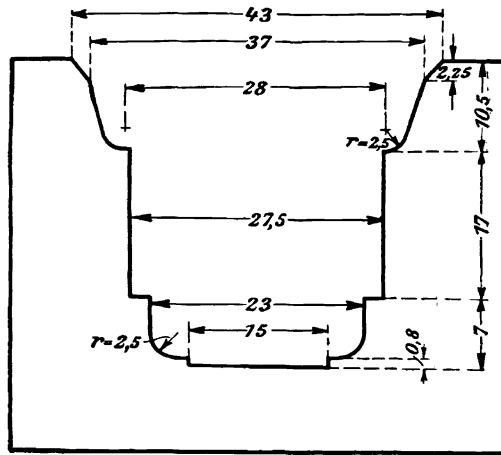
Tabelle I.

	Mignon mm	Normal mm	Goliath mm
Wandstärke des Gewindekorbes . . . . .	0,3	0,35	0,5
Bei Verwendung von Kopfschrauben für den Leitungsanschluß:			
Gewindelänge im Anschlußkon- takt . . . . .	} der Kopf- schraube	1,5	2,5
Gewindedurchmesser . . . . .		2,4	4,8
Kopfdurchmesser . . . . .		5	9
Kopfhöhe . . . . .		2	5
Bei Verwendung von Buchsen- klemmen:			
Durchmesser der Buchsenbohrung . . . . .	2,5	3	4
Länge des Gewindes für die Anschluß- schraube . . . . .	2	2,5	4
Durchmesser der Anschlußschraube . . . . .	2,4	2,8	4

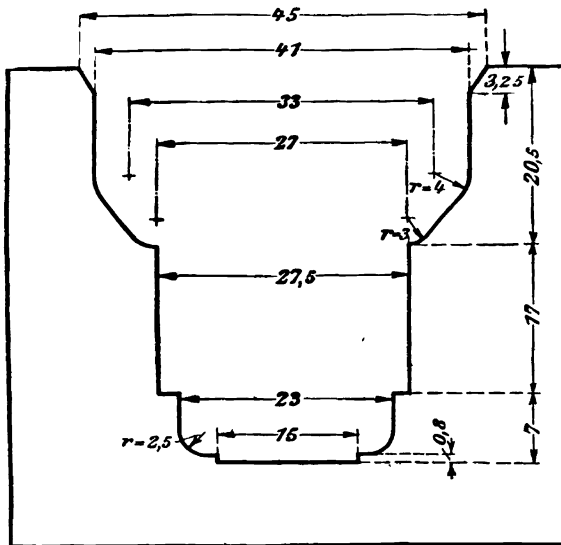
b) Bei Fassungen mit Metallgehäuse müssen außerdem die in Tabelle II gegebenen Mindestmaße innegehalten sein.

Tabelle II.

	Mignon mm	Normal mm	Goliath mm
Wandstärke des Mantels . . . . .	0,3	0,45	1
Wandstärke des Fassungsbodens . . . . .	0,3	0,45	1
Lichte Pfeilhöhe der Wölbung des Fassungs- bodens . . . . .	5	7	12
Wandstärke des Nippels . . . . .	2,5	2,5	4
Länge des Nippelgewindes . . . . .	7	7	10
Durchmesser der Nippelschraube . . . . .	3,5	3,5	4,5
Länge der Gewindeüberdeckung zwischen Fassungsmantel und -boden . . . . .	5	7	10

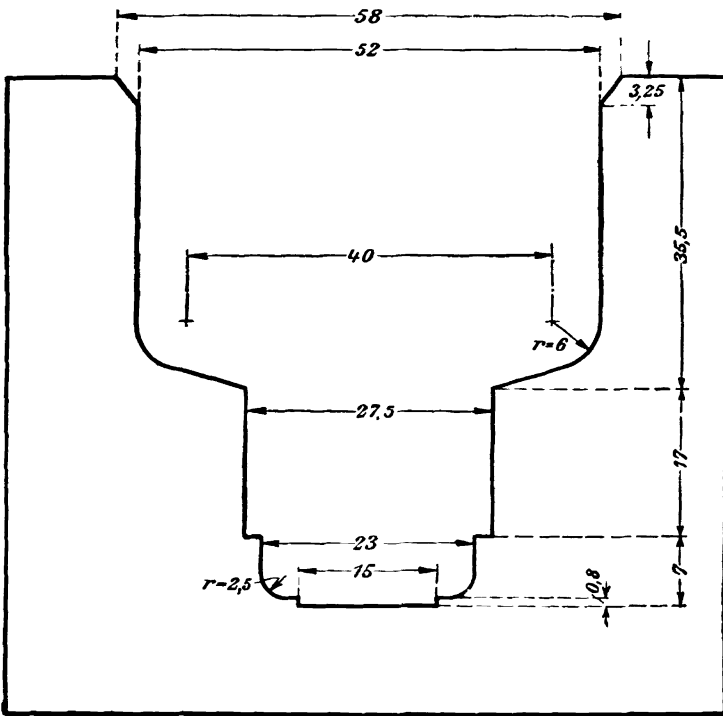


Für Metallfadenlampen bis einschl. 100 HK, 160 V.  
 Für Spezialkugellampen bis einschl. 100 HK, 260 V.  
 Für alle Kohlefadenlampen bis einschl. 100 HK, 260 V.



Für Metallfadenlampen bis einschl. 100 HK,  
 über 160 bis 260 V.

Abb. 7a u. b. Lehren für Lampenfüße mit Edison-Normalgewinde.



Für Metallfadenlampen über 100 bis einschl. 200 HK bis 260 V.

Abb. 7c. Lehren für Lampenfüße mit Edison-Normalgewinde.

Ein Beispiel einer nach den vorstehenden Vorschriften und Regeln ausgeführten Fassung gibt Abb. 9.

### § 7.

*Fassungen müssen in eingeschalteter Stellung eine Minute lang bei*

*250 Volt Nennspannung 1500 Volt Wechselstrom*

*500 „ „ 2000 „ „*

*750 „ „ 2500 „ „*

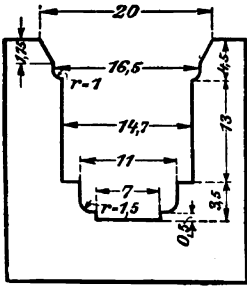
*aushalten, ohne daß ein Durchschlag oder Überschlag erfolgt, und zwar*

*zwischen den einzelnen Kontakten,*

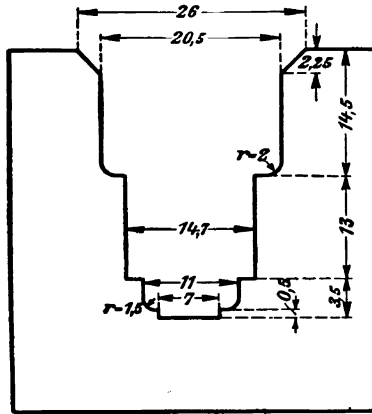
*zwischen jedem spannungführenden Kontakt und dem Mantel,*

*zwischen jedem spannungführenden Kontakt und einer Staniol-  
umhüllung am Griff,*

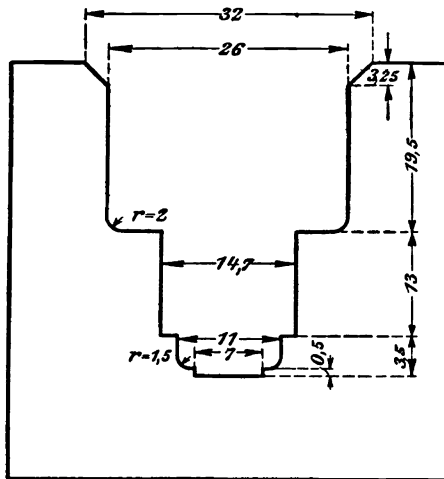
*zwischen den Kontakten des Hahnes in ausgeschalteter Stellung.*



Für kleine Zierlampen  
bis einschl. 10 HK und 260 V.



Für Lampen  
bis einschl. 16 HK und 260 V.



Für Lampen  
über 16 bis einschl. 25 HK bis 260 V.

Abb. 8. Lehren für Lampenfüße mit Edison-Mignongewinde.

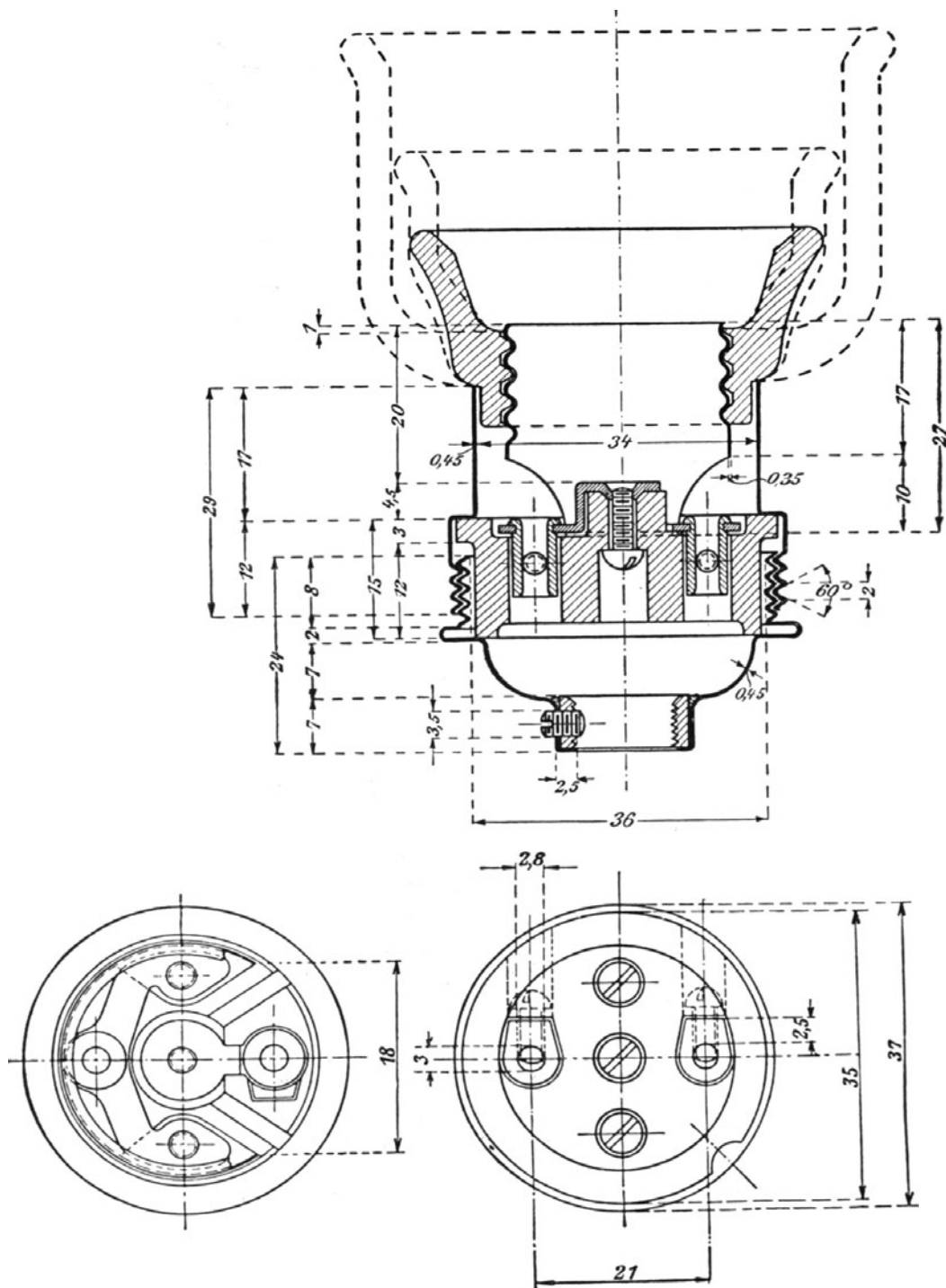


Abb. 9. Beispiel einer normalen Fassung.

## § 8.

*Zur Prüfung der mechanischen Haltbarkeit ist eine Hahnfassung, ohne Strom zu führen, absatzweise 5000 mal einzuschalten und 5000 mal auszuschalten, bei 700 bis 800 Ein- und Ausschaltungen pro Stunde. Hahnschalter für Rechts- und Linksdrehung sind in jeder Drehrichtung mit 2500 Schaltungen zu prüfen. Nach diesem Versuch muß die Fassung noch den in § 9 vorgeschriebenen Versuch aushalten.*

## § 9.

*Die Hahnfassung muß bei 1,1-facher Nennspannung mit 2 Amp. induktionsfrei belastet im Gebrauchszustand während der Dauer von 3 Minuten 90 mal ein- und ausgeschaltet werden können, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet.*

---

## 21. Normalien für Glühlampenfüße und Fassungen mit Bajonettkontakt.

Angenommen auf der Jahresversammlung 1900. Veröffentlicht:  
ETZ 1899 S. 330.

1.  $\alpha_1$ , der Drehwinkel zwischen den Bajonettstiften und den Kontaktplättchen des Lampenfußes sei ein Rechter. (Eine Genauigkeitsgrenze wurde hierbei nicht festgesetzt.)

2.  $A$ , der Abstand zwischen den äußersten Teilen der Kontaktplättchen in der durch 1 bestimmten Richtung, soll wenigstens 14 mm betragen.

3.  $a$ , der Abstand der Kontaktplättchen voneinander und ihr Abstand vom Metallring oder, falls ein solcher nicht vorhanden, von der zylindrischen Begrenzung des Lampenfußes soll wenigstens 3 mm betragen. (Eine bestimmte Form der Kontaktplättchen soll im übrigen nicht vorgeschrieben werden — vgl. Abb. 1, oben.)

4.  $s$ , die Stärke der Bajonettstifte, soll 1,5 bis 2 mm,

5.  $l$ , ihre Länge, 2,5 bis 3 mm betragen.

6.  $H$ , der Hals des Lampenfußes, soll von der Kontaktfläche an wenigstens 14 mm lang zylindrisch verlaufen.

7.  $h$ , die Höhe der Anschlagkante der Bajonettstifte von der Kontaktfläche ab gemessen, soll 6 bis 7 mm ausmachen.

8.  $d$ , der Außendurchmesser des Lampenfußes, soll 21 bis 22 mm betragen.

(Dieser weite Spielraum wurde namentlich mit Rücksicht auf die Herstellung der Lampensockel aus Porzellan — ohne Messingring — angenommen.)

9.  $D$ , der Innendurchmesser der Fassung, soll 22,25 bis 22,5 mm betragen.

10.  $r$ , die Randbreite des Fassungs mantels von der Anschlagkante des Bajonetts ab, soll 4 bis 5 mm hoch sein.

11.  $z$ , die Zahnhöhe des Bajonetts, sei 1 bis 1,5 mm.

12. *b*, die Breite des Bajonettschlitzes, soll wenigstens 2,5 mm betragen.

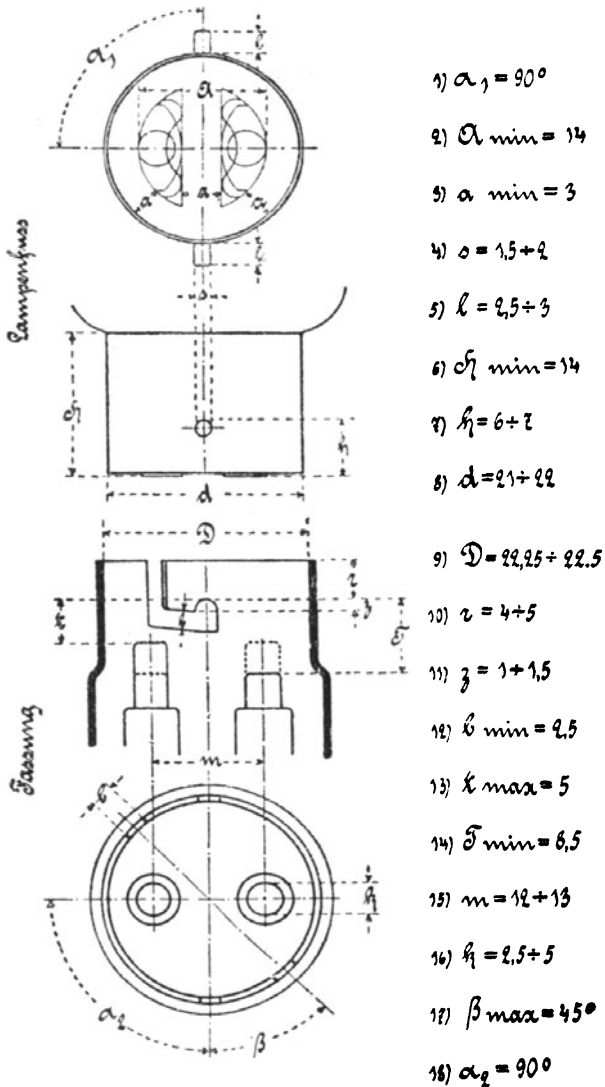


Abb. 1.

13. *t*, die Tiefe der frei gelassenen Kontaktstifte („Pistons“), von deren Ende bis zur Anschlagkante des Bajonetts, soll höchstens 5 mm betragen.



14.  $T$ , die Tiefe der zurückgedrückten Kontaktstifte, ebenso gemessen, soll wenigstens 8,5 mm betragen.

15.  $m$ , der Mittenabstand der Kontaktstifte, betrage 12 bis 13 mm.

16.  $k$ , der Durchmesser der Kontaktstifte, sei 2,5 bis 5 mm.

17.  $\beta$ , der Drehwinkel von der Richtung der Bajonettstifte — bei eingesetzter Glühlampe — bis zu den Einführungsschlitzten am Rande des Fassungs mantels, soll höchstens  $45^\circ$  betragen.

18.  $\alpha_2$ , der Drehwinkel zwischen derselben Richtung und der Verbindungslinie der Kontaktstifte soll einen Rechten ausmachen. (Eine Genauigkeitsgrenze wurde auch hier nicht festgesetzt.)

---

## 22. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Mignon-Gewinde- kontakt.<sup>1)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1907 und 1909. Ver-  
öffentlicht: ETZ 1907 S.472 und 1909 S.236. Gültig ab 1. Juli 1909.

Die in den folgenden Ausführungen und in den zugehörigen Abbildungen benutzten Indices „*l*“ bzw. „*f*“ beziehen sich auf „Lampenfuß“ bzw. „Fassung“.

Das den Normalien zugrundegelegte Ideal-Gewindeprofil (Abb. 5) setzt sich aus zwei unmittelbar tangential ineinander übergehenden, gleichen Kreisbogen zusammen, die mit dem Radius von 0,825 mm beschrieben sind. Das vorgeschriebene Gewindeprofil der Kaliberlehren verläuft zu dem Idealprofil äquidistant. Es ist demnach ebenfalls durch zwei unmittelbar tangential ineinander übergehende Kreisbögen gebildet, die mit Radien von 0,79 und 0,86 mm beschrieben sind (Abb. 5).

Es wird festgesetzt, daß der hierdurch bestimmte radiale Spielraum von 0,07 mm durch Abnutzung der Kaliberlehren bis auf den Wert 0,03 mm, also um 0,04 mm sinken darf. Daraus ergibt sich die höchst zulässige Abnutzung der Kaliberlehren zu 0,04 mm im Durchmesser.

Die Gewindetiefe der Lehren ist, ebenso wie die des Idealgewindeprofiles,

$$t_0 = 0,8 \text{ mm.}$$

---

<sup>1)</sup> Normalien für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Mignon-Gewindekontakt. Die jetzt gültige Fassung ist die erste, die am 7. 6. 07 beschlossen ist mit Gültigkeit ab 1. 7. 08. Veröffentlicht ist dieser Wortlaut ETZ 1907 Seite 472. Hierzu wurde am 3. 6. 09 ein Zusatz beschlossen, welcher vom 1. 7. 09 ab gültig und ETZ 1909 Seite 236 veröffentlicht ist.

Erläuterungen zu diesen Normalien siehe ETZ 1907 S. 455.

230 Normalien f. Lampenfüße m. Edison-Mignon-Gewindekontakt.

„In den Abb. 1 bis 4 sind die Kaliberlehren mit ihren wesentlichen Abmessungen dargestellt worden, und zwar

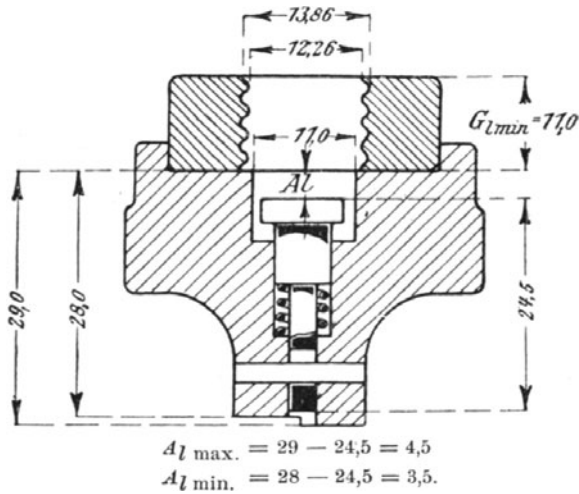


Abb. 1. Hauptlehre für den Lampenfuß.

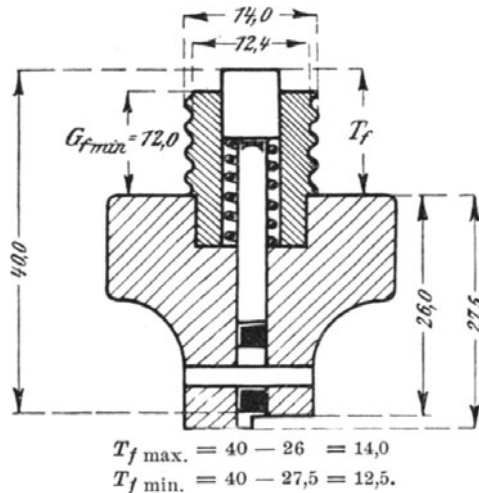


Abb. 2. Hauptlehre für die Fassung.

in Abb. 1 und 2 die Hauptlehren für den Lampenfuß und für die Fassung und in Abb. 3 und 4 die beiden zugehörigen Hilfslehren.

Die Hauptlehren dienen zur Prüfung fast sämtlicher durch die Normalien festgelegter Maße; insbesondere werden durch sie die Durchmesser des Gewindes kontrolliert und zwar durch die Lehre Abb. 1 die größtzulässigen Durchmesser des Lampenfuß-Gewindes und durch die Lehre Abb. 2 die kleinstzulässigen Durchmesser des Fassungs-gewindes.

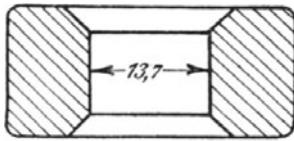


Abb. 3. Hilfslehre für den Lampenfuß.



Abb. 4. Hilfslehre für die Fassung.

Damit aber auch stets ein genügender Übergriff der Gewinde zweier ineinander geschraubter Teile gewahrt bleibt, müssen dieselben außer den Hauptlehren auch noch den Hilfslehren Abb. 3 und 4 entsprechen, welche den kleinstzulässigen Außendurchmesser des Lampenfußes (Abb. 3) und den größtzulässigen Innendurchmesser der Fassung (Abb. 4) angeben.“

Abb. 5 zeigt das Gewindeprofil der neuen Kaliberlehren und die Veränderung nach größt zulässiger Abnutzung, sowie das Idealgewindeprofil.

**Tabelle 1.**

Zusammenstellung der Gewindedurchmesser

für den Lampenfuß		für beide Teile	für die Fassung	
minimaler	maximaler	idealer	minimaler	maximaler

Innendurchmesser:

$$- \left| \begin{array}{l} d_{l\max}=12,26^*) \\ \div 12,3^{**}) \end{array} \right| d_0 = 12,33 \left| \begin{array}{l} d_{f\min} = 12,4^*) \\ \div 12,36^{**}) \end{array} \right| d_{f\max}=12,56$$

Außendurchmesser:

$$D_{l\min} = 13,7 \left| \begin{array}{l} D_{l\max}=13,86^*) \\ \div 13,9^{**}) \end{array} \right| D_0 = 13,93 \left| \begin{array}{l} D_{f\min}=14,0^*) \\ \div 13,96^{**}) \end{array} \right| -$$

gemessen durch die

Hilfslehre | Hauptlehre | \*\*\*) | Hauptlehre | Hilfslehre

**Tabelle 2.**

Zusammenstellung der achsialen Maße

für den Lampenfuß		für die Fassung	
minimale	maximale	minimale	maximale

gangbare Gewindehöhe ( $G$ )

$$G_{l\min} = 11,0 \quad | \quad - \quad | \quad G_{f\min} = 12,0 \quad | \quad -$$

Höhe vom Mittelkontakt bis zur

Unterkante der Gewindehülse (Abstand $A_l$ ):		Oberkante der Gewindehülse (Tiefe $T_f$ ):	
$A_{l\min} = 3,5$   $A_{l\max} = 4,5$		$T_{f\min} = 12,5$   $T_{f\max} = 14,0$	

gemessen durch die

Hauptlehre | Hauptlehre

Die Gewindesteigung soll

$$S = \frac{1}{9}'' \text{ engl.} = 2,822 \text{ mm}$$

betragen, d. h. es gehen 9 Gänge auf einen englischen Zoll.

\*) Gewindedurchmesser der Kaliberlehren, neu, Abb. 5. oben.

\*\*) Desgleichen, nach größtzulässiger Abnutzung, Abb. 5. in der Mitte.

\*\*\*) Nur theoretisch vorhandene Maße, Abb. 5. unten.

Abb. 6 zeigt einen Lampenfuß in einer querdurchschnittlichen Fassung; daneben Gewindestücke des Lampenfußes (oben) und der Fassung (unten) in den beiden extremen Zusammenstellungen, der günstigsten (links) und der un-

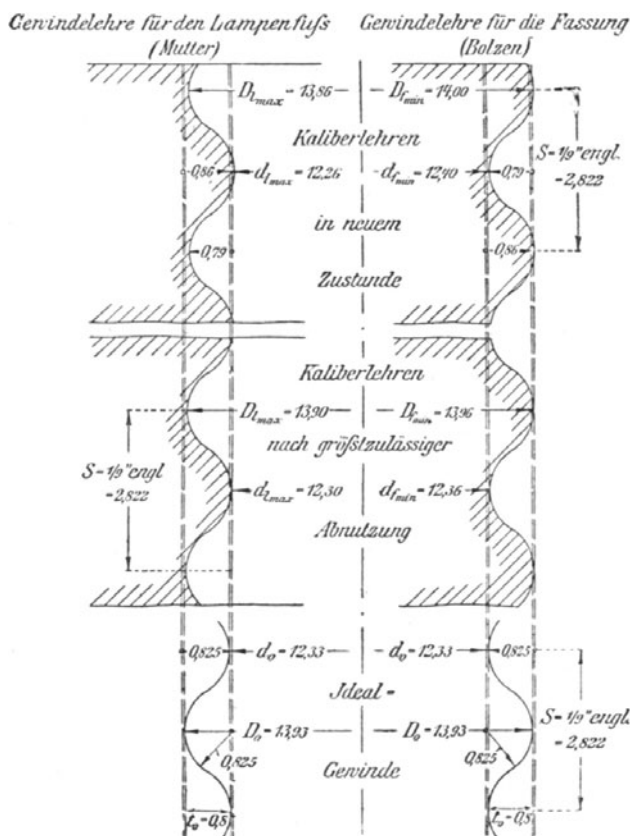


Abb. 5.

günstigsten (rechts). Die Maße der größten und der kleinsten radialen Überdeckung der Gewindegänge von Lampenfuß und Fassung treten dabei deutlich zutage.

Der günstigste Fall tritt ein, wenn die Kaliberlehren für Lampenfuß und Fassung bis zur zugelassenen Grenze abgenutzt sind. Der ungünstigste Fall dagegen ist durch die Festsetzung bestimmt, daß eine Toleranz in der Fabrikation

von 0,2 mm im Durchmesser, von den Durchmessern der neuen Kaliberlehren aus gerechnet, für den Lampenfuß nach unten, für die Fassung nach oben zugelassen werden soll. Die hier-

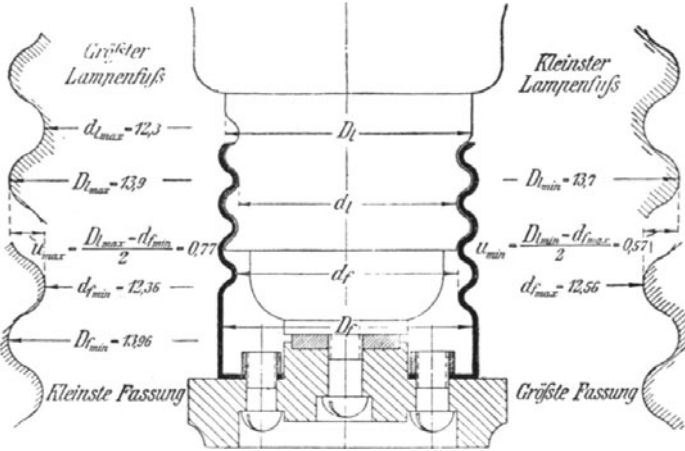


Abb. 6.

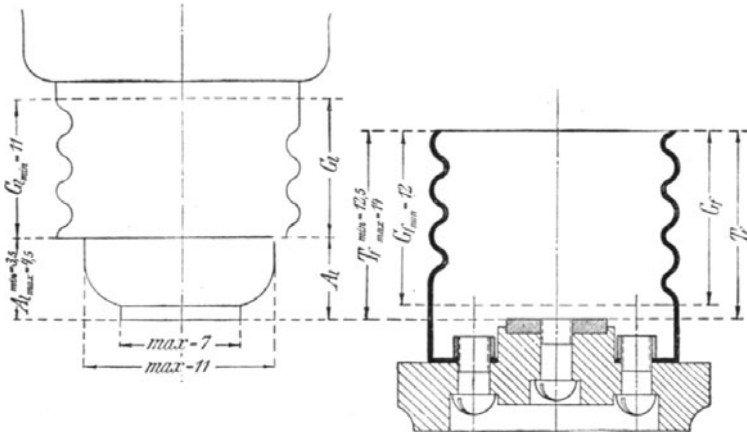


Abb. 7.

Abb. 8.

durch als Grenze festgelegten Maße werden durch die Hilfslehren geprüft.

Abb. 7 gibt außer den achsialen Maßen noch die maximalen Durchmesser des Isolierstückes und des Mittelkontaktes am Lampenfuß an.

Abb. 8 zeigt die achsialen Maße der Fassung.

„Die Kontrolle der in diesen beiden letztgenannten Abbildungen angegebenen Abmessungen mit Ausnahme des Durchmessers des Fußkontaktes kann ebenfalls durch die Hauptlehren erfolgen.

Die bei denselben vorgesehenen federnden Stifte dienen zur Messung der Maße  $A_1$  beziehungsweise  $Tf$  und müssen mit ihren Enden zwischen den Grenzflächen der Lehre einspielen, wenn die geprüften Teile den Vorschriften entsprechen.“

In den beiden Tabellen 1 und 2 sind die sämtlichen Maße der Gewindedurchmesser und die achsialen Maße systematisch zusammengestellt, unter Hinweis auf die zur Verwendung kommenden vier Kaliberlehren.

Die Herstellung der für die vorliegenden Normalien notwendigen Kaliberlehren hat die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz zu folgenden Preisen übernommen:

„1 Hauptlehre für den Lampenfuß . . . .	52 M
1 „ „ die Fassung . . . . .	40 „
1 Hilfslehre für den Lampenfuß (Lehrring)	10 „
1 Hilfslehre für die Fassung (Lehrbolzen)	8 „
	<hr/>
1 Satz, 4 Stück zusammen	110 M
netto ab Chemnitz.“	

Die Normalien für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Mignon-Gewindekontakt gelten vom 1. VII. 1909 ab.



## 23. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Gewindekontakt.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1898, 1899, 1900 und 1909.

Im Nachstehenden und in den zugehörigen Abbildungen bedeuten die Indices „l“ und „f“ „Lampenfuß“ und „Fassung“.

### Hauptlehre für den Lampenfuß

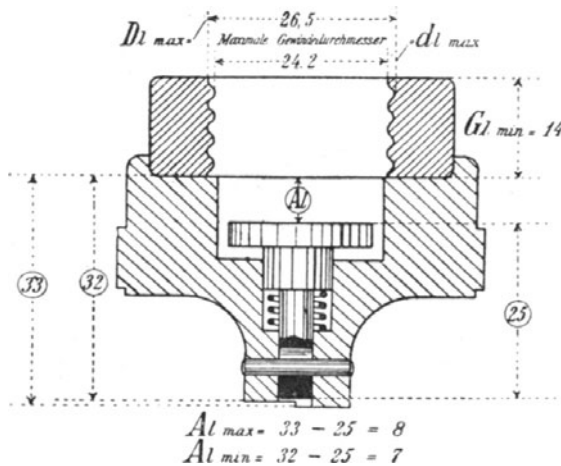


Abb. 1.

In den Abb. 1 bis 4 sind die Kaliberlehren mit ihren wesentlichen Abmessungen dargestellt worden und zwar in

<sup>1)</sup> Auszug eines von Herrn R. Hundhausen im Auftrage der Kommission in der ETZ 1900, Heft 45 veröffentlichten Artikels.

<sup>2)</sup> Die jetzt gültige Fassung der „Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Gewindekontakt“ ist eine Änderung der ersten Fassung, nachdem in der Zwischenzeit schon eine weitere Änderung vorgenommen war. Nachstehende Tabelle gibt hierüber Aufschluß.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	3. 6. 98	1. 7. 98	98 S. 534
Erste Änderung	9. 6. 99	1. 7. 99	99 S. 563
Zweite Änderung	3. 6. 09	1. 7. 09	09 S. 237

Abb. 1 und 2 die beiden Hauptlehren für den Lampenfuß und für die Fassung, und in Abb. 3 und 4 die beiden zugehörigen Hilfslehren.

Die Abb. 3a und 4a zeigen dieselben Kaliberlehren in Schaubildern natürlicher Größe.

Die Hauptlehren dienen zur Prüfung fast sämtlicher Maße; insbesondere werden durch sie bedingt die größt-zulässige Stärke des Lampenfußes (Abb. 1) und die kleinst-zulässige Weite der Fassung (Abb. 2), so daß ihnen entsprechende Erzeugnisse jedenfalls leicht ineinander gehen.

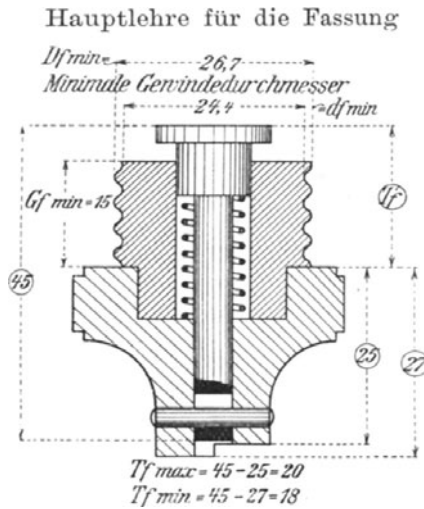


Abb. 2.

Damit dieselben aber auch ordnungsmäßig ineinander passen, d. h. mit einer ausreichenden Überdeckung der Gewindegänge sich gut ineinanderschrauben lassen, ohne daß die Gefahr eines Herausfallens der Lampe aus der Fassung eintritt, müssen sie außerdem noch den Hilfslehren entsprechen, welche den kleinst-zulässigen Außendurchmesser des Lampenfußes (Abb. 3) und den größt-zulässigen Innendurchmesser der Fassung (Abb. 4) angeben. Streng genommen sind bei diesen Werten die zulässigen Grenzen bereits überschritten; deshalb sind die Aufschriften angebracht (Abb. 3): „Lampenfuß zu klein“, ergänze: „wenn er sich in diesen Zylinderring einstecken läßt“, und (Abb. 4): „Fassung zu

weit“, ergänze: „wenn sich dieser zylindrische Bolzen in sie einstecken läßt“.

Da nun bei dauernden Gebrauch namentlich die Gewindeteile der Kaliberlehren einer verhältnismäßig starken

### *Hilfslehre für den Lampenfuß*



Abb. 3.

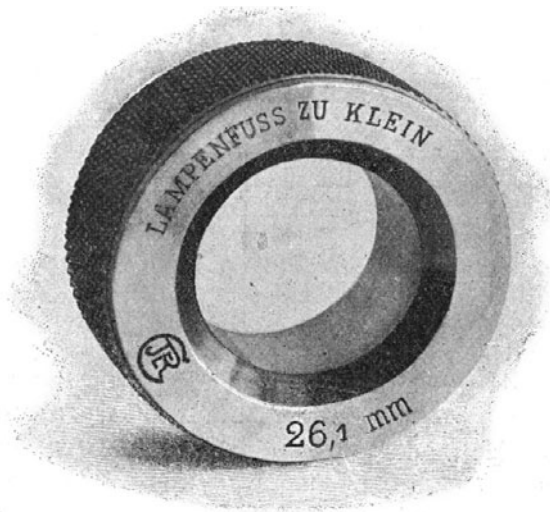


Abb. 3 a.

Abnutzung ausgesetzt sind, so wird auf letztere von vornherein bei Anfertigung der Lehren Rücksicht genommen, indem durchweges 0,05 mm im Durchmesser zugegeben werden. Um diesen kleinen Betrag können also die Gewindedurchmesser der Hauptlehren und somit auch die ihnen

entsprechenden Durchmesser der durch sie geprüften Erzeugnisse verschieden sein; bei stärkerer Abnutzung dagegen würden die Kaliber als unbrauchbar anzusehen sein.

In Abb. 5 sind diese Verhältnisse in proportionaler Vergrößerung dargestellt. Diese Zeichnung läßt auch erkennen,

*Hilfslehre für die Fassung*

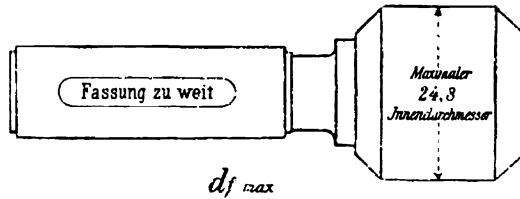


Abb. 4.

daß die Lehren nicht nur „neu“ (Abb. 5 oben), sondern selbst „nach stärkst-zulässiger Abnutzung“ (Abb. 5 in der Mitte) immer noch völlige Gewähr bieten für leichtes In-



Abb. 4a.

einanderpassen der Erzeugnisse, da ihre Begrenzung von dem idealen Gewinde (Abb. 5 unten), bei welchem sich Lampenfuß und Fassung mit ihren vollen Gewindeflächen berühren würden, noch um 0,05 mm im Durchmesser entfernt bleiben.

Die Abb. 5 zeigt außerdem das vorgeschriebene Gewindeprofil der Kaliberlehren, welches aus zwei unmittelbar

240 Normalien für Lampenfüße mit Edison-Gewindekontakt.

tangential ineinander übergehenden Kreisbögen zusammengesetzt und mit Radien von 0,95 und 1,05 mm beschrieben

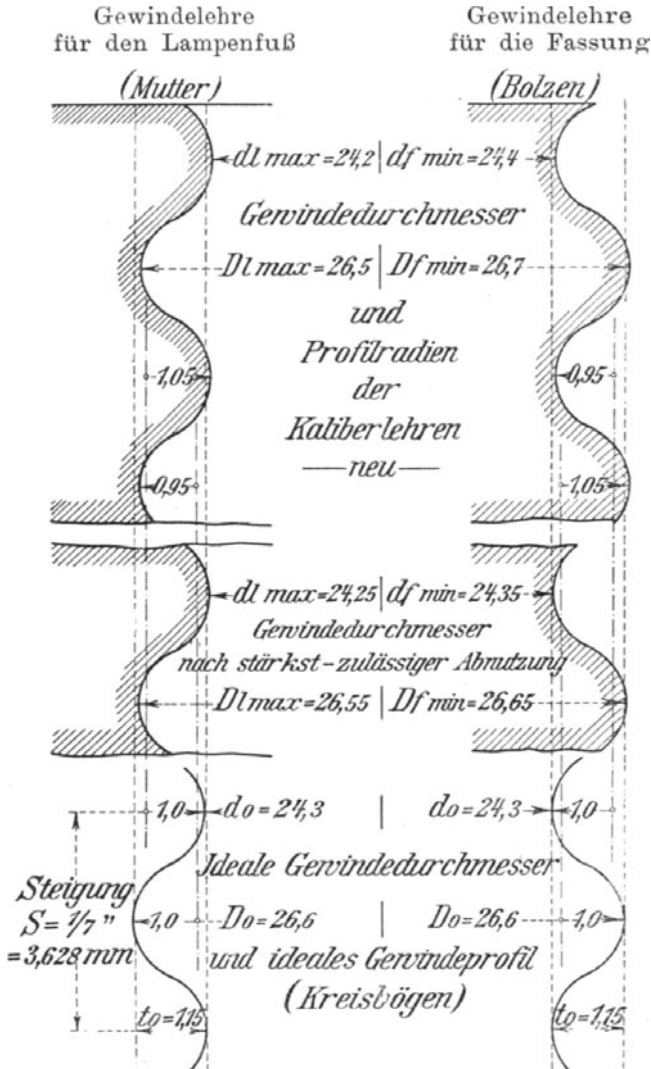


Abb. 5

ist, so daß es zu dem idealen Gewindeprofil, bei welchem die Radien beide gleich 1,0 mm sind, äquidistant verläuft.

Die Gewindetiefe ist bei den neuen Lehren, ebenso wie bei dem idealen Profil,

$$t_0 = 1,15 \text{ mm.}$$

Auch die Steigung des Gewindes soll bei der praktischen Ausführung sowohl der Kaliber als auch der Erzeugnisse

$$S = \frac{1}{7}'' = 3,628 \text{ mm}$$

betragen, d. h. es gehen 7 Gänge auf einen englischen Zoll.

Abb. 6 zeigt einen Lampenfuß in einer quer durchschnittenen Fassung und daneben zu beiden Seiten oben

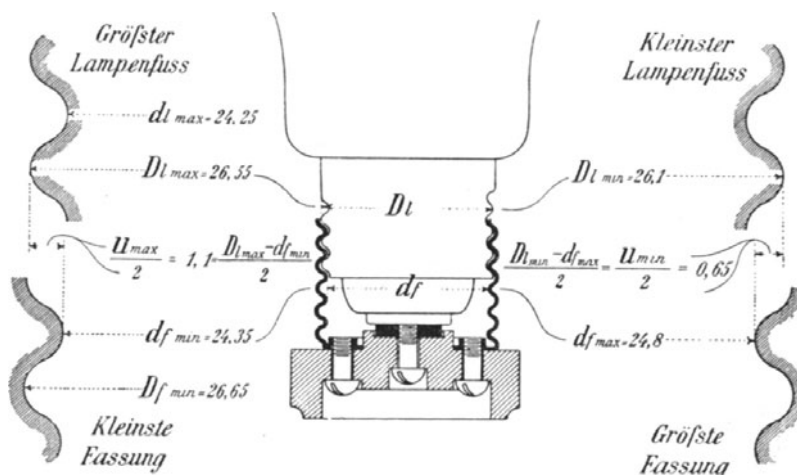


Abb. 6.

und unten Gewindestücke von jenem und dieser in den äußerst möglichen Zusammenstellungen, wobei die Maße der größten und kleinsten radialen Überdeckung zwischen den Gewingegängen von Lampenfuß und Fassung hervortreten:

$$\frac{u_{\max}}{2} = 1,1 \text{ und } \frac{u_{\min}}{2} = 0,65.$$

Letzterer Wert würde dann zutreffen, wenn sowohl der Lampenfuß als auch die Fassung gerade nur noch soeben den Hilfslehren (Abb. 3 und 4) Genüge täten.

Während nun die bisher behandelten Maße sich ausschließlich auf die Gewinde und insbesondere auf deren Durchmesser bezogen, sei bezüglich der in den Abb. 7

und 8 dargestellten axialen Maße noch erwähnt, daß diese vermittelt der Hauptlehren (Abb. 1 und 2) zu prüfen sind. Die Gewindehöhen ( $G$ ) sind durch die Mutter bzw. den Gewindebolzen und die sie begrenzenden Anschlagflächen zu kontrollieren, während der Abstand ( $A_l$ ) zwischen dem Mittelkontakt und der Unterkante der Gewindehülse am Lampenfuß (Abb. 7) und die Tiefe ( $T_f$ ) der Fassung (Abb. 8) durch die aus den Abb. 1 und 2 ersichtliche Anordnung eines federnden Stiftes von bestimmter Länge in dem durch entsprechende Endflächen begrenzten Lehrenkörper folgendermaßen zu

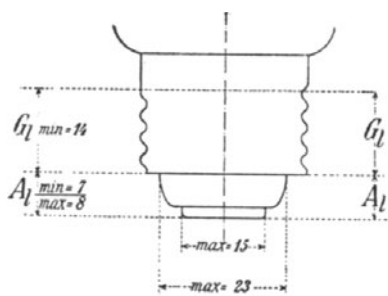


Abb. 7.

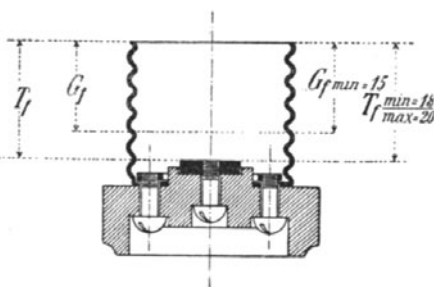


Abb. 8.

messen sind: das dünnere Ende des Stiftes muß mit der einen oder anderen Grenzfläche der Lehre abschneiden oder zwischen beiden sich befinden, wenn die geprüften Erzeugnisse in Bezug auf jene Maße den Vorschriften entsprechen sollen.

In Abb. 7 sind außerdem noch zwei Maße angegeben:  
 1. der maximale Durchmesser des Isolierstückes und  
 2. der des Mittelkontaktes am Lampenfuß.

Ersteres Maß (von 23 mm) wird noch durch den hohlzylindrischen Teil der Hauptlehre (Abb. 1) kontrolliert; dagegen erschien es überflüssig, das letztere Maß (von 15 mm) in den Kalibern besonders zu berücksichtigen.

In den beiden Tabellen 1 und 2 schließlich sind die sämtlichen Zahlenwerte der Normalien (mit Ausnahme der beiden zuletzt erwähnten, sowie der sich auf die Gewindeprofile und die Steigung beziehenden Angaben) in systematischer Weise zusammengestellt worden, und zwar sind in

**Tabelle 1.**

Zusammenstellung der Gewinde-Durchmesser.

für den Lampenfuß (dargestellt in Abb. 6 oben)		Für beide Teile vergl. Abb.5 unten	für die Fassung (dargestellt in Abb. 6 unten)	
rechts	links		links	rechts
Minimaler	Maximaler	Idealer	Minimaler	Maximaler
Innen-Durchmesser:				
—	$d_{l\max} = 24,2^*)$ $\dot{\div} 24,25^{**})$	$d_0 = 24,3$	$d_{f\min} = 24,4^*)$ $\dot{\div} 24,35^{**})$	$d_{f\max} = 24,8$
Außen-Durchmesser:				
$D_{l\min} = 26,1$	$D_{l\max} = 26,5^*)$ $\dot{\div} 26,55^{**})$	$D_0 = 26,6$	$D_{f\min} = 26,7^*)$ $\dot{\div} 26,65^{**})$	—
gemessen durch die				
Hilfslehre, Abb. 3 u. 3a	Hauptlehre, Abb. 1	***)	Hauptlehre, Abb. 2	Hilfslehre, Abb. 4 u. 4a

**Tabelle 2.**

Zusammenstellung der axialen Maße.

für den Lampenfuß (dargestellt in Abb. 7)		für die Fassung (dargestellt in Abb. 8)	
Minimale	Maximale	Minimale	Maximale
gangbare Gewindehöhe (G):			
$G_{l\min} = 14$	—	$G_{f\min} = 15$	—
Höhe vom Mittelkontakt bis zur			
Unterkante der Gewindehülse (Abstand $A_l$ )		Oberkante der Gewindehülse (Tiefe $T_f$ ):	
$A_{l\min} = 7$	$A_{\max} = 8$	$T_{f\min} = 18$	$T_{f\max} = 20$
gemessen durch die			
Hauptlehre, Abb. 1		Hauptlehre, Abb. 2	

\*) Gewinde-Durchmesser der Kaliberlehren — neu — Abb. 5 oben.  
 \*\*) Desgleichen — nach stärkstmöglicher Abnutzung —, Abb. 5 in der Mitte und Abb. 6.  
 \*\*\*) Nur theoretisch vorhandene Maße, vergl. Abb. 5 unten.



Tabelle 1 die Gewindedurchmesser und in Tabelle 2 die axialen Maße aufgeführt worden, links für den Lampenfuß, rechts für die Fassung. Bei den Durchmessern sind der Vollständigkeit und der Übersicht halber in der Mitte auch die idealen Maße mit aufgeführt, von denen die praktischen nach beiden Seiten hin um

0,1\*)  $\div$  0,05\*\*) bzw. um 0,5 mm

abweichen. [\*] und \*\*) vergl. die bezüglichen Fußnoten bei Tabelle 1.]

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz einen vollständigen Satz Kaliberlehren nach den vorliegenden Verbandsnormalien unter Garantie der Eichfähigkeit zum Preise von 110 Mark übernommen hat. Die Abb. 3a und 4a zeigen das auf den Lehren eingestempelte Warenzeichen der Firma Reinecker.

---

## **24. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Goliath-Gewindekontakt.<sup>1)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 324. Gültig ab 1. Januar 1911.

Die in folgenden Ausführungen und in den zugehörigen Abbildungen benutzten Indexe „*l*“ und „*f*“ bedeuten „Lampenfuß“ beziehungsweise „Fassung“.

Das Ideal-Gewindeprofil des Goliath-Gewindes (Abb. 1) setzt sich aus zwei unmittelbar tangential ineinander übergehenden, gleichen Kreisbogen zusammen, deren Radien = 1,85 mm sind.

Der äußere Durchmesser  $D_0$  des Idealgewindes beträgt 39,55 mm, die Gewindetiefe  $t_0 = 1,8$  mm, die Steigung  $S = 1/4$  " engl. = 6,350 mm, das heißt, es gehen vier Gänge auf einen englischen Zoll.

Das vorgeschriebene Gewindeprofil der Kaliberlehren verläuft zu dem Idealprofil äquidistant. Es ist daher wie dieses durch zwei unmittelbar tangential ineinander übergehende Kreisbogen gebildet, die mit Radien von 1,80 und 1,90 mm beschrieben sind (Abb. 1, oben).

Es wird festgesetzt, daß der hierdurch bedingte radiale Spielraum von 0,1 mm zwischen Lampenfuß und Fassung durch Abnutzung der Kaliberlehren bis auf den Wert von 0,05 mm sinken darf. Daraus ergibt sich die höchst zulässige Abnutzung der Kaliberlehren zu 0,05 mm im Durchmesser (Abb. 1, Mitte).

---

<sup>1)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1910 Heft 13 Seite 326.

246 Normalien für Lampenfüße mit Edison-Goliath-Gewindekontakt.

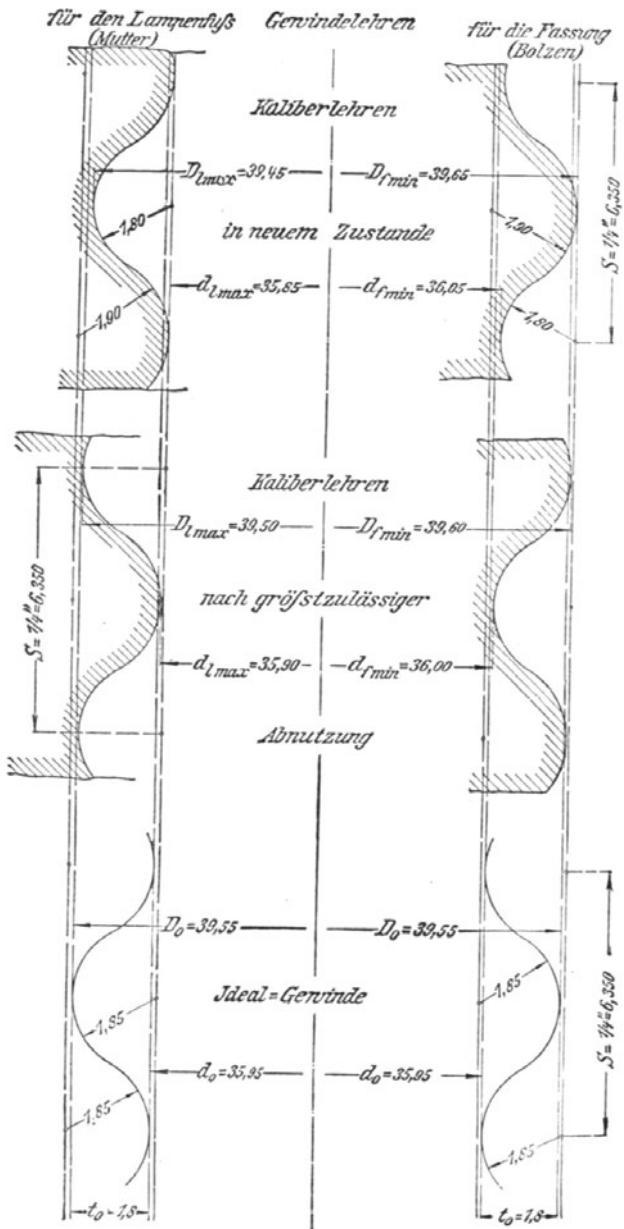


Abb. 1.

Die Gewindetiefe der Lehren ist dieselbe wie die des Idealgewindes.

Abb. 1 zeigt das Idealprofil und das Gewindeprofil der neuen Kaliberlehren und ihre Veränderung nach größt zulässiger Abnutzung.

Abb. 2 zeigt einen Lampenfuß in einer querdurchschnittenen Fassung, daneben Gewindestücke des Lampenfußes (oben) und der Fassung (unten) in den beiden äußersten Zusammenstellungen, der günstigsten (links) und der

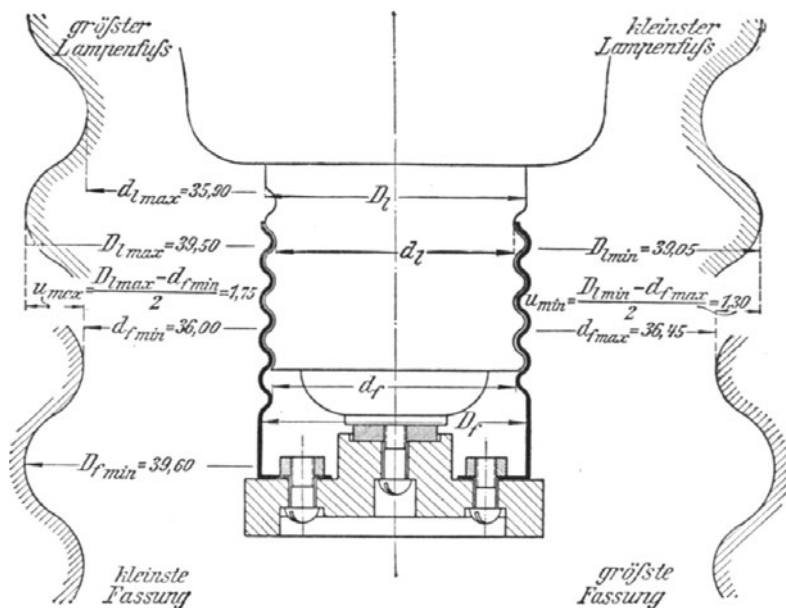


Abb. 2.

ungünstigsten (rechts). Die Maße der größten und kleinsten radialen Überdeckung der Gewindegänge des Lampenfußes und der Fassung gehen deutlich daraus hervor.

Der günstigste Fall  $u_{\max} = 1,75$  mm tritt ein, wenn die Kaliberlehren für Lampenfuß und Fassung bis zur zugelassenen Grenze abgenutzt sind. Der ungünstigste Fall  $u_{\min} = 1,30$  mm dagegen ist durch die Festsetzung bestimmt, daß eine Toleranz in der Fabrikation von 0,45 mm im Durch-

248 Normalien für Lampenfüße mit Edison-Goliath-Gewindekontakt.

messer, von den Durchmessern der abgenutzten Lehren aus gerechnet, für den Lampenfuß nach unten, für die Fassung nach oben, zugelassen werden soll. Die hierdurch als Grenze festgelegten Maße

$$D_{l\min} = 39,05 \text{ mm}$$

$$\text{und } d_{f\max} = 36,45 \text{ mm}$$

werden durch die Hilfslehren kontrolliert.

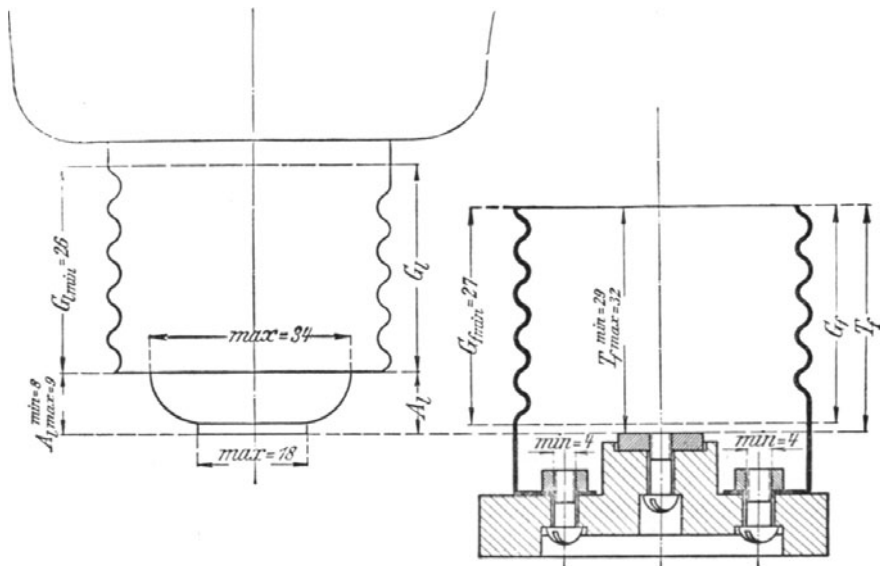


Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 3 gibt außer den achsialen Maßen des Lampenfußes noch die maximalen Durchmesser des Isolierstückes und des Mittelkontaktes an.

Aus Abb. 4 gehen die vorgeschriebenen achsialen Maße der Fassung hervor.

In den Tabellen 1 und 2 sind die sämtlichen Maße der Gewindedurchmesser und die achsialen Maße systematisch zusammengestellt, unter Hinweis auf die jeweils zur Kontrolle derselben bestimmten Haupt- und Hilfslehren, die den in den älteren Edison-Gewinde-Normalien dargestellten entsprechen.

**Tabelle 1.**

Zusammenstellung der Gewindedurchmesser

für den Lampenfuß		für beide Teile	für die Fassung	
minimaler	maximaler	idealer	minimaler	maximaler
Innendurchmesser:				
—	$d_{l\max} = 35,85^{1)}$ $\div 35,90 \text{ mm}^2)$	$d_0 = 35,95 \text{ mm}$	$d_{f\min} = 36,05^{1)}$ $\div 36,00 \text{ mm}^2)$	$d_{f\max} = 36,45 \text{ mm}$
Außendurchmesser:				
$D_{l\min} = 39,05 \text{ mm}$	$D_{l\max} = 39,45^{1)}$ $\div 39,50 \text{ mm}^2)$	$D_0 = 39,55 \text{ mm}$	$D_{f\min} = 39,65^{1)}$ $\div 39,60 \text{ mm}^2)$	—
gemessen durch die				
Hilfslehre	Hauptlehre	<sup>3)</sup>	Hauptlehre	Hilfslehre

**Tabelle 2.**

Zusammenstellung der achsialen Maße

für den Lampenfuß		für die Fassung	
minimale	maximale	minimale	maximale
gangbare Gewindehöhe (G)			
$G_{l\min} = 26,00 \text{ mm}$	—	$G_{f\min} = 27,00 \text{ mm}$	—
Höhe vom Mittelkontakt bis zur			
Unterkante der Gewindehülse (Abstand $A_l$ ):		Oberkante der Gewindehülse (Tiefe $T_f$ ):	
$A_{l\min} = 8 \text{ mm}$	$A_{l\max} = 9 \text{ mm}$	$T_{f\min} = 29 \text{ mm}$	$T_{f\max} = 32 \text{ mm}$
gemessen durch die			
Hauptlehre		Hauptlehre	

<sup>1)</sup> Gewindedurchmesser der Kaliberlehren, neu, Abb. 1, oben.

<sup>2)</sup> Desgleichen nach größtzulässiger Abnutzung, Abb. 1, Mitte.

<sup>3)</sup> Nur theoretisch vorhandene Maße.

## 250 Normalien für Lampenfüße mit Edison-Goliath-Gewindekontakt.

Die Herstellung der für diese Normalien notwendigen Kaliberlehren hat die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz übernommen. Der Preis für einen Satz von vier Lehren beträgt 180 M. netto ab Chemnitz-Gablenz.

Glühlampenfüße und Fassungen mit vorstehendem Gewinde müssen mit Einrichtungen zur Verhütung der Lockerung versehen sein.

Als Material für den Gewindekorb der Fassung soll Kupfer in einer Mindeststärke von 0,5 mm verwendet werden. Das Material der Gewindehülse des Lampenfußes darf nicht unter 0,35 mm stark sein.

Falls zur Befestigung des Gewindekorbes oder zum Zusammenhalten der Teile des Fassungsgehäuses Schrauben verwendet werden, so darf ihre Anzahl nicht geringer als 2 und der äußere Gewindedurchmesser derselben nicht weniger als 4 mm betragen.

Für Fassungen mit Goliath-Gewinde soll Normal-Nippel-Gewinde Größe III mit einem äußeren Gewindedurchmesser von 16,0 mm Verwendung finden (Normalien für Fassungs-nippel, Nachtrag 1908, S. 34).

Der äußere Durchmesser des Nippels soll nicht weniger als 22 mm betragen.

Die vorliegenden Normalien gelten vom 1. Januar 1911 ab.

---

## 25. Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde.<sup>1)</sup>

(Gültig für Stromstärken von 6 bis 25 Ampere.)

Angenommen auf der Jahresversammlung 1908. Veröffentlicht:  
ETZ 1908 S. 509. Gültig ab 1. Juli 1909.

Nachstehende Festsetzungen beziehen sich nur auf Stöpselsicherungen mit Edisongewinde, bei denen die Unverwechselbarkeit durch Höhenunterschiede erreicht wird.

Das Gewinde entspricht in seinen radialen Abmessungen den Normalien für Lampenfüße und Fassungen mit Edisongewindekontakt.

Die Maße für die Unverwechselbarkeit müssen den Werten der folgenden Tabelle entsprechen:

Stromstärke Amp.	6	10	15	20	25	Größe zulässige Abweichung
Idealmaß . . . . .	27	25	23	21	19	
Sollmaß der Stöpsellänge . <i>L</i>	27,35	25,35	23,35	21,35	19,35	+0,15
Sollmaß der Sockeltiefe . <i>T</i>	30,65	30,65	30,65	30,65	30,65	±0,15
Sollmaß der Kopfhöhe der Ergänzungsschraube . . . <i>h</i>	4	6	8	10	12	±0,10
	Abb. 1					Abb. 2

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der zurzeit gültigen „Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde“ hat eine andere Fassung, welche in der Zwischenzeit eine Änderung erfahren hat, bestanden, worüber nachstehende Tabelle näheren Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	24. 6. 04	1. 7. 04	04 S. 686
Zusatz	25. 5. 06	1. 7. 06	06 S. 663
Zweite Fassung	12. 6. 08	1. 7. 09	08 S. 509

Erläuterungen zur zweiten Fassung siehe ETZ 1908 S. 496.



252 Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde.

Für die übrigen Stöpseldimensionen, die in den Abb. 1 und 2 eingetragen sind, gilt folgendes:

Der äußere Durchmesser des Stöpselfußes darf nicht

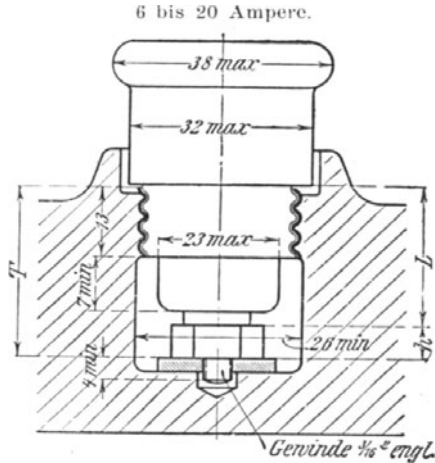


Abb. 1.

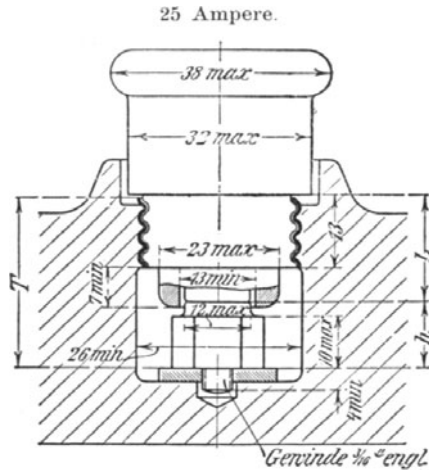
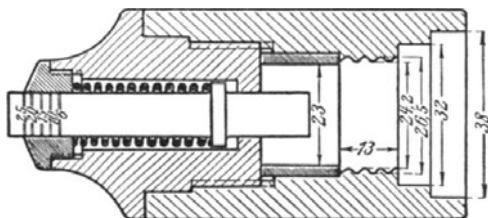


Abb. 2.

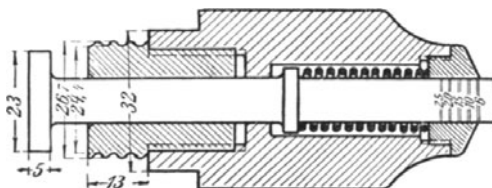
mehr als 23 mm, und der innere lichte Durchmesser desselben nicht weniger als 13 mm betragen. Der zylindrische Ansatz der Ergänzungsschraube darf nicht einen größeren Durchmesser als 12 mm besitzen; die Höhe des Sechskants

darf nicht mehr als 10 mm betragen. Die Länge des Gewindes muß 13 mm, und der Abstand der unteren Fläche des Porzellanes des Stöpselfußes von dem Gewinding muß mindestens 7 mm betragen. Das Gewinde der Ergänzungsschraube muß  $\frac{3}{16}$ " engl. und die Länge des Gewindes mindestens 4 mm sein.



Lehre für den Sicherungsstöpsel.

Abb. 3.



Lehre für den Sicherungssockel.

Abb. 4.

Der Durchmesser des Wulstes am Kopfe des Stöpsels darf 38 mm und der Durchmesser des Halses 32 mm nicht überschreiten.

Zur Kontrolle der Stöpsel und Sockel können die Lehren Abb. 3 und 4 verwendet werden.

## 26. Normalien für Stöpselsicherungen mit großem Edisongewinde.<sup>1)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1908 und 1910.  
Veröffentlicht: ETZ 1908 S. 532 und 1910 S. 323.

Gültig ab 1. Juli 1909 bzw. 1910.

(Gültig für Stromstärken von 6 bis 60 Amp.)

Nachstehende Festsetzungen beziehen sich nur auf Stöpselsicherungen mit großem Edisongewinde, bei denen die Unverwechselbarkeit durch Höhenunterschiede erreicht wird (Abb. 1).

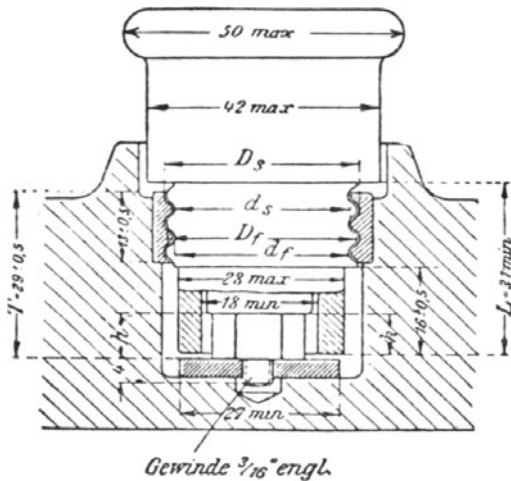


Abb. 1.

Das Idealgewindeprofil des großen Edisongewindes (Abb. 2 unten) setzt sich aus zwei unmittelbar tangential ineinander übergehenden, gleichen Kreisbogen zusammen, deren Radien = 1,19 mm sind.

<sup>1)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1908 S. 513. Bezüglich der im Jahre 1910 vorgenommenen Änderung siehe ETZ 1910 S. 323.

Der äußere Durchmesser des Idealgewindes beträgt 33,1 mm, die Gewindetiefe  $t_0 = 1,3$  mm, die Steigung

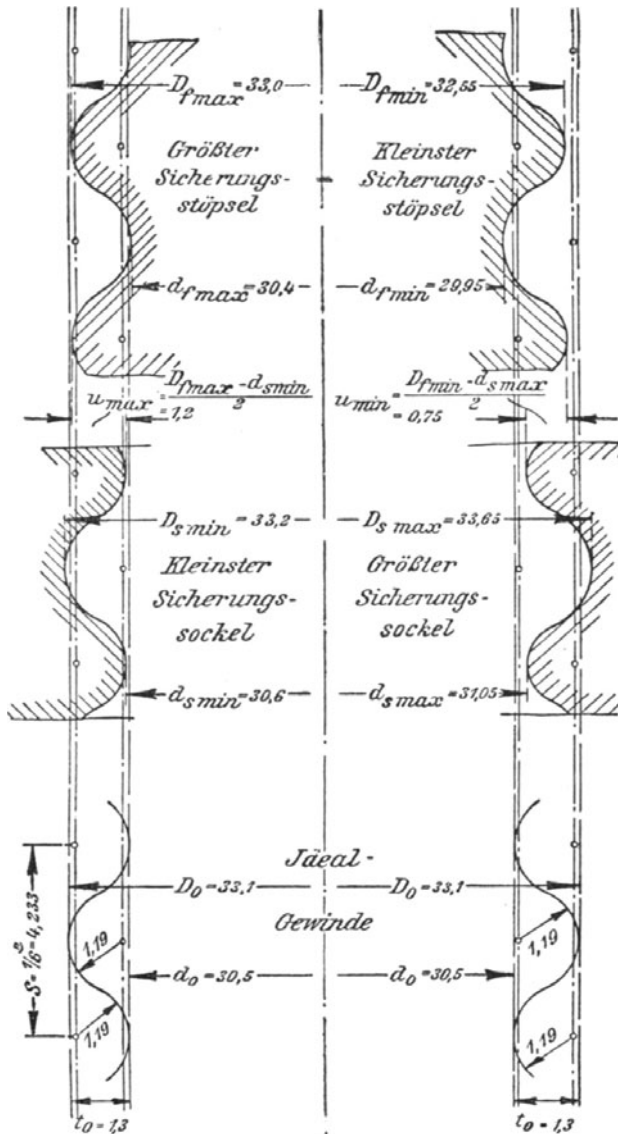


Abb. 2.

$s = \frac{1}{6}''$  engl., das heißt, es gehen sechs Gänge auf einen englischen Zoll.

256 Normalien f. Stöpselsicherungen mit großem Edisongewinde.

Die Kaliberlehren für den Sicherungsstöpsel sind in Abb. 3, diejenigen für den Sicherungssockel in Abb. 4 dargestellt.

Das vorgeschriebene Gewinde der Hauptlehren hat die-

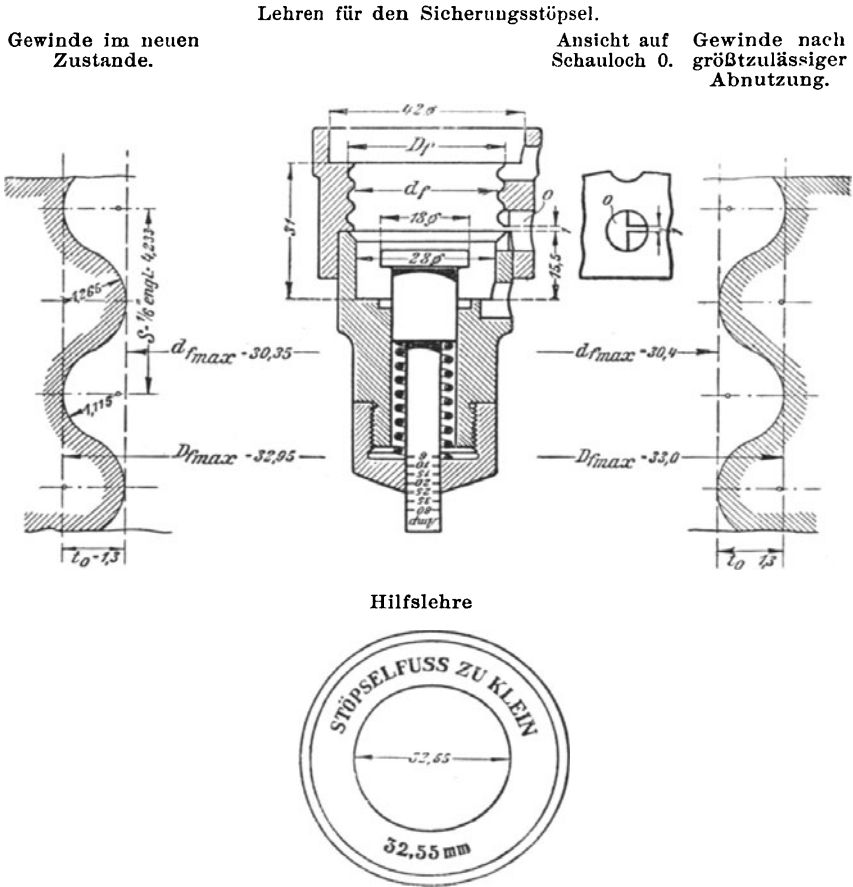


Abb. 3.

selbe Steigung und Gewindetiefe wie das Idealgewinde; das Gewindeprofil ist aus zwei unmittelbar tangential in einander übergehenden Kreisbogen gebildet, die mit Radien von 1,115 und 1,265 mm beschrieben sind, und läuft infolgedessen zu dem Idealprofil im Abstände von 0,075 mm äquidistant.

Zwischen dem Idealprofil und dem Gewindeprofil der neuen Lehren besteht demnach ein Spielraum von 0,15 mm im Durchmesser. Dieser Wert darf infolge der Abnutzung der Lehren nicht auf weniger als 0,1 mm sinken. Es beträgt also die höchstzulässige Abnutzung der Kaliberlehren 0,05 mm im Durchmesser. In Abb. 3 und 4 sind die Ge-

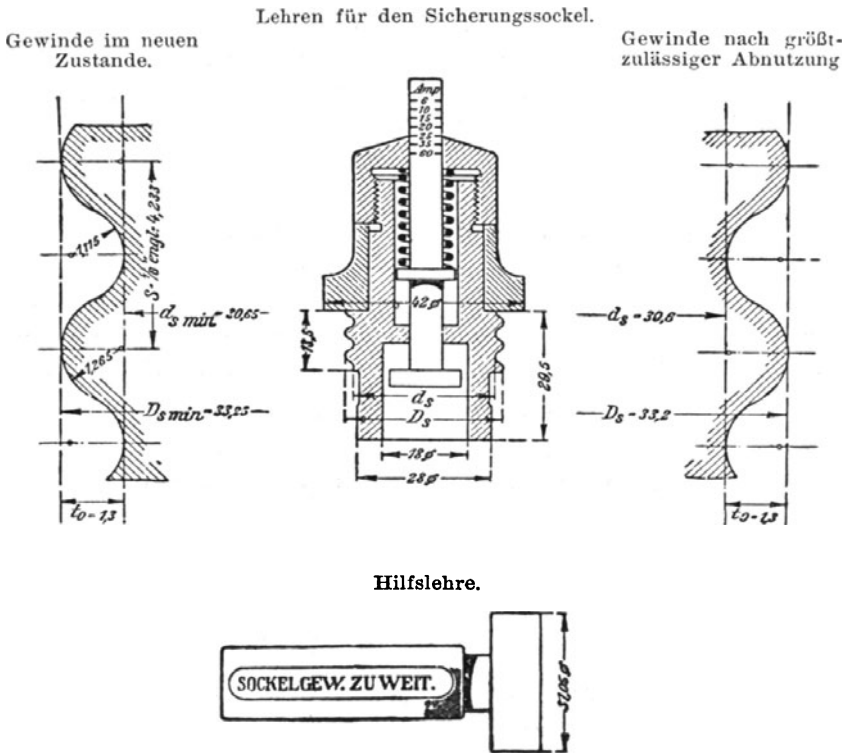


Abb. 4.

windeprofile der Hauptlehren im neuen Zustande und nach größtzulässiger Abnutzung dargestellt.

Als Fabrikationstoleranz wird 0,45 mm im Durchmesser von dem Gewindedurchmesser der neuen Hauptlehren aus gerechnet, für den Sicherungsstöpsel nach unten und für den Sockel nach oben, zugelassen. Der hierdurch bestimmte minimale Außendurchmesser des Sicherungsstöpsels  $D_f$  min wird durch die Hilfslehre (Ring), Abb. 3 unten, und der

maximale Innendurchmesser des Sicherungssockels  $d_s \max$  durch die Hilfslehre (Bolzen), Abb. 4 unten, geprüft.

In Abb. 2 sind Gewindestücke des Sicherungsstöpsels und des Sicherungssockels in den beiden äußersten Zusammenstellungen gezeigt; die hierbei auftretenden maximalen und minimalen Überdeckungen der Gewinde sind in der Abbildung eingetragen.

Die sämtlichen Maße der Gewindedurchmesser des Sicherungsstöpsels und des Sicherungssockels sind mit Angabe der zur Kontrolle desselben zu verwendenden Kaliberlehren in Tab. 1 zusammengestellt.

**Tabelle 1.**

Zusammenstellung der Gewindedurchmesser.<sup>1)</sup>

für den Sicherungsstöpsel		für beide Teile	für den Sicherungssockel	
minimaler	maximaler	idealer	minimaler	maximaler

Innendurchmesser:

$$- \quad \left. \begin{array}{l} d_f \max = 30,35^2) \\ \div 30,40 \text{ mm}^3) \end{array} \right| d_0 = 30,5 \text{ mm} \quad \left. \begin{array}{l} d_s \min = 30,65^4) \\ \div 30,60 \text{ mm}^5) \end{array} \right| d_s \max = 31,05 \text{ mm}$$

Außendurchmesser:

$$D_f \min = 32,55 \text{ mm} \quad \left. \begin{array}{l} D_f \max = 32,95^2) \\ \div 33,0 \text{ mm}^3) \end{array} \right| D_0 = 33,1 \text{ mm} \quad \left. \begin{array}{l} D_s \min = 33,25^4) \\ \div 33,2 \text{ mm}^5) \end{array} \right| -$$

gemessen durch die

Hilfslehre, (Abb. 3 unten)	Hauptlehre, (Abb. 3 oben)	°)	Hauptlehre, (Abb. 4 oben)	Hilfslehre, (Abb. 4 unten)
-------------------------------	------------------------------	----	------------------------------	-------------------------------

Die zur Erzielung der Unverwechselbarkeit für die verschiedenen Stromstärken einzuhaltenden Maße mit den zugelassenen Toleranzen sind in der folgenden Tab. 2 angegeben.

<sup>1)</sup> Abb. 2, 3, 4.

<sup>2)</sup> Gewindedurchmesser der Kaliberlehre, neu, Abb. 3, oben links.

<sup>3)</sup> Desgleichen, nach größtzulässiger Abnutzung, Abb. 3, oben rechts.

<sup>4)</sup> Gewindedurchmesser der Kaliberlehre, neu, Abb. 4, oben links.

<sup>5)</sup> Desgleichen, nach größtzulässiger Abnutzung, Abb. 4, oben rechts.

<sup>6)</sup> Nur theoretisch vorhandene Maße, Abb. 2, unten.

**Tabelle 2.**

Zusammenstellung der Unverwechselbarkeitsmaße.

Stromstärke Amp.	6	10	15	20	25	35	60	Größte zulässige Abweichung
Idealmaß <sup>1)</sup> . . . . .	3,7	5,7	7,7	9,7	11,7	13,7	15,7	—
Sollmaß der Kontakt- tiefe . . . . . <i>k</i>	3,35	5,35	7,35	9,35	11,35	13,35	15,35	± 0,15
Sollmaß der Kopfhöhe der Ergänzungsschraube <i>h</i>	4	6	8	10	12	14	16	± 0,10

Alle übrigen von den Normalien vorgeschriebenen Abmessungen der Stöpselsicherungen gehen aus Abb. 1 hervor.

Zur Kontrolle derselben können auch die zur Kontrolle des Gewindes benutzten Hauptlehren, Abb. 3 bzw. 4, verwendet werden.

Das für die Kontaktschiene des Sicherungssockels vorgeschriebene Maß von mindestens 27 mm muß wenigstens nach einer Richtung vorhanden sein.

Die Normalien für Stöpselsicherungen mit großem Edisongewinde gelten vom 1. VII. 1909 ab.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Nur theoretisch vorhandenes Maß.

<sup>2)</sup> Siehe Fußnote auf S. 254.



## 27. Normalien über zwei- und dreipolige Steck- vorrichtungen für Spannungen bis 250 Volt.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1910, 1911 und 1912.  
Veröffentlicht: ETZ 1910 S. 323 und 1911 S. 450. Gültig  
ab 1. Januar 1912.

### Zweipolig.

Die nachstehenden Maße gelten für Zweistift-Stecker  
und Steckdosen.

**Tabelle 1.**

	Stromstärke in Ampere	6	25
<i>a</i>	Mittelabstand der Stifte und Buchsen . . . . .	19	28
<i>b</i>	Länge der Stifte . . . . .	19	24
<i>c</i> <sup>3)</sup>	Durchmesser des kleineren Stiftes . . . . .	4	6
<i>d</i> <sup>3)</sup>	Durchmesser des größeren Stiftes . . . . .	5	7
<i>e</i> <sup>4)</sup>	Größte Höhe des Bundes . . . . .	} wenn dieser { } vorhanden {	4
<i>f</i> <sup>4)</sup>	Größter Durchmesser des Bundes . . . . .		7
<i>g</i>	Breite des Schlitzes (maximal) . . . . .	0,8	1
<i>h</i>	Tiefe des Schlitzes . . . . .	14	17

<sup>1)</sup> Normalien für Steckvorrichtungen. Von diesen Normalien haben zwei Fassungen bestanden, deren letztere nur eine Ergänzung erfahren hat, worüber nachstehende Tabelle Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschl.:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	9. 6. 99	1. 7. 99/00	99 S. 380
Zweite Fassung	25. 5. 06	1. 1. 09	06 S. 663
Ergänzung der zweiten Fassung	7. 6. 07	1. 1. 08	07 S. 472
Dritte Fassung	26. 5. 10	1. 7. 11	10 S. 323
Änderung der dritten Fassung	31. 5. 11	1. 1. 12	11 S. 450
Ergänzung der dritten Fassung	6. 6. 12	1. 7. 12	12 S. 142

<sup>2)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1910 Heft 14, S. 354.

<sup>3)</sup> Bei den 2-poligen Steckvorrichtungen für 6 Amp. gilt auch die Ausführung für verwechselbare Polarität mit zwei gleichen, 4 mm starken Stiften als normal.

<sup>4)</sup> Der Bund (*e*, *f*) ist nicht obligatorisch; die Länge der Stifte ist jedoch in jedem Falle = *b*.

Stromstärke in Ampere		6	25
<i>i</i>	Abstand der Mitte der Halterille von der Auflagefläche . . . . .	14,5	20
<i>k</i>	Minimale Breite der Halterille . . . . .	1,5	2
<i>l</i>	Minimale Tiefe der Halterille . . . . .	0,5	0,8
<i>m</i>	Kleinste Tiefe der Bohrung für die Stifte . . .	15	18
<i>n</i> <sup>1)</sup>	Durchmesser der kleineren Buchsenbohrung . .	4,05	6,05
<i>o</i> <sup>1)</sup>	Durchmesser der größeren Buchsenbohrung . .	5,05	7,05
<i>p</i>	Abstand der Isolierfläche von der Mitte der Haltefeder . . . . .	10,5	14
<i>q</i>	Maximale Breite der Haltefeder . . . . .	0,8	1
<i>r</i>	Abstand der Isolierfläche von der Kontaktbuchse	4	5
<i>s</i>	Durchmesser der Steckdosenlöcher . . . . .	10	14
<i>t</i>	Lichte Tiefe der Steckdosenlöcher . . . . .	4	6
<i>v</i> <sup>1</sup>	Kleinster Durchmesser für den Stecker . . . .	36	47
<i>v</i> <sup>2</sup>	Größter Durchmesser für den Stecker . . . . .	37	49
<i>w</i> <sup>1</sup>	Kleinster Durchmesser der ebenen Stirnfläche der Steckdose . . . . .	38	50
<i>w</i> <sup>2</sup>	Größter Durchmesser der ebenen Stirnfläche der Steckdose . . . . .	40	52
<i>x</i>	Minimale Höhe des Randes der Steckdose . . .	3	5
<i>y</i>	Minimale Stärke des Randes der Steckdose . . .	5	6
<i>z</i>	Minimaler Durchmesser der Dose in der Ebene der Fläche der Isolierabdeckungen . . . . .	56	82

Die Unverwechselbarkeit in bezug auf Stromstärke gemäß den Forderungen der Errichtungsvorschriften, wird durch unterschiedlichen Mittenabstand der Stifte und Buchsen (Maß *a* der Tabelle 1), die Unverwechselbarkeit der Polarität<sup>1)</sup> durch unterschiedliche Durchmesser der Stifte und Buchsenbohrungen (Maße *c* und *d*, *n* und *o* der Tabelle 1 und der Abb. 1) erreicht.

Die für den Bund der Steckerstifte festgesetzten Normalmaße gelten nur, wenn ein Bund vorhanden ist. Die Steckerstifte sollen an ihrem Ende halbkugelförmig verrundet und der Länge nach mit einem Schlitz versehen sein.

Für den Mittenabstand der Stifte und Buchsen (*a*) ist eine Abweichung von  $\pm 0,15$  mm zulässig.

Der Rand für die Steckdose ist obligatorisch; dergleichen die Isolierabdeckung der Kontakthülsen.

<sup>1)</sup> Bei den 2-poligen Steckvorrichtungen für 6 Amp. gilt auch die Ausführung für verwechselbare Polarität mit zwei gleichen, 4 mm starken Stiften als normal.

**Dreipolig.**

Die nachstehenden Maße (Abb. 2) gelten für Dreistift-Stecker und -Steckdosen, bei welchen die Stifte beziehungsweise Buchsen nebeneinander angeordnet sind.

**Tabelle 2.**

Stromstärke in Ampere		6	25
<i>a</i>	Abstand der Mittellinie der Stifte und Buchsen . . . . .	15	21
<i>b</i>	Länge der Stifte . . . . .	19	24
<i>c</i>	Durchmesser der Stifte . . . . .	4	6
<i>d</i> <sup>1</sup>	Halbe Breite der ebenen kleinsten Fläche der Dose . . . . .	13	18
<i>d</i> <sup>2</sup>	Halbe Breite der ebenen größten Fläche der Dose . . . . .	14	19
<i>e</i> <sup>1)</sup>	Größte Höhe des Bundes . . . . .	4	6
<i>f</i> <sup>1)</sup>	Größter Durchmesser des Bundes . . . . .	7	10
<i>g</i>	Breite des Schlitzes (maximal) . . . . .	0,8	1
<i>h</i>	Tiefe des Schlitzes . . . . .	14	17
<i>i</i>	Abstand der Mitte der Halterille von der Auflagefläche . . . . .	14,5	20
<i>k</i>	Minimale Breite der Halterille . . . . .	1,5	2
<i>l</i>	Minimale Tiefe der Halterille . . . . .	0,5	0,8
<i>m</i>	Kleinste Tiefe der Bohrung für die Stifte . . . . .	15	18
<i>n</i>	Durchmesser der Buchsenbohrung . . . . .	4,05	6,05
<i>o</i>	Breitenabstand der Stifte und Buchsen . . . . .	3	4
<i>p</i>	Abstand der Isolierfläche von der Mitte der Haltefeder . . . . .	10,5	14
<i>q</i>	Maximale Breite der Haltefeder . . . . .	0,8	1
<i>r</i>	Abstand der Isolierfläche von der Kontaktbuchse . . . . .	4	5
<i>s</i>	Durchmesser der Steckdosenlöcher . . . . .	10	14
<i>t</i>	Lichte Tiefe der Steckdosenlöcher . . . . .	4	6
<i>u</i> <sup>1</sup>	Halbe kleinste Breite des Steckers . . . . .	11	16
<i>u</i> <sup>2</sup>	Halbe größte Breite des Steckers . . . . .	12	17
<i>v</i> <sup>1</sup>	Radius der kleinsten Länge des Steckers . . . . .	29	39
<i>v</i> <sup>2</sup>	Radius der größten Länge des Steckers . . . . .	30	40
<i>w</i> <sup>1</sup>	Radius der kleinsten ebenen Länge der Steckdose . . . . .	31	41
<i>w</i> <sup>2</sup>	Radius der größten ebenen Länge der Steckdose . . . . .	32	42
<i>x</i>	Minimale Höhe des Randes der Steckdose . . . . .	3	5
<i>y</i>	Minimale Stärke des Randes der Steckdose . . . . .	5	6

<sup>1)</sup> Der Bund (*e*, *f*) ist nicht obligatorisch; die Länge der Stifte ist jedoch in jedem Falle = *b*.

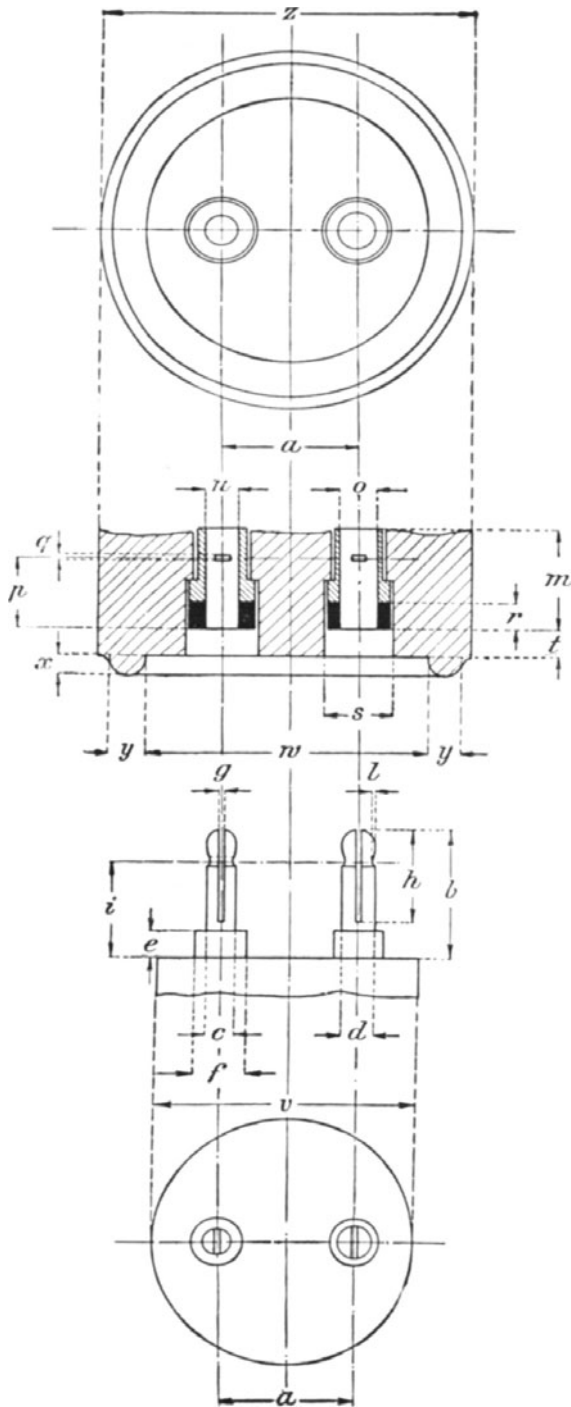


Abb. 1.

264 Normalien über zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen.

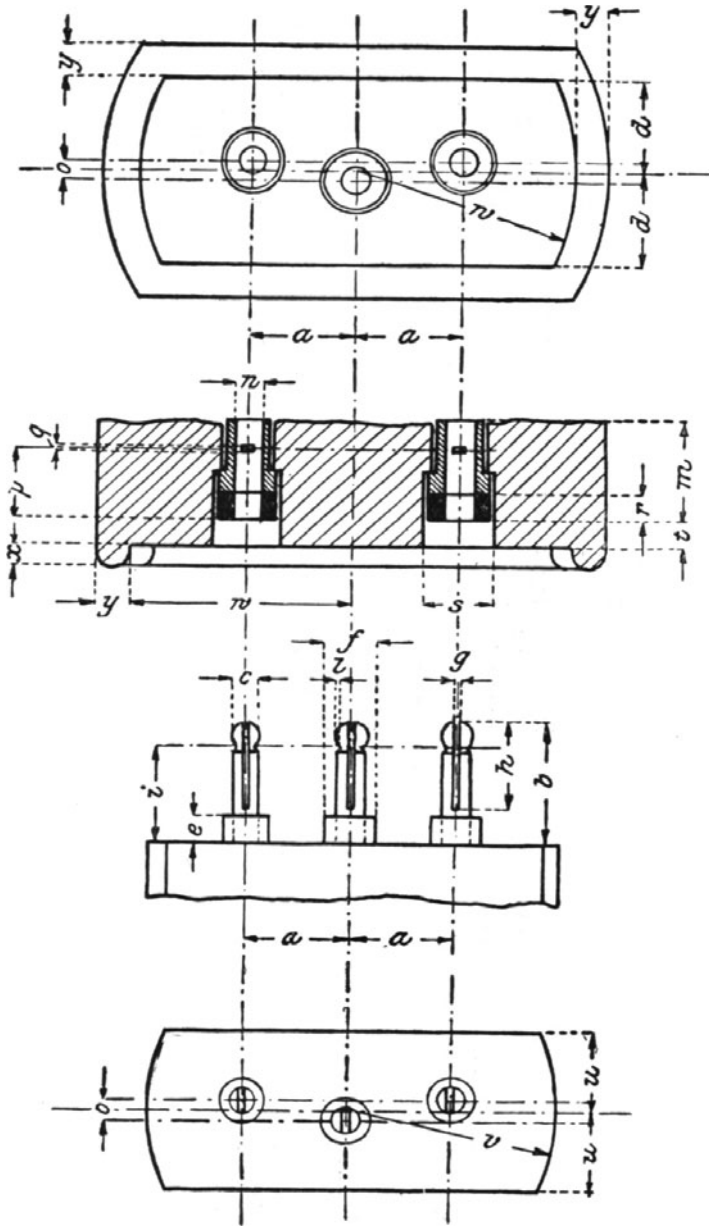


Abb 2.

Die Unverwechselbarkeit in bezug auf Stromstärke, gemäß den Forderungen der Errichtungsvorschriften, wird durch unterschiedlichen Mittenabstand der Stifte und Buchsen (Maß  $a$  der Tabelle 2), die Unverwechselbarkeit der Polarität durch seitliche Ausrückung der mittelsten Stifte und Buchsenbohrungen (Maß  $o$  der Tabelle 2) erreicht.

Die für den Bund der Steckerstifte festgesetzten Normalmaße gelten nur, wenn ein Bund vorhanden ist; die Stecker sollen an ihren Enden halbkugelförmig verrundet und der Länge nach mit einem Schlitz versehen sein.

Für den Mittenabstand der Stifte und Buchsen ( $a$ ) ist eine Abweichung von  $\pm 0,15$  mm zulässig.

Der Rand für die Steckdosen ist obligatorisch; dergleichen die Isolierabdeckung der Kontakthülsen.

Die Normalien über zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen gelten vom 1. Januar 1912 ab.

---

## 28. Normalien für Fassungsrippel.<sup>1)</sup>

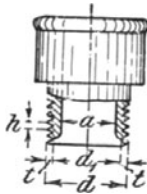
Angenommen auf der Jahresversammlung 1908. Veröffentlicht:  
ETZ 1908 S. 492. Gültig ab 1. Januar 1909.

Als äußere Gewindedurchmesser für Nippelgewinde werden festgesetzt:

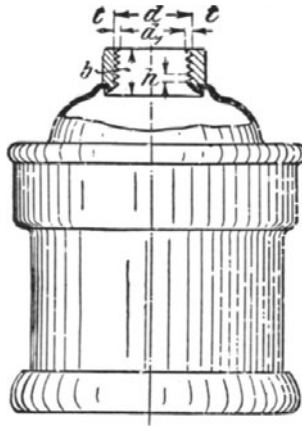
10 mm, 13 mm, 16 mm.

Gewindeform nach Whitworth, Steigung 26 Gang auf 1" engl., Gewindetiefe 0,625 mm (Abb. 3).

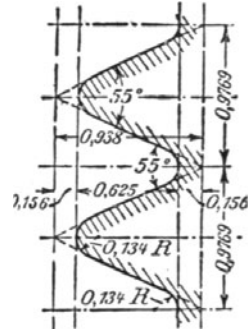
Die Abmessungen sind nachstehenden Abbildungen und Tabellen zu entnehmen.



Nippel.  
Abb. 1.



Nippelmutter.  
Abb. 2.



Gewindeform  
für Fassungsrippel  
Abb. 3.

$d$  = äußerer Gewindedurchmesser

$d_1$  = Kerndurchmesser

$t = \frac{d - d_1}{2}$  = Gewindetiefe

$h$  = Steigung des Gewindes

$m = \frac{25,4}{h}$  = Anzahl der Gewindegänge auf 1" engl.

$a$  = Lichte Weite des Nippels

$b$  = Gewindelänge der Nippelmutter

<sup>1)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1908 S. 474.

Bei Nippeln und Nippelmuttern müssen die Kanten, wie in den Abb. 1 und 2 angegeben, stark verrundet sein.

Als Anschlußgewinde für Reduziernippel kann außer obigen Gewinden das normale Rohrgewinde des Vereins Deutscher Gas- und Wasserfachmänner und des Vereins Deutscher Ingenieure genommen werden („Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ 1903, S. 1236).

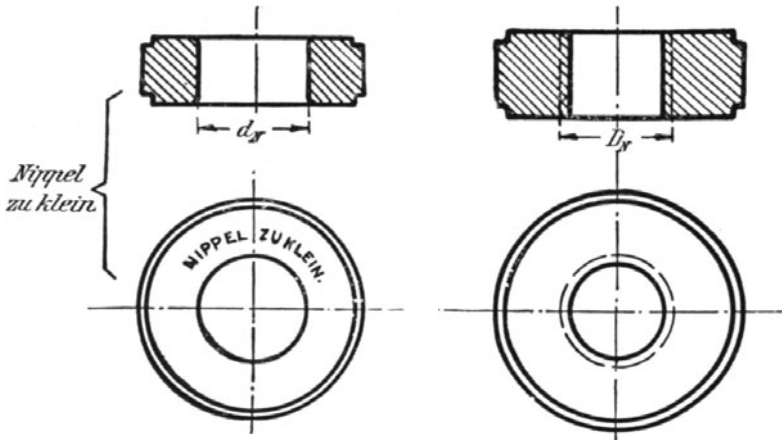
Tabelle 1.

Zusammenstellung.

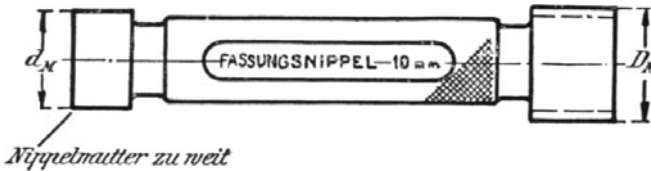
Normal-Fassungsrippel	Größe I	Größe II	Größe III		
	10 mm	13 mm	16 mm		
Äußerer Gewindedurchmesser ideal . .	10,00	13,00	16,00		
Steigung, Anzahl der Gewindegänge auf 1" engl. . . . .	26	26	26		
Gewindetiefe . . . . .	0,625	0,625	0,625		
Nippel {	Äußerer Gewindedurchmesser . . . . . {	max.	9,98	12,98	15,98
		min.	9,83	12,83	15,83
	Kerndurchmesser . . . . . {	max.	8,73	11,73	14,73
		min.	8,58	11,58	14,58
Nippel- mutter {	Äußerer Gewindedurchmesser . . . . . {	max.	10,17	13,17	16,17
		min.	10,02	13,02	16,02
	Kerndurchmesser . . . . . {	max.	8,92	11,92	14,92
		min.	8,77	11,77	14,77
Radiales Spiel zwischen Bolzen und Mutter . . . . . {	max.	0,17	0,17	0,17	
	min.	0,02	0,02	0,02	
Übergriff im Gewinde . . . . . {	max.	0,605	0,605	0,605	
	min.	0,455	0,455	0,455	
Gewindelänge der Nippelmutter <i>b</i> min.	7	7	7		
Lichte Weite des Nippels <i>a</i> . . . . .	7	10	13		

Spiel zwischen Idealgewinde und max. Bolzen bzw. min. Mutter . . . . . im Durchmesser 0,02 mm  
 Fabrikationstoleranz . . . . . „ „ 0,15 „





Lehren für den Nippel.  
Abb. 4.



Lehre für die Nippelmutter.  
Abb. 5.

**Tabelle 2.**  
Lehren.

Normal-Fassungsrippel		Größe I 10 mm	Größe II 13 mm	Größe III 16 mm	
Nippel (Abb. 4)	Gewindelehre (Ring)	neu $D_N$	9,95	12,95	15,95
		abgenutzt	9,98	12,98	15,98
	Kaliberring, Nippel zu klein $d_N$	9,83	12,83	15,83	
Nippel- mutter (Abb. 5)	Gewindelehre (Bolzen)	neu $D_M$	10,05	13,05	16,05
		abgenutzt	10,02	13,02	16,02
	Kaliberbolzen, Nippelmutter zu weit . . . . . $d_M$	8,92	11,92	14,92	

Höchst zulässige Abnutzung der Lehren 0,03 mm im Durchmesser.



Die Messung des äußeren Rohrdurchmessers (b) bei Isolierrohren mit gefalztem Metallmantel hat nicht über dem Falz zu erfolgen; der Falz muß außen liegen und darf in das Isolierrohr nicht eingedrückt sein.

Die Wandstärke des Metallmantels der Muffen muß mindestens gleich der Blechstärke des entsprechenden Rohres sein.

Diese Normalien gelten vom 1. VII. 1907 bzw. 1909 ab.

---

## **30. Richtlinien<sup>1)</sup> für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von einschließlich 1500 Volt Nennspannung aufwärts.<sup>2)</sup>**

**(Ölschalter, Trennschalter, Stützisolatoren, Durchführungen, Kabelendverschlüsse, Überspannungsschutzapparate, Schmelzsicherungen, Stromtransformatoren und Freileitungsapparate.)**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht:  
ETZ 1913 S. 1067. Gültig ab 1. Januar 1914.

### **A. Allgemeine Bestimmungen.**

#### **§ 1.**

Für Hochspannungsapparate gelten als Nennspannungen 1500, 3000, 6000, 12000, 24000, 35000 (50000, 80000, 110000, 150000 und 200000) Volt.

**Anmerkung.** Im Sinne des § 2a der Errichtungsvorschriften sollen die Apparate bis 35000 Volt auch für die bis 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> über den Nennspannungen liegenden Spannungen anwendbar sein, die infolge Spannungsabfalles bis zur Verbrauchsstelle in der Erzeugerstelle auftreten.

#### **§ 2.**

Für Hochspannungsapparate gelten als Nennstromstärken 2, 4, 6, 10, 25, 60, 100, 200, 350, 600, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 und 6000 Amp.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Im Gegensatz zu den sonst üblichen Bezeichnungen wurde hier der Name „Richtlinien“ gewählt, um auszudrücken, daß es sich um keine streng bindenden Bestimmungen handeln soll, sondern um Empfehlungen, deren Wert zunächst durch praktische Erprobung geprüft und bestätigt werden soll.

<sup>2)</sup> Erläuterungen hierzu sind bei der Geschäftsstelle des Verbandes erhältlich.

<sup>3)</sup> Normalien über die Abstufung von Stromstärken bei Apparaten.

§ 3.

Für Hochspannungsapparate gelten die „Normalien für Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte von 10 bis 1500 Amp.“.

§ 4.

Hochspannungsapparate sind zu wählen nach der Spannung und dem für den Ort ihrer Verwendung errechneten Kurzschlußstrom.

**Anmerkung:** Unter Kurzschlußstrom ist nicht der erste, beim Einsetzen des Kurzschlusses auftretende Stromstoß, sondern der Strom im stationären Zustand des Kurzschlusses verstanden.

§ 5.

Bei Hochspannungsapparaten für Innenräume gelten die in Tabelle 1 und in Tabelle 2, Rubrik 1 bis 3, angegebenen Nennspannungen, Kurzschlußströme, Prüfspannungen und lichten Maße.

Diese Tabellen gelten jedoch für Ölschalter nicht, wenn außergewöhnliche Verhältnisse (hoher Momentan-Kurzschlußstrom, besonders bei unverzögerter Auslösung) vorliegen.

**Anmerkung.** Bei Anlagen über 15000 Volt kann die Serie III verwendet werden, wenn der Kurzschlußstrom nicht mehr als 500 A beträgt.

Die angegebenen lichten Maße bedeuten geradlinig gemessene Abstände spannungführender blanker Teile an der ungünstigsten Stelle.

Für alle Apparate gilt:

Maß A.

Es gibt an den Abstand

1. gegen Erde,
2. verschiedener Pole oder Phasen gegeneinander,
3. im ausgeschalteten Zustand getrennter Teile, gleichnamiger Pole oder Phasen gegeneinander.

**Anmerkung.** Bei hochwertig isolierten Leitungen, deren Isolierung durch geeignete Maßnahmen gegen Verwitterung geschützt ist, brauchen vorstehende Mindestmaße nicht eingehalten zu werden.

Nur für Ölschalter gilt:

Maß B.

Es gibt an den Abstand

1. gegen Erde,
2. gegen den Ölspiegel,
3. verschiedener Pole oder Phasen gegeneinander,
4. im ausgeschalteten Zustand getrennter Teile gleichnamiger Pole oder Phasen gegeneinander mit Ausnahme der Ausschaltstrecken.

Anmerkung. Das Maß B gilt nicht für außerhalb des Wirkungsbereiches des Lichtbogens sonst noch im Ölbad befindliche Hilfsapparate, z. B. Stromwandler, Schutzwiderstände.

Maß C.

der Unterbrechungsstelle an den feststehenden Kontakten von der Öloberfläche.

Die vorstehenden Maße sollen nie unterschritten werden. Andere Maße, als die Stufenreihen enthalten, können auf Grund dieser Normalien nicht gefordert werden.

Tabelle 1.

Nennspannung Volt	Kurzschlußstrom in Amp. <sup>1)</sup>					
	1000	1500	2000	3000	4500	6000
1 500	I	I	I	I	—	—
3 000	I	I	I	II	II	II
6 000	II	II	II	III	III	III
12 000	III	III	IV	IV	IV	—
24 000	IV	V	V	—	—	—
35 000	V					
50 000	VI					
80 000	VII					
110 000	VIII					
150 000	IX					
200 000	X					

(Innerhalb jeder Serie ist die Type zu bestimmen mit Rücksicht auf die Nennstromstärke.)

<sup>1)</sup> Vergl. die Anmerkung in § 4.  
Normalien. 8. Aufl.

Tabelle 2.

Serie	Prüfspannung Volt	Lichte Maße mm		
		außer Öl A	unter Öl (nur für Ölschalter)	
			B	C
1	2	3	4	5
I	10 000	75	40	90
II	20 000	100	50	100
III	30 000	125	60	120
IV	50 000	180	90	180
V	70 000	240	120	240
VI	100 000			
VII	160 000			
VIII	220 000			
IX	300 000			
X	400 000			

Anmerkung. Zur Bestimmung des Kurzschlußstromes können mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit für normale Fälle im allgemeinen folgende Annäherungsregeln benutzt werden.

- a) Bei Apparaten, welche ohne merkliche Widerstände an den Sammelschienen einer Zentrale liegen, ist, sofern bestimmte Werte nach § 4 nicht zur Verfügung stehen, das 3fache des bei Vollbelastung aller gleichzeitig arbeitenden Maschinen in die Sammelschienen fließenden Stromes anzunehmen.
- b) Bei Apparaten, welche durch einen merklichen Widerstand mit einem Spannungsverlust von  $n\%$  beim Normalverbrauch des betreffenden Abzweiges von den Sammelschienen der Zentrale getrennt sind, ist als Kurzschlußstrom anzunehmen  $\frac{100}{n}$  des Normalstromes des Abzweiges.
- c) Apparate in Ringleitungen sind wie unter b) zu bestimmen, wobei anzunehmen ist, daß die Stromzuführung nur aus dem Teil der Ringleitung erfolgt, bei welchem sich die ungünstigste Beanspruchung des Apparates ergibt.  
Bei Apparaten, die in Abzweigungen von Ringleitungen liegen, gilt die Regel b) ohne Einschränkung.
- d) Bei Apparaten hinter Transformatoren ist als Kurzschlußstrom — unter Annahme eines Spannungsabfalles von  $3,3\%$  in den Transformatoren — das  $\frac{100}{3,3} = 30$ fache des normalen Stromes der Transformatoren anzunehmen.

- e) Bei Apparaten hinter Transformatoren, bei denen in der primären Zuleitung ein Spannungsverlust von  $n\%$  bei Normalleistung der Transformatoren vorhanden ist, ist als Kurzschlußstrom anzunehmen  $\frac{100}{3,3+n}$  des normalen Transformatorenstromes.
- f) Bei Apparaten hinter Transformatoren, bei denen in den primären und sekundären Leitungen ein Spannungsverlust von  $n_1$  bzw.  $n_2\%$  bei Normalleistung der Transformatoren auftritt, ist als Kurzschlußstrom anzunehmen  $\frac{100}{3,3+n_1+n_2}$  des normalen Stromes in der Sekundärleitung.
- g) In den Fällen b) bis f) ist für die Auswahl der Apparate als Kurzschlußstrom derjenige der Zentrale anzunehmen, wenn dieser kleiner als der errechnete ist. Beispiele im Anhang.

### § 6.

Wenn eine Abnahmeprüfung in der Fabrik oder am Verwendungsort verlangt wird, so soll jeder Hochspannungsapparat in betriebsfertigem Zustande den in § 5 angegebenen Prüfspannungen bei etwa 50 Perioden in der Sekunde je 1 Minute ausgesetzt werden. Hierbei darf ein Überschlag oder Durchschlag nicht stattfinden. Die Prüfspannungen sollen praktisch sinusförmigen Verlauf haben und allmählich auf den zu prüfenden Apparat gegeben werden.

Anmerkung. In Streitfällen gilt als nicht praktisch sinusförmig eine Spannungskurve, bei welcher die Amplituden der höheren Harmonischen mehr als  $3\%$  der Amplitude der Grundschwingung betragen.

### § 7.

An Apparaten, die geerdet werden sollen, muß ein zuverlässiger Anschluß der Erdleitung ermöglicht sein.

Die Konstruktionsteile der Schaltanlagen usw. können als ein Teil der Erdleitung benutzt werden, sofern sie eine dauernd gute Leitung gewährleisten.

## B. Besondere Bestimmungen für Ölschalter.

### § 8.

Bei Ölschaltern gilt § 2 mit der Einschränkung, daß die Stromstufen von 2 bis 25 Amp. und von Serie II (Tabellen, § 5) einschließlich ab die unter 200 Amp. liegenden Stromstufen den Normalien nicht entsprechen.



§ 9.

Ölschalter sollen den angegebenen Kurzschlußstrom zweimal hintereinander abschalten können.

§ 10.

Die im § 6 angegebene Prüfung ist bei Ölschaltern:

1. im eingeschalteten Zustand gegen Erde,
2. im ausgeschalteten Zustand gegen Erde,
3. im eingeschalteten Zustand, Pol gegen Pol,
4. im ausgeschalteten Zustand, gleichnamige Pole gegeneinander

vorzunehmen.

§ 11.

Wenn die Temperatur des Öles und damit die des Schalters geprüft werden soll, ist die Temperatur in der oberen Ölschicht zu messen. Die Übertemperatur darf im Beharrungszustand bei dem Nennstrom bei Schaltern bis einschließlich 350 Amp. nicht mehr als 20° C, bei Schaltern bis einschließlich 2000 Amp. nicht mehr als 30° C, bei Schaltern mit größerem Strom nicht mehr als 40° C betragen, wobei Voraussetzung ist, daß sich die Kontakte des Schalters im ordnungsgemäßen Zustande befinden.

§ 12.

Ölschalter sind mit einer Einrichtung zu versehen, die das Vorhandensein des normalen Ölstandes anzeigt.

§ 13.

Bei Ölschaltern sollen zum Entleeren der Ölbehälter geeignete Einrichtungen vorgesehen sein.

§ 14.

Holz, Holzstoff, Papier und ähnliche Faserstoffe sind als Isoliermittel bei Ölschaltern in unmittelbarer Verbindung mit spannungsführenden Teilen nur zulässig, wenn sie so behandelt sind, daß das notwendige Isoliervermögen dauernd gewährleistet ist.

§ 15.

Entsprechend § 11e der Errichtungsvorschriften sollen Schalterstellung und Einschaltrichtung erkennbar sein.

§ 16.

Die Schalter sollen eine Vorrichtung zum Ausgleich der bei bestimmungsgemäßer Verwendung in ihnen auftretenden

den Drucksteigerungen haben, oder sie sollen so eingerichtet sein, daß sie diese schadlos aushalten.

§ 17.

Schalter von Serie VI einschließlich aufwärts müssen für jeden Pol einen gesonderten Ölbehälter haben.

§ 18.

Jeder Ölschalter soll ein Schild mit der Nennstromstärke in Ampere, der Prüfspannung in Volt, den Nennspannungen in Volt und den zugehörigen Kurzschlußströmen in Ampere tragen.

§ 19.

Dauernd eingeschaltete Magnetwicklungen (für Höchststrom- oder Nullspannungsauslösung) dürfen keine größere Übertemperatur als 50° C (thermometrisch gemessen) bei ihrem Nennstrom bzw. normaler Spannung erreichen.

Anmerkung. Die thermometrische Messung ist nach § 14 der „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“ vorzunehmen.

§ 20.

Bei Magnetwicklungen für Maximalstrom gelten folgende Stromwerte als normal:

Nennstrom Amp.	Auslösestrom, einstellbar zwischen		Nennstrom Amp.	Auslösestrom, einstellbar zwischen	
	Amp.	Amp.		Amp.	Amp.
4	5,5	und 8	160	225	und 320
6	8	„ 12	200	280	„ 400
8	11	„ 16	265	370	„ 530
10	14	„ 20	350	490	„ 700
15	21	„ 30	450	630	„ 900
20	28	„ 40	600	840	„ 1 200
25	35	„ 50	750	1050	„ 1 500
30	42	„ 60	1000	1400	„ 2 000
40	56	„ 80	1500	2100	„ 3 000
50	70	„ 100	2000	2800	„ 4 000
60	84	„ 120	3000	4200	„ 6 000
75	105	„ 150	4000	5600	„ 8 000
100	140	„ 200	6000	8400	„ 12 000
125	175	„ 250			

## 278 Richtlinien für Wechselstrom-Hochspannungsapparate.

Wicklungen für weniger als 4 Amp. Nennstrom sind nicht zulässig.

Das Verhältnis des an der Verwendungsstelle des Schalters möglichen Dauer-Kurzschlußstromes zum Nennstrom soll nicht größer sein als

250	bei Auslösung ohne Verzögerung,
150	„ „ mit von der Stromstärke abhängiger Verzögerung,
$\frac{100}{\sqrt{t}}$	„ „ mit von der Stromstärke unabhängiger Verzögerung (wobei t die Verzögerung in Sekunden bedeutet):

Für Stromwandler von Auslöseapparaten gelten die gleichen Bestimmungen.

Für den Auslösestrom soll eine Anzeigevorrichtung vorhanden sein. Die Auslösevorrichtung soll mit einer Genauigkeit von  $\pm 7\frac{1}{2}\%$  wirken.

Auslöseapparate mit Verzögerung sollen nicht in Wirkung treten, wenn innerhalb der ersten  $\frac{2}{3}$  der Verzögerungszeit der Strom auf die Nennstromstärke zurückgeht.

### § 21.

Zeitweise eingeschaltete Magnetwicklungen (für Ein- und Ausschaltung bei Fernbetätigung) sollen nach zehnmaligem, unmittelbar aufeinander folgendem Ein- und Ausschalten bei normaler Spannung des Betätigungsstromes keine größere Übertemperatur (thermometrisch gemessen) als  $50^{\circ}\text{C}$  erreichen.

**Anmerkung.** Die thermometrische Messung ist nach § 14 der „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“ vorzunehmen,

### § 22.

Elektromagnete für Einschaltung sollen noch bei einer Spannung des Betätigungsstromes wirken, die von der normalen um  $\pm 10\%$  abweicht.

### § 23.

Zeitweise eingeschaltete Elektromagnete für Ausschaltung sollen noch bei einer Spannung des Betätigungsstromes wirken, die von der normalen um  $+10\%$  und  $-25\%$  abweicht.

§ 24.

Elektromagnete für Nullspannungsauslösung sollen erst nach 35% Rückgang der Spannung wirken.

§ 25.

Die Auslösemagnete sollen bezeichnet sein mit ihrem Nennstrom und den Auslösestromstärken, zwischen denen sie einstellbar sind bzw. der Spannung des Betätigungsstromes.

**C. Besondere Bestimmungen für Trennschalter.**

§ 26.

Es sind nur Trennschalter für Stromstärken von 200 Amp. (einschließlich) aufwärts zulässig.

§ 27.

Bei Trennschaltern muß die vollzogene Unterbrechung zuverlässig erkennbar sein.

Kriechströme über die Isolatoren müssen durch eine geerdete Stelle abgeleitet werden.

§ 28.

Trennschalter in Öl sind nur für Spannungen bis 6000 Volt zulässig. Die Trennstrecke muß dem Maß A der Tabelle 2 entsprechen.

**D. Besondere Bestimmungen für Freileitungsapparate bis einschließlich 35 000 Volt.<sup>1)</sup>**

Außer den Bestimmungen der §§ 1, 2, 3 und 7 gelten noch die folgenden:

§ 29.

An Hochspannungs-Mastschaltern dürfen Kontakte für weniger als 200 Amp. Nennstromstärke nicht verwendet werden.

§ 30.

Die Kittstellen zwischen Metall und Isolatoren an Freileitungsapparaten müssen mit einem Schutzanstrich versehen sein.

---

<sup>1)</sup> Die Verwendung von Freileitungs-Schaltapparaten für höhere Spannungen wird für unzumutbar gehalten.

§ 31.

Die die Kontakte tragenden Isolatoren an Freileitungsapparaten sollen im allgemeinen nicht zur Abspannung benutzt werden.

§ 32.

Bei Freileitungsapparaten muß die Prüfspannung bei unter 45° fallenden Regen von 5 mm Regenhöhe pro Minute mindestens das Doppelte der Nennspannung betragen.

Die Prüfdauer beträgt 5 Minuten.

**E. Anhang.**

Beispiele zu § 5.

Zu Anmerkung a.

- 1 a. Bei einer Zentrale mit Generatoren von je 195 Amp. bei 12 000 Volt, also einem Gesamtstrom von 780 Amp. ist als Kurzschlußstrom für sämtliche an den Sammelschienen liegenden Apparate, einerlei ob sie für Generatoren, große Abzweige und kleine Abzweige (Kondensationsmotoren, Beleuchtungstransformatoren u. dergl.) bestimmt sind, 2340 Amp. anzunehmen, also ist bei 12 000 Volt die Serie IV zu wählen.
- 1 b. Bei einer Zentrale von nur 2 Generatoren von je 48 Amp. bei 12 000 Volt, also einem Kurzschlußstrom von 228 Amp. genügt dagegen Serie III.

Zu Anmerkung b.

2. Für Apparate, welche am Ende einer Leitung liegen, die bei dem Gesamtverbrauch der Verbrauchsstellen einen Spannungsverlust von 5% aufweist, berechnet sich der Kurzschlußstrom bei einem Verbrauch von 67,5 A zu  $\frac{100 \times 67,5}{5} = 1350$  A. Hierfür genügt die Serie III.

Zu Anmerkung c.

3. Bei einer Drehstromzentrale mit einer Leistungsfähigkeit von 10 000 KVA liegt direkt an den Sammelschienen ein Kabelring, der in jeder Ringhälfte bei 150 A Maximal-Belastung einen Spannungsabfall von 10% hat. Für Apparate, die z. B. auf  $\frac{1}{3}$  der Ring-peripherie liegen, berechnet sich der Kurzschlußstrom unter der Voraussetzung, daß der Kurzschluß unmittelbar hinter den Apparaten auf der längeren Strecke eintritt, zu  $\frac{150 \times 100}{10 \times \frac{2}{3}} = 2250$  A.

Es sind also z. B. bei 6000 Volt Apparate der Serie III zu wählen.

Tritt der Kurzschluß auf der kürzeren Strecke unmittelbar an den Apparaten auf, so berechnet sich der Kurzschlußstrom zu

$$\frac{150 \times 100}{10 \times \frac{1}{3}} = 1125 \text{ A.}$$

Für diese Leistung würden die Apparate der Serie II genügen. Trotzdem sind mit Rücksicht auf den für das vorliegende Beispiel ungünstigsten Fall die Apparate der Serie III zu wählen.

Zu Anmerkung d.

4. Hinter einem primär unmittelbar an den Sammelschienen liegenden Transformator für sekundär 95 Amp. bei 3000 Volt berechnet sich der Kurzschlußstrom zu  $95 \times 30 = 2850$  Amp. Hierbei ist für die Apparate bei 3000 Volt die Serie II zu wählen, falls die Zentrale einen größeren Kurzschlußstrom als 2000 Amp. besitzt, dagegen Serie I, falls der Kurzschlußstrom der Zentrale kleiner als 2000 Amp. ist.

Zu Anmerkung e.

5. Für Apparate hinter einem Transformator von 115 Amp. bei 3000 Volt, der am Ende einer mit 5% Verlust arbeitenden Primärleitung liegt, berechnet sich der Kurzschlußstrom zu  $\frac{100 \times 115}{3,3 + 5} = 1385$  A. Hierfür genügt bei 3000 Volt die Serie I.

Zu Anmerkung f.

6. Für Apparate hinter einem Transformator von 115 Amp. bei 3000 Volt, bei dem in der primären Zuleitung zum Transformator 5% und in der sekundären Zuleitung zu den Apparaten 5% Spannungsverlust auftritt, berechnet sich der Kurzschlußstrom zu  $\frac{100 \times 115}{3,3 + 5 + 5} = 865$  A. Hierfür genügt bei 3000 Volt die Serie I.

Zu Anmerkung g.

7. Bei einer Zentrale mit einer Leistungsfähigkeit von 150 Amp. bei 12000 Volt berechnet sich der Kurzschlußstrom für unmittelbar an den Sammelschienen liegende Apparate zu  $150 \times 3 = 450$  Amp. Es ist also bei z. B. 12000 Volt die Serie III zu nehmen. Für einen unmittelbar an den Sammelschienen liegenden Transformator von 45 Amp. ist primär ebenfalls Serie III zu wählen. Für die beispielsweise mit 3000 Volt betriebene Sekundärseite ergibt sich rechnerisch

zwar der Kurzschlußstrom zu  $45 \cdot \frac{12000}{3000} \times 100 = 5450$  A, wofür Serie II in Frage käme. Da indessen der Kurzschlußstrom der Zentrale, reduziert auf die Sekundärspannung, nur  $450 \cdot \frac{12000}{3000} = 1800$  A ist, so genügt Serie I.

### 31. Photometrische Einheiten.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1898 und 1910.  
Veröffentlicht: ETZ 1897 S. 473 und ETZ 1910 S. 302.

1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Kerze; sie wird durch die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe dargestellt.

2. Für die photometrischen Größen und Einheiten gibt die nachstehende Tabelle Namen und Zeichen.

Größe		Einheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Lichtstärke	$J$	Kerze (Hefnerkerze)	<b>HK</b>
Lichtstrom	$\Phi = J\omega = \frac{J}{r^2} S$	Lumen	Lm
Beleuchtung	$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{J}{r^2}$	Lux (Hefnerlux)	Lx
Flächenhelle	$e = \frac{J}{s}$	Kerzen auf 1 qcm	—
Lichtabgabe	$Q = \Phi T$	Lumenstunde	—

Dabei bedeuten:

$\omega$  einen räumlichen Winkel.

$S$  eine Fläche in qm;  $s$  eine Fläche in qcm, beide senkrecht zur Strahlenrichtung.

$r$  eine Entfernung in m.

$T$  eine Zeit in Stunden.

<sup>1)</sup> Früher waren die „Photometrischen Einheiten“ ein Teil der „Vorschriften für die Lichtmessung an Glühlampen nebst photometrischen Einheiten“. Dieser erste Wortlaut ist veröffentlicht ETZ 1897 S. 473.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

## **32. Vorschriften für die Messung der mittleren horizontalen Lichtstärke von Glühlampen.<sup>1)2)</sup>**

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1910 und 1911.  
Veröffentlicht: ETZ 1910 S. 302 und 1911 S. 402. Gültig  
ab 1. Juli 1911.

Unter Lichtstärke einer Glühlampe versteht man, wenn nichts anderes bemerkt ist<sup>3)</sup>, die mittlere Lichtstärke in einer zur Lampenachse senkrechten, durch die Mitte des Leuchtkörpers gelegten Ebene. Diese Lichtstärke wird als mittlere horizontale Lichtstärke bezeichnet, da die Lampenachse bei der Messung meistens eine vertikale Lage hat.

Die mittlere horizontale Lichtstärke wird nach der Methode der rotierenden Lampe bestimmt. Hierzu wird die zu messende Lampe in vertikaler Lage mittels einer Rotationsvorrichtung um ihre Achse gedreht. Die Umdrehungsgeschwindigkeit ist so zu bemessen, daß kein störendes Flimmern im Photometerkopf und keine schädliche Verbiegung der Glühfäden auftritt. Ist letzteres nicht zu vermeiden, so ist eine andere Methode mit nicht rotierender Lampe zu wählen, z. B. die Brodhunsche Methode der rotierenden Spiegel) (Liebenthal, „Praktische Photometrie“, S. 331), oder die Methode der Photometrierung in einer größeren Anzahl von Ausstrahlungsrichtungen.

Als Normallampen dienen von der Reichsanstalt geprüfte Glühlampen. Die Richtung, in der die Lichtstärke bestimmt worden ist, muß auf den Lampen bezeichnet sein

<sup>1)</sup> Vor Inkrafttreten der „Vorschriften für die Messung der mittleren horizontalen Lichtstärke von Glühlampen“ galten die „Vorschriften für die Lichtmessung an Glühlampen nebst photometrischen Einheiten“, veröffentlicht ETZ 1897 S. 473. Der erste Wortlaut der jetzigen Fassung wurde beschlossen 1910 und war veröffentlicht ETZ 1910 S. 302. Eine Änderung wurde auf der Jahresversammlung 1911 vorgenommen, die ETZ 1911 S. 450 abgedruckt ist.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

<sup>3)</sup> Ist die Kenntnis der mittleren sphärischen Lichtstärke erwünscht, so wird empfohlen, diese mittels der Ulbrichtschen Kugel zu bestimmen.



und bei der Messung mit der optischen Achse der Photometerbank zusammenfallen. An Stelle der Normallampen können auch, zumal bei länger dauernden Messungen, andere fehlerfreie Glühlampen benutzt werden. Ihre Lichtstärke muß durch unmittelbaren Vergleich mit einer Normallampe festgestellt werden. Sie sollten vorher mindestens 50 Stunden gebrannt haben und in ihrer Lichtfarbe mit derjenigen der zu messenden Lampe möglichst übereinstimmen. Das letztere gilt auch von den Zwischenlichtquellen ( $B$  in Abb. 2).

Die Beleuchtungsstärke auf dem Photometerschirm soll 30 Lux nicht wesentlich übersteigen. Dementsprechend ist die Länge der Photometerbank zu wählen. Für Lichtstärken bis zu etwa 100 HK genügt eine Banklänge von 2,5 m und eine Lichtstärke der Normallampe von 10 bis 25 HK. Die Bank kann metrisch und nach Kerzen geteilt sein.

Mit Hilfe von schwarzen Schirmen, am besten Samtschirmen, ist zu verhüten, daß fremdes Licht auf den Photometerschirm gelangt; es darf jedoch kein Teil der Lampe selbst abgeblendet werden.

Die Spannungsmessung muß stets an den Klemmen der Glühlampe erfolgen.

Die Messung geschieht nach einer der folgenden Methoden:

### I. Methode.

Die in eine Rotationsvorrichtung gesetzte zu messende Lampe  $x$  und die Normallampe  $n$  bleiben in konstanter Entfernung voneinander. Die photometrische Einstellung erfolgt durch Verschieben des Photometerkopfes  $P$  (Abb. 1).

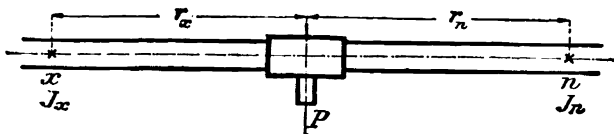


Abb. 1.

Bedeutet  $J_x$  die Lichtstärke der zu messenden Lampe  $x$ ,  $J_n$  die Lichtstärke der Lampe  $n$  in Richtung der optischen Achse der Photometerbank,  $r_x$  und  $r_n$  die sich bei der Ein-

stellung ergebenden Abstände des Photometerschirmes von den Lampen  $x$  und  $n$ , so ist:

$$J_x = \frac{r_x^2}{r_n^2} \cdot J_n.$$

Die Gleichseitigkeit des Photometerkopfes ist hierbei vorausgesetzt.

Es empfiehlt sich im allgemeinen, die Lampen  $x$  und  $n$  an den Enden der Photometerbank aufzustellen und eine nach dem Entfernungsgesetz berechnete Kerzenteilung zu benutzen, deren Teilstrich 1 in der Mitte zwischen  $x$  und  $n$  liegt. Die Lichtstärke der zu messenden Lampe ist dann gleich der Lichtstärke der Normallampe  $n$  multipliziert mit der an der Kerzenteilung abgelesenen Zahl.

## II. Methode.

Der Photometerkopf  $A$  (Abb. 2) wird mit einer Zwischenlichtquelle  $B$  fest verbunden und mit dieser zugleich verschoben. In  $C$  befindet sich die in eine Rotationsvorrichtung gesetzte zu messende Lampe beziehungsweise die Normallampe. Der Abstand zwischen  $A$  und  $B$  muß verstellbar sein.

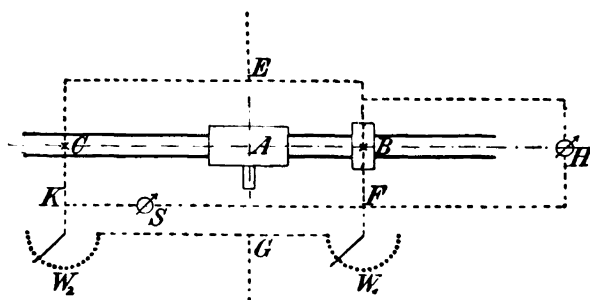


Abb. 2.

Die Photometerbank trägt eine nach dem Entfernungsgesetz berechnete Kerzenteilung, deren Nullpunkt in der Achse der Lampe bei  $C$  liegt und deren Teilstrich 1 um 1 m von dem Nullpunkt entfernt ist.

Die Lichtmessung geschieht, indem nacheinander die beiden folgenden Einstellungen ( $a$  und  $b$ ) ausgeführt werden.

### Einstellung $a$ .

Zunächst erhält die Zwischenlichtquelle  $B$  die richtige Spannung. Hierauf wird bei  $C$  die nicht rotierende Normal-

lampe aufgesetzt und einreguliert; sodann wird der Photometerkopf  $A$  auf den Teilstrich 1 der Kerzenteilung eingestellt und durch Änderung der Entfernung  $AB$  eine photometrische Einstellung ausgeführt. Danach werden  $A$  und  $B$  fest miteinander verbunden.

#### Einstellung $b$ .

Bei  $C$  wird an die Stelle der Normallampe die zu messende Lampe gesetzt und einreguliert. Dann wird eine photometrische Messung durch Verschieben des mit  $B$  fest verbundenen Photometerkopfes  $A$  ausgeführt. Die gesuchte Lichtstärke ist dann gleich der Lichtstärke der bei der Einstellung  $a$  benutzten Normallampe, multipliziert mit der an der Kerzenteilung abgelesenen Zahl.

#### Schaltungen.

Bei beiden Methoden I und II können folgende Schaltungen angewendet werden:

Steht konstante Spannung zur Verfügung, so kann die direkte Schaltung angewendet werden. Jede Lampe hat einen gesonderten Stromkreis, in dem sich ein Regulierwiderstand und ein Strommesser befindet. An den Klemmen jeder Lampe liegt ein Spannungsmesser.

Bei schwankender Spannung wird zweckmäßig die in Abb. 1 angegebene Differenzschaltung angewendet. Die Spannungen der zu vergleichenden Lampen dürfen hierbei nicht zu weit auseinander liegen. In den parallelen Zweigen  $EF G$  und  $EKG$  liegen einerseits die Lampe  $B$  und der Regulierwiderstand  $W_1$ , andererseits die Lampe  $C$  und der Regulierwiderstand  $W_2$ . Zwischen  $K$  und  $F$  ist ein Spannungsmesser  $S$  für geringe Spannungen angelegt; außerdem liegt an  $B$  ein technischer Spannungszeiger  $H$ , der dazu dient, der Lampe  $B$  mit Hilfe von  $W_1$  die vorgeschriebene Spannung zu geben; die Lampe  $C$  erhält jedesmal die ihr zukommende Spannung, indem man unter Benutzung von  $W_2$  im Spannungsmesser  $S$  die entsprechende Spannungsdifferenz zwischen den Lampen  $C$  und  $B$  herstellt. (Vgl. Strecker, Hilfsbuch 1907, S. 285.)

---

### 33. Normalien für Bogenlampen.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1907 und 1908. Veröffentlicht: ETZ 1907 S. 304 und 1908 S. 440. Gültig ab 1. Juli 1907 bzw. 1908.

Die Leistung einer Bogenlampe wird praktisch bewertet nach ihrem wichtigsten Anwendungsgebiet, nämlich der direkten Beleuchtung des Raumes unterhalb einer durch die Lichtquelle gelegten Horizontalebene. Als ihr praktisches Maß gilt daher die mittlere untere hemisphärische Lichtstärke ( $J_{\ominus}$ , spr. kurz J hemisphärisch) gemessen in HK, wobei dieses Zeichen mit dem Index  $\ominus$  zu versehen, also zu schreiben ist:  $HK_{\ominus}$  (spr. Hefnerkerzen hemisphärisch). Dahinter ist in Klammer derjenige Faktor anzufügen, mit welchem man die mittlere untere hemisphärische Lichtstärke multiplizieren muß, um die mittlere sphärische Lichtstärke zu erhalten in der Form ( $k_0 = \dots$ ).

Diese Angaben beziehen sich auf den betriebsmäßigen Zustand der Bogenlampe, jedoch ohne Außenreflektor und nach Ersatz der sonst im Betriebe benutzten Glocken (bei Dauerbrandlampen nach Ersatz der Innen- und Außenglocken) durch möglichst schlierenfreie Klarglasglocken von gleicher Abmessung.

Angaben über den Einfluß zerstreuerender Glocken, von Außenreflektoren u. dgl., sind auf die in Abs. 1 und 2 definierte Lichtstärke der Bogenlampe zu beziehen.

---

<sup>1)</sup> Die erste, am 7. 6. 1907 beschlossene, ETZ 1907 S. 304 veröffentlichte Fassung, die ab 1. 7. 1907 galt, wurde am 12. 6. 1908 abgeändert. Die Änderungen sind abgedruckt ETZ 1908 S. 440 und gelten ab 1. 7. 1908.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

Als praktischer Effektverbrauch einer Bogenlampe gilt der Gesamtverbrauch eines Bogenlampenstromkreises, gemessen an der Abzweigstelle vom Netz, dividiert durch die Anzahl der Lampen. Bei Angabe dieses Effektverbrauches ist die Netzspannung mit anzugeben.

Als praktischer spezifischer Effektverbrauch einer Bogenlampe gilt der so gekennzeichnete Effektverbrauch dividiert durch die Lichtstärke  $J_{\odot}$ . Zur Bezeichnung dieser Größe dient der Ausdruck „ $W/HK_{\odot}$  bei  $n$  Volt Netzspannung“ (spr. Watt pro Hefnerkerze hemisphärisch usw.).

Angaben für Wechselstromlampen sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, für sinusförmige Kurve der Betriebsspannung und eine Frequenz von 50 Perioden zu verstehen. In jedem Falle ist anzugeben, in welcher Schaltung die Lampe photometriert, und ob induktionsfreier oder induktiver Vorschaltwiderstand angenommen worden ist.

Der Wert „ $HK_{\odot}/W$  bei  $n$  Volt Netzspannung“ wird als praktische Lichtausbeute bezeichnet.

---

### **34. Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen.<sup>1) 2)</sup>**

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1907, 1908, 1910 und 1911. Veröffentlicht: ETZ 1907 S. 304, 1908 S. 440, 1910 S. 302 und 1911 S. 403. Gültig ab 1. Juli 1907 bzw. 1908, 1910 und 1911.

Vor der photometrischen Messung sind die Bogenlampen mit Kohlen von vorgeschriebenen Durchmessern und Marken von einer Länge, welche etwa der halben Brenndauer der Lampe entspricht, zu versehen und eine Stunde lang in normalen Betrieb zu nehmen. Hieran schließt sich unmittelbar die Photometrierung, ohne daß der erreichte Beharrungszustand durch Abnehmen der Glocke oder sonstwie gestört werden darf.

Die Bogenlampen sollen beim Messen so einreguliert sein, daß ihre mittlere Stromstärke mit der für sie angegebenen übereinstimmt. Für Wechselstromlampen ist die Schaltung bei der Photometrierung möglichst den praktischen Verhältnissen anzupassen.

Die Bestimmung von  $J_{\ominus}$  erfolgt entweder mit Hilfe eines Integrators (Ulbrichtsche Kugel) oder durch Auswertung der mittleren Polarkurve.

Bei Benutzung eines Integrators sind genügend viele Messungen in möglichst gleichen Zeitabständen zu machen, um den wirklichen Mittelwert der Lichtstärke zu erhalten.

---

<sup>1)</sup> Die erste, am 7. 6. 1907 beschlossene, ETZ 1907 S. 304 veröffentlichte Fassung, die ab 1. 7. 1907 galt, wurde am 12. 6. 1908 abgeändert. Die Änderungen sind abgedruckt ETZ 1908 S. 440 und gelten ab 1. 7. 1908. Auf der Jahresversammlung 1910 wurde beschlossen im dritten Absatz einen neuen Satz einzufügen. Näheres hierüber siehe ETZ 1910 S. 302. Auf der Jahresversammlung 1911 wurde eine Änderung beschlossen, welche ETZ 1911, S. 450 abgedruckt ist.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

## 290 Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen.

Die für  $J_{\ominus}$  maßgebende mittlere Polarkurve wird in der Weise erhalten, daß man, auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Lampe gleichzeitig in möglichst gleichen Zeitabständen messend, punktweise den ganzen photometrischen Körper der Lichtausstrahlung in die untere Hemisphäre aufnimmt, dabei sowohl in vertikaler als in horizontaler Richtung höchstens um Winkel von  $10^{\circ}$  zu  $10^{\circ}$  fortschreitend. Zur punktweisen Bestimmung von  $J_{\ominus}$  ist also insgesamt die Aufnahme von mindestens  $9 \times 36 + 1$  Punkten des Lichtausstrahlungskörpers erforderlich.

Die Messung geschieht am besten in der Weise, daß unter jedem festgesetzten Vertikalwinkel der Lichtausstrahlung die Lampe mittels einer geeigneten Einrichtung gedreht wird und mindestens 36 Punkte ringsum aufgenommen werden. Die Vertikalwinkel sind von der nach unten gerichteten Vertikalen aus zu zählen.

Bei der Messung in der Ulbrichtschen Kugel ist die die untere hemisphärische Lichtstärke begrenzende Horizontalebene durch den Lichtschwerpunkt<sup>1)</sup> der Bogenlampe zu legen. Die Ulbrichtsche Kugel muß einen Durchmesser von mindestens 1,5 m haben.

---

<sup>1)</sup> Siehe „ETZ“ 1907, Heft 28, S. 777.

### **35. Vorschriften für Messung der Lichtstärke von röhrenförmig ausgebildeten Lichtquellen.**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht:  
ETZ 1913 S. 396. Gültig ab 1. Juli 1913.

Als praktisches Maß der Lichtstärke röhrenförmiger Lichtquellen von mehr als 0,5 m Länge gilt die Lichtstärke senkrecht zur Achse des Rohres für einen Zentimeter Rohrlänge. Dahinter ist in Klammer derjenige Faktor anzufügen, mit dem man die genannte Lichtstärke multiplizieren muß, um die mittlere sphärische Lichtstärke zu erhalten in der Form  $k_0 = \dots\dots\dots$ . Zur Messung wird das Rohr so abgeblendet, daß ein Zylinder von höchstens 3 cm Länge freibleibt.

---



## 36. Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1910 und 1911. Veröffentlicht: ETZ 1910 S. 303. Gültig ab 1. Juli 1910 bzw. 1911.<sup>3)</sup>

Als praktisches Maß für die Beleuchtung im Freien (von Straßen, Plätzen usw.) oder in Innenräumen gilt die mittlere Horizontalbeleuchtung in 1 m Höhe über der Bodenfläche. Außerdem ist jeweils die maximale und die minimale Horizontalbeleuchtung der ganzen zu beleuchtenden Fläche anzugeben.

Die Ungleichmäßigkeit der Beleuchtung wird durch das Verhältnis der maximalen zur minimalen Horizontalbeleuchtung gekennzeichnet.

Als spezifischer Verbrauch einer Beleuchtung gilt der Verbrauch (bei elektrischer Beleuchtung in Watt) für 1 Lux mittlere Horizontalbeleuchtung und 1 qm Bodenfläche.

---

<sup>1)</sup> Erläuterungen siehe ETZ 1910 S. 382.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

<sup>3)</sup> Die Normalien wurden auf der Jahresversammlung 1910 nur vorläufig für ein Jahr angenommen. Da sie sich bewährt haben, wurde von der Jahresversammlung 1911 die endgültige Annahme ausgesprochen und zwar ohne Änderung des Wortlautes.

---

### **37. Einheitliche Bezeichnung von Bogenlampen.<sup>1) 2)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1909. Veröffentlicht:  
ETZ 1909 S. 458. Gültig ab 1. Juli 1909.

Offene } Bogenlampe mit { über- } einander stehenden  
Geschlossene } { neben- }  
{ Rein- } Kohlen für { Gleichstrom  
{ Effekt- } { Wechselstrom.

<sup>1)</sup> Erläuterungen siehe ETZ 1909 S. 458.

<sup>2)</sup> Hiervon ist ein Sonderdruck erschienen, der von der Verlagsbuchhandlung  
J. Springer, Berlin, bezogen werden kann.

---

### **38. Normalien für die Prüfung von Eisenblech.<sup>1)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 828. Gültig ab 1. Juli 1910.

1. Der Gesamtverlust im Eisen ist mittels Leitungsmesser an einer aus mindestens vier Tafeln entnommenen Probe von mindestens 10 kg zu bestimmen, und wird für  $\mathfrak{B}_{\max} = 10\,000$  cgs und für  $\mathfrak{B}_{\max} = 15\,000$  cgs und Frequenz 50 in Watt für 1 kg und einer Temperatur von  $20^{\circ}$  C angegeben; diese Zahlen, bezogen auf sinusförmigen Verlauf der Spannungskurven, heißen „Verlustziffer“. (Abgekürzte Bezeichnung  $V_{10}$  und  $V_{15}$ .)

2. Unter „Alterungskoeffizient“ soll die prozentuale Änderung der Verlustziffer für  $\mathfrak{B}_{\max} = 10\,000$  cgs nach 600 Stunden erstmaliger Erwärmung auf  $100^{\circ}$  C verstanden werden.

3. Zur Beurteilung der Magnetisierbarkeit des Eisens dient die Angabe der Liniendichte in cgs bei 300 AW/cm und bei einem der Punkte 100, 50 und 25 AW/cm.

4. Als spezifisches Gewicht des Eisens soll bei gewöhnlichen Dynamoblechen 7,7, bei legierten 7,5 angenommen werden.

---

<sup>1)</sup> Normalien für die Prüfung von Eisenblech. Die jetzt gültige Fassung ist eine Änderung der ersten Fassung, nachdem in der Zwischenzeit schon eine weitere Änderung vorgenommen war. Nachstehende Tabelle gibt hierüber Aufschluß.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	28. 6. 01	1. 7. 01/02	01 S. 801
Erste Änderung	8. 6. 03	1. 7. 03	03 S. 684
Zweite Änderung	5. 6. 05	1. 7. 05	05 S. 720
Zweite Fassung	26. 5. 10	1. 7. 10	10 S. 519 u. S. 740.

5. Für die Messung der Verlustziffer dient ein magnetischer Kreis, welcher nur Eisen der zu prüfenden Qualität enthält und der den Ausführungsbestimmungen gemäß zusammengesetzt ist.

6. Als normale Blechstärken gelten 0,3, 0,5 und 0,8 mm; Abweichungen der Blechstärken dürfen an keiner Stelle  $\pm 10\%$  der vorgeschriebenen überschreiten. (Dabei ist gemeint, daß es sich um Abweichungen von meßbarer Ausdehnung handelt, nicht um kleine Grübchen oder Wärzchen, wie sie bei der Fabrikation unvermeidlich sind.)

7. In Zweifelsfällen gilt die Untersuchung durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

### Ausführungsbestimmungen.

a) Zur Ausführung der Messung der Verlustziffer wird der Apparat nach Epstein<sup>1)</sup> benutzt.

b) Die zur Prüfung verwendeten Blechstreifen, 500 mm lang und 30 mm breit, müssen zur Hälfte parallel und zur Hälfte senkrecht zur Walzrichtung mit einem scharfen Werkzeug gratfrei geschnitten werden und dürfen einer weiteren Behandlung nicht unterliegen. Für hinreichende Isolation der Streifen gegeneinander durch Papierzwischenlagen ist Sorge zu tragen.

c) Zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit<sup>2)</sup> dienen ballistische Meßmethoden an Ringen beziehungsweise Streifen, oder der Apparat nach Köpsel. Auch die hierbei verwendeten Blechstreifen müssen zur Hälfte parallel und

---

<sup>1)</sup> Wegen der Einzelheiten wird auf die Veröffentlichung ETZ 1900 S. 303 und 1905 S. 403 verwiesen.

<sup>2)</sup> Die Maschinen-Normalien-Kommission hat nachstehende Resolution gefaßt:  
„Die Kommission steht auf dem Standpunkt, daß zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit die Anwendung des Köpselapparates zu verwerfen und die Benutzung der Ringprobe zu empfehlen sei. Empfohlen wird für diese Prüfung die Benutzung der ballistischen Methode an einer Anordnung der Eisenprobe gemäß dem Epsteinapparat.“

In den „Normalien für die Prüfung von Eisenblech“ soll das Vorstehende aufgenommen werden gelegentlich einer eingehenden Revision, der diese Normalien zurzeit unterzogen werden und die voraussichtlich im Laufe des kommenden Arbeitsjahres fertiggestellt und der Jahresversammlung 1914 zur Annahme vorgelegt werden soll.“

zur Hälfte senkrecht zur Walzrichtung mit einem scharfen Werkzeug gratfrei geschnitten werden und dürfen einer weiteren Behandlung nicht unterliegen.

Die Angaben beziehen sich auf Kommutierungspunkte.

d) Wird eine Untersuchung durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt nach diesen Normalien gewünscht, so ist dies in dem Prüfungsantrag ausdrücklich anzugeben und außerdem, ob das übersandte Dynamoblech als legiertes oder gewöhnliches zu betrachten ist.

---

## **39. Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren.<sup>1) 2) 3)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht: ETZ 1913 S. 1038. Gültig ab 1. Juli 1914.<sup>4)</sup>

### **Begriffserklärungen.**

**Generator** (Stromerzeuger) oder **Dynamo** ist jede umlaufende Maschine, die mechanische in elektrische Leistung verwandelt.

**Motor** ist jede umlaufende Maschine, die elektrische in mechanische Leistung verwandelt.

**Motorgenerator** ist eine Doppelmaschine, bestehend aus einem Motor und einem Generator, die unmittelbar miteinander gekuppelt sind.

**Umformer** ist eine Maschine, bei der die Umformung elektrischer in elektrische Leistung in einem Anker stattfindet.

---

<sup>1)</sup> Die erste Fassung der Normalien für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren hat mehrfache Änderungen erfahren, worüber nachstehende Tabelle Aufschluß gibt.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Erste Fassung	28. 6. 01	1. 7. 01	01 S. 798
Erste Änderung	13. 6. 02	1. 7. 02	02 S. 764
Zweite Änderung	8. 6. 03	1. 7. 03	03 S. 684
Dritte Änderung	7. 6. 07	1. 7. 07	07 S. 826
Vierte Änderung	3. 6. 09	1. 1. 10	09 S. 788
Zweite Fassung	19. 6. 13	1. 7. 14	13 S. 1038

<sup>2)</sup> Erläuterungen von G. Dettmar sind im Verlage von J. Springer erschienen

<sup>3)</sup> Die „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“ sind zusammen mit den „Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren“, den „Normalen Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ und den „Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen“ in einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

<sup>4)</sup> Bis zu diesem Termin hat die vorige Fassung (Normalienbuch 7. Aufl. S. 248) Gültigkeit.

**Ständer (Stator)** ist der feststehende, **Läufer (Rotor)** der umlaufende Teil einer elektrischen Maschine.

**Anker** ist derjenige Teil einer elektrischen Maschine, in dem durch Umlauf in einem magnetischen Felde oder eines magnetischen Feldes elektromotorische Kräfte erzeugt werden.

**Transformator** ist eine elektromagnetische Vorrichtung ohne dauernd bewegte Teile zur Umwandlung elektrischer in elektrische Leistung.

**Drehtransformator** ist ein nach Art der Asynchronmotoren gebauter Transformator, bei dem durch Verdrehung eines Ankers die Größe oder Phase der Sekundärspannung geändert werden kann.

**Wechselstrom** ist Einphasenstrom und Mehrphasenstrom.

**Drehstrom** ist verketteter Dreiphasenstrom.

**Spannung** ist bei Zweiphasenstrom die Spannung zwischen den zwei Leitern einer Phase.

**Spannung** ist bei Drehstrom die verkettete Spannung.

**Sternspannung** ist bei Drehstrom die Spannung zwischen dem Nullpunkt und je einem der drei Hauptleiter.

**Anlaßspannung** ist bei Asynchronmotoren die im offenen Sekundäranker bei Stillstand auftretende Spannung.

**Übersetzung** ist bei Transformatoren das Verhältnis der Spannungen bei Leerlauf.

**Frequenz** ist die Anzahl der Perioden in der Sekunde.

**Drehzahl** ist die Zahl der Umläufe in der Minute.

**Das Voltampere** ist die Einheit für das Produkt aus Stromstärke, in Ampere gemessen, Spannung, in Volt gemessen, und dem der Stromart entsprechenden Zahlenfaktor.

**Abgabe** ist die abgegebene Nutzleistung in Kilowatt (kW).

**Aufnahme** ist die zugeführte Leistung in Kilowatt (kW).

**Belastbarkeit** bedeutet

bei Gleichstrommaschinen (Generatoren und Motoren) und

Wechselstrommotoren: die normale Abgabe,

bei Wechselstromgeneratoren, Transformatoren und solchen

Synchronmotoren, die betriebsmäßig mit Phasenverschiebung arbeiten, das Produkt aus normaler Spannung, nor-

malem Strom und dem der Stromart entsprechenden Zahlenfaktor (bei Transformatoren und Umformern gemessen auf der Sekundärseite).

Leistungsfaktor ( $\cos. \varphi$ ) ist das Verhältnis:

$$\frac{\text{Zahl der Watt}}{\text{Zahl der Voltampere.}}$$

Wirkungsgrad ist das Verhältnis:  $\frac{\text{Abgabe}}{\text{Aufnahme.}}$

### Allgemeine Bestimmungen.

#### § 1.

Die folgenden Bestimmungen gelten allgemein für Lieferungen. Sie können nur durch ausdrücklich vereinbarte Verträge aufgehoben werden. Ausgenommen hiervon sind die Vorschriften über die Schilder (vgl. §§ 2, 3, 5), die immer erfüllt sein müssen.

Die Angaben beziehen sich stets auf die dem normalen Betriebe entsprechende Temperatur. Für Spannungsmeßtransformatoren gelten nur die Bestimmungen über Temperaturzunahme und Isolation.

### Angaben auf den Schildern.

#### § 2.

Auf den Schildern ist anzugeben:

Benutzungsart („Generator“, „Motor“, usw.),

Nummer,

Belastbarkeit,

Normale Spannung (Volt) und Schaltart, bei

Maschinen unter Benutzung der Zeichen:

 (Stern, Dreieck, zweiphasig, einphasig mit Hilfsphase).

Normaler Strom (Ampere),

Leistungsfaktor,

Zulässige Betriebszeit (vgl. §§ 4—7),

Drehzahl bei Vollast,

Frequenz,

Anlaßspannung und Schaltart (Bezeichnung wie oben) des

Sekundärankers bei Asynchronmotoren,

Erregerspannung bei fremderregten Maschinen.



Ferner bei Transformatoren:  
Übersetzung,  
Kurzschlußspannung,  
Schaltart (bei Drehstrom), angegeben durch einen Buchstaben der obenstehenden Schaltungsgruppen a oder b oder c oder durch Schaltbild. (Transformatoren der Gruppen a bzw. b, bzw. c können durch Verbindung gleichnamiger Klemmen parallel geschaltet werden<sup>1)</sup>.)  
Bei Motoren unter 0,2 kW braucht nur angegeben zu werden: Nummer, Spannung, Strom, Frequenz, Drehzahl.

### § 3.

Bei Maschinen und Transformatoren mit veränderlicher Spannung oder Drehzahl sind die zusammengehörigen Grenzwerte von Belastbarkeit, Spannung, Strom und Drehzahl auf dem Schild anzugeben.

### **Betriebsart.**

#### § 4.

Es sind folgende Betriebsarten zu unterscheiden:

- a) der Dauerbetrieb, bei dem die Belastbarkeit der Maschine oder des Transformators beliebig lange Zeit innegehalten werden kann, ohne daß die Temperatur und die Temperaturzunahme die in den §§ 18 und 19 angegebenen Grenzen überschreiten;
- b) der kurzzeitige Betrieb, bei dem die Belastbarkeit der Maschine oder des Transformators nur während einer vereinbarten Zeit innegehalten werden kann, ohne daß die Temperatur und Temperaturzunahme die in den §§ 18 und 19 angegebenen Grenzen überschreiten.

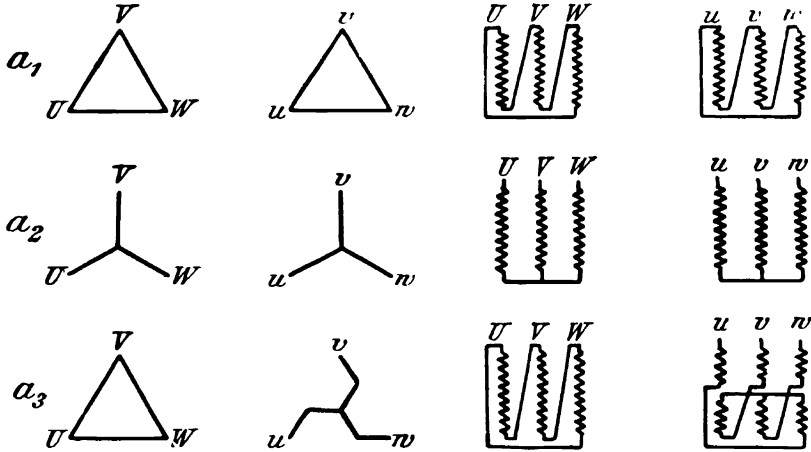
#### § 5.

Für kurzzeitigen Betrieb ist die für die Prüfung vereinbarte Zeit auf dem Schild anzugeben. Bei Fehlen einer Zeitangabe gilt die Belastbarkeit für Dauerbetrieb.

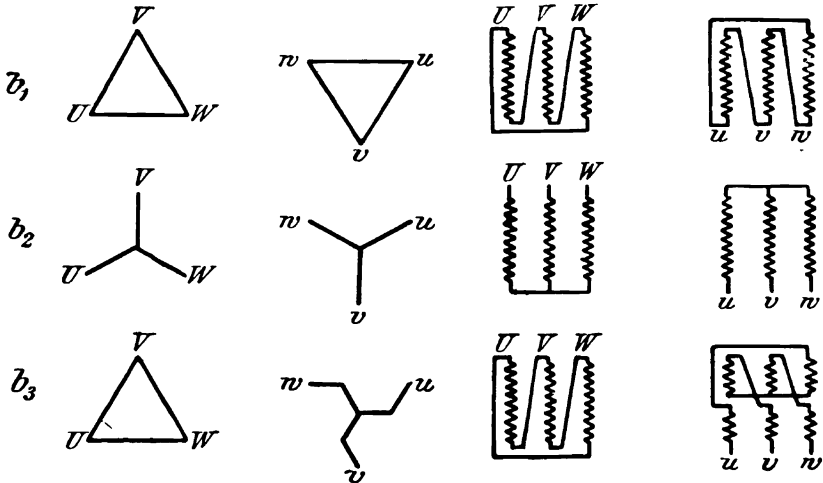
---

<sup>1)</sup> Über weitere Abarten der Gruppe c, die sich nicht durch Verbindung gleichnamiger Klemmen mit den hier angeführten Schaltungsarten der Gruppe c parallel schalten lassen, siehe Erläuterungen.

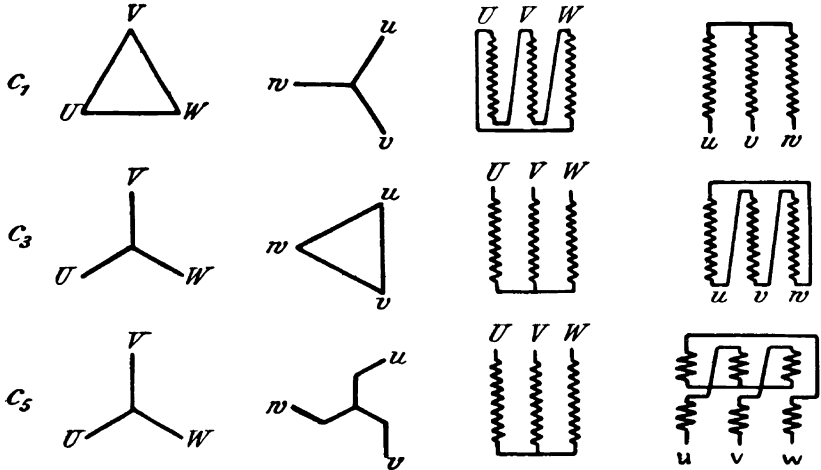
Gruppe a.



Gruppe b.



Gruppe c.



§ 6.

Bei Vereinbarungen für kurzzeitigen Betrieb gelten 10, 30, 60 oder 90 Minuten als normale Betriebszeiten<sup>1)</sup>.

§ 7.

Die gleichzeitige Angabe der Belastbarkeit für verschiedene Betriebsarten ist zulässig.

**Kommutierung.**

§ 8.

Maschinen mit Kommutator müssen bei jeder Belastung bei eingelaufenen Bürsten praktisch funkenfrei laufen, und zwar soll die Bürstenstellung bei Maschinen ohne Wendepole für Belastungsschwankungen von  $\frac{1}{4}$ -Last bis Vollast, bei Maschinen mit Wendepolen von Leerlauf bis  $1\frac{1}{4}$ -Last unverändert bleiben. Maschinen mit betriebsmäßiger Bürstenverstellung sind von dieser letzten Bestimmung ausgenommen.

**Temperaturzunahme.**

§ 9.

Die Temperaturzunahme von Maschinen und Transformatoren ist bei normaler Belastung zu messen:

1. Bei Dauerbetrieb nach Eintreten einer annähernd gleichbleibenden Übertemperatur, jedoch bei Maschinen spätestens nach 10 Stunden.

2. Bei kurzzeitigem Betrieb vom kalten Zustand (Temperatur der Umgebung) ausgehend nach Ablauf der auf dem Schild angegebenen Betriebszeit.

§ 10.

Bei der Prüfung auf Temperatur und Temperaturzunahme dürfen die betriebsmäßig vorgesehenen Umhüllungen, Abdeckungen, Ummantelungen usw. nicht entfernt, geöffnet oder erheblich geändert werden.

§ 11.

Eine etwa durch den praktischen Betrieb hervorgerufene und bei der Konstruktion in Rechnung gezogene Kühlung

---

<sup>1)</sup> Näheres über die Wahl der geeigneten Maschinentypen für die verschiedenen Betriebsverhältnisse siehe Erläuterungen.

darf bei der Prüfung nachgeahmt werden, jedoch ist es nicht zulässig, bei Straßenbahnmotoren den durch die Fahrt erzeugten Luftzug bei der Prüfung künstlich herzustellen.

#### § 12.

Als „Temperatur der Umgebung“ gilt der Mittelwert der während des letzten Viertels der Versuchszeit in regelmäßigen Zeitabschnitten zu messenden Temperatur der umgebenden Luft in Höhe der Maschinenmitte und in etwa 1 m Entfernung von der Maschine.

#### § 13.

Bei Maschinen und Transformatoren mit künstlicher Luftkühlung gilt als „Temperatur der Umgebung“ die Temperatur der zuströmenden Luft, gemessen beim Eintritt in die Maschine oder den Transformator.

Bei Maschinen und Transformatoren mit Kühlung durch Flüssigkeiten gilt als „Temperatur der Umgebung“ die Temperatur des zuströmenden Kühlmittels.

Findet außer der Wasserkühlung noch eine nennenswerte Kühlung durch Luft statt (z. B. bei Wellblechkasten), so gilt als „Temperatur der Umgebung“ die Endtemperatur, auf welche sich die Maschine oder der Transformator unerreget unter der Einwirkung des Kühlmittels einstellt.

#### § 14.

Wird ein Thermometer zum Messen der Temperatur verwendet, so muß für eine möglichst gute Wärmeleitung zwischen diesem und dem zu messenden Maschinenteil gesorgt werden, z. B. durch Stanniolumhüllung. Zum Vermeiden von Wärmeverlusten wird außerdem die Kugel des Thermometers und die Meßstelle gemeinsam mit einem schlechten Wärmeleiter (trockener Putzwolle und dergl.) überdeckt. Bei der Konstruktion der Maschine ist soweit wie möglich darauf Rücksicht zu nehmen, daß ein Thermometer leicht an die Stellen zu bringen ist, deren Temperatur gemäß § 15 zu messen ist.

## § 15.

Alle Teile von Maschinen werden mittels Thermometer auf ihre Temperatur und Temperaturzunahme untersucht, mit Ausnahme der mit Gleichstrom erregten Feldspulen und aller ruhenden Wicklungen.

Bei thermometrischen Messungen sind, soweit wie möglich, jeweilig die zugänglichen Punkte höchster Temperatur zu ermitteln, und die dort gemessenen Temperaturen sind maßgebend.

## § 16.

Die Temperatur der mit Gleichstrom erregten Feldspulen und aller ruhenden Wicklungen bei Generatoren und Motoren ist aus der Widerstandszunahme zu bestimmen. Für den Temperaturkoeffizienten gilt folgende Tabelle:

Anfangstemperatur, bei der der (kalte) Widerstand gemessen wurde	Temperaturkoeffizient	Angenäherter reziproker Wert
0° C	0,00 427	235 + 0
5° "	0,00 417	235 + 5
10° "	0,00 409	235 + 10
15° "	0,00 401	235 + 15
20° "	0,00 393	235 + 20
25° "	0,00 385	235 + 25
30° "	0,00 378	235 + 30
35° "	0,00 371	235 + 35
40° "	0,00 364	235 + 40

Neben der Temperaturmessung durch Widerstandszunahme kann zur Ermittlung örtlicher Erwärmung Thermometermessung angewendet werden.

Sind an verschiedenen Teilen einer Wicklung (z. B. Nut und Wickelkopf) verschiedene Isoliermaterialien verwendet, so gilt bei der Thermometermessung für jeden Teil die seinem Isoliermaterial nach § 18 zugeordnete Temperaturgrenze und Temperaturzunahme als zulässig.

§ 17.

Die Temperatur der Wicklungen von Transformatoren ist aus der Widerstandszunahme zu bestimmen. (Temperaturkoeffizient siehe § 16.) Neben der Temperaturmessung durch Widerstandszunahme kann zur Ermittlung örtlicher Erwärmung Thermometermessung angewendet werden.

§ 18.

Die höchsten zulässigen Temperaturen sind in Spalte 2 angeführt.

Es wird angenommen, daß die Temperatur der Umgebung 35° C nicht überschreitet.

Dementsprechend dürfen die Temperaturzunahmen die in Spalte 1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

	1 Höchste zulässige Temperatur- zunahme	2 Höchste zulässige Temperatur
a) an Wicklungen, u. zw.:		
an ruhenden Gleichstrom-Magnetwicklungen bei Isolierung durch		
unimprägn. Baumwolle . . . . .	50°	85°
imprägn. Baumwolle, Papier . . . .	60°	95°
Emaille, Asbest, Glimmer und deren Präparate . . . . .	80°	115°
an Transformatoren bei Isolierung durch		
unimprägn. Baumwolle in Luft . .	50°	85°
imprägn. Baumwolle, Papier in Luft	60°	95°
Baumwolle, Papier in Öl . . . . .	70°	105°
Emaille, Asbest, Glimmer und deren Präparate . . . . .	80°	115°
Öl an der Oberfläche . . . . .	60°	95°
an unlaufenden Wicklungen oder in Nuten eingebetteten Wechselstromwicklungen bei Isolierung durch		
unimprägn. Baumwolle . . . . .	40°	75°
imprägn. Baumwolle . . . . .	50°	85°
Baumwolle mit Füllmasse innerhalb der Nuten sowie Papier . . . . .	60°	95°
Emaille, Asbest, Glimmer und deren Präparate . . . . .	80°	115°

	1 Höchste zulässige Temperatur- zunahme	2 Höchste zulässige Temperatur
b) an Kommutatoren von Maschinen über 10 Volt . . . . .	55°	90°
c) an Kommutatoren von Maschinen bis einschl. 10 Volt . . . . .	60°	95°
d) an Eisen von Generatoren und Motoren, in das Wicklungen eingebettet sind und an Schleifringen je nach Isolierung der Wicklungen bzw. der Schleifringe die Werte unter a);		
e) an Lagern . . . . .	45°	80°

## § 19.

Bei Maschinen und Transformatoren für Bahn- und Kraftfahrzeuge dürfen die nach einstündigem ununterbrochenen Betriebe mit normaler Belastung im Versuchsraum ermittelten Temperaturen und Temperaturzunahmen die in § 18 angegebenen Werte um 20° C überschreiten. Ausgenommen hiervon sind die Lager.

## § 20.

Bei Isolierungen, die aus verschiedenen Materialien geschichtet sind, gilt die untere Grenze.

## § 21.

Bei dauernd kurzgeschlossenen isolierten Wicklungen dürfen die in § 18 angegebenen Werte um 10° C überschritten werden.

**Überlastung.**

## § 22.

Mit der Einschränkung, daß Überlastungen nur so kurze Zeit dauern oder nur bei solchem Temperaturzustand der Maschinen und Transformatoren vorgenommen werden dürfen, daß die höchsten zulässigen Temperaturen dadurch nicht überschritten werden, müssen Maschinen und Transformatoren in den folgenden Grenzen überlastbar sein:

Generatoren	}	25% während $\frac{1}{2}$ Stunde, wobei bei Synchronmaschinen der Leistungsfaktor nicht unter dem auf dem Schilde verzeichneten Werte anzunehmen ist.
Motoren		
Umformer		
Transformatoren		
Motoren	}	40% während 3 Minuten, wobei für Motoren die normale Klemmenspannung einzuhalten ist.
Umformer		
Transformatoren		

### § 23.

In bezug auf mechanische Festigkeit müssen Maschinen, die betriebsmäßig mit annähernd gleichbleibender Drehzahl arbeiten, leerlaufend eine um 15% erhöhte Drehzahl 5 Minuten lang aushalten.

### § 24.

Die normale Spannung von Generatoren muß bei normaler Drehzahl und im warmen Zustand der Maschine bis zu 15% Überlastung aufrecht erhalten werden können, wobei der Leistungsfaktor bei Wechselstromgeneratoren nicht unter dem auf dem Schilde verzeichneten Werte anzunehmen ist.

### § 25.

Die Prüfung soll nur die mechanische und elektrische Überlastbarkeit ohne Rücksicht auf Erwärmung feststellen und deshalb bei solcher Temperatur beginnen, daß die höchsten zulässigen Temperaturen nicht überschritten werden.

## Isolation.

### § 26.

Die Messung des Isolationswiderstandes wird nicht vorgeschrieben, wohl aber eine Prüfung auf Isolierfestigkeit (Durchschlagsprobe). Maschinen und Transformatoren müssen imstande sein, eine solche Probe mit der in folgendem festgesetzten Spannung auszuhalten. Die Dauer der Prüfung mit der vollen Prüfspannung beträgt 1 Minute.

Maschinen und Transformatoren für Spannungen von 40 bis 5000 Volt sollen mit dem  $2\frac{1}{2}$  fachen der normalen Spannung, jedoch nicht mit weniger als 1000 Volt geprüft werden. Maschinen und Transformatoren für Spannungen von 5000 bis 7500 Volt sind mit normaler Spannung + 7500 Volt zu prüfen. Von 7500 bis 50000 Volt beträgt die



Prüfspannung das Zweifache. Für Spannungen über 50 000 Volt sind besondere Vereinbarungen zu treffen. Maschinen und Transformatoren für weniger als 40 Volt sind mit wenigstens 500 Volt zu prüfen. Die Prüfspannung kann entweder durch eine fremde Stromquelle oder die zu prüfende Maschine oder den zu prüfenden Transformator selbst erzeugt sein.

Die Prüfung ist möglichst bei warmem Zustand der Maschine oder des Transformators vorzunehmen.

Die Spannung ist allmählich zu steigern.

Obige Angaben über die Prüfspannung gelten unter der Annahme, daß die Prüfung mit Wechselstrom von annähernd sinusförmiger Kurve vorgenommen wird und beziehen sich auf effektive Werte.

#### § 27.

Die angegebenen Prüfspannungen beziehen sich auf die Isolation der Wicklungen gegen Körper sowie die Isolation elektrisch getrennter Wicklungen gegeneinander. In letzterem Fall ist bei Wicklungen verschiedener Spannung immer die höchste sich ergebende Prüfspannung anzuwenden.

#### § 28.

Zwei elektrisch verbundene Wicklungen verschiedener Spannung sind mit der höheren Prüfspannung gegen Körper zu prüfen. (Vgl. auch § 30.)

#### § 29.

Sind Maschinen oder Transformatoren unter sich oder mit Widerständen hintereinander geschaltet, so sind die verbundenen Wicklungen außer nach § 28 mit einer der Spannung des ganzen Systems entsprechenden Prüfspannung gegen Erde zu prüfen.

#### § 30.

Ist eine Wicklung betriebsmäßig mit dem Körper leitend verbunden, so soll die Prüfspannung möglichst durch die zu prüfende Maschine oder den zu prüfenden Transformator selbst erzeugt werden. Die Prüfung ist dann in betriebsmäßiger Schaltung vorzunehmen.

Wird die Prüfung auf Isolierfestigkeit ausnahmsweise mit fremder Stromquelle ausgeführt, so richtet sich die

Prüfspannung nach der größten Spannung, die an irgendeinem Punkt der Wicklung gegen Körper im Betriebe auftreten kann. Die Verbindung der Wicklung mit dem Körper ist bei dieser Prüfung zu unterbrechen.

### § 31.

Für Magnetspulen mit Fremderregung beträgt die Prüfspannung das Dreifache der Erregerspannung, jedoch mindestens 1000 Volt; für Sekundäranker von Asynchronmotoren die zweieinhalbfache Anlaßspannung, jedoch mindestens 500 Volt. Kurzschlußanker brauchen nicht geprüft zu werden.

### § 32.

Maschinen und Transformatoren sollen 5 Minuten lang eine um 30% erhöhte Betriebsspannung aushalten können. Durch diese Prüfung soll nur festgestellt werden, ob die Isolierfestigkeit der Windungen gegeneinander für die normale Betriebsspannung ausreicht, jedoch nicht, ob die Isolierung den (z. B. beim Einschalten ohne Schutzschalter auftretenden) Überspannungen standhalten kann.

## **Wirkungsgrad.**

### § 33.

Bei Angabe des Wirkungsgrades ist die Methode zu nennen, nach welcher er bestimmt werden soll, oder bestimmt wurde, wozu ein Hinweis auf den entsprechenden Paragraphen dieser Vorschriften genügt.

Der Wirkungsgrad ist unter Berücksichtigung der Betriebsart (vgl. §§ 4 bis 7) anzugeben.

Wenn bei Wechselstrommotoren und Transformatoren nichts Besonderes vereinbart ist, so braucht der angegebene Wirkungsgrad nur beim Anschluß an eine Stromquelle mit angenäherter Sinuskurve und bei symmetrischen Mehrphasensystemen erreicht zu werden.

Der Wirkungsgrad ohne besondere Angabe der Belastung bezieht sich auf die Belastbarkeit.

Die für Felderregung nötige sowie die im Feldregler und in der Erregermaschine verlorene Leistung ist als Verlust in Rechnung zu ziehen.

Wird künstliche Kühlung verwendet, so ist bei Angabe des Wirkungsgrades zu bemerken, ob die für die Kühlung erforderliche Leistung als Verlust mit in Rechnung gezogen ist. Fehlt eine derartige Bemerkung, so versteht sich der Wirkungsgrad mit Einschluß dieser Verluste.

§ 34.

Bei Generatoren, Synchronmotoren, Umformern und Transformatoren gilt, sofern nichts anderes angegeben ist, der Wirkungsgrad für den Leistungsfaktor 1.

Bei Angabe des Wirkungsgrades für mehrere Werte des Leistungsfaktors ist auch die zu jedem Wert gehörige Leistung zu nennen.

Fehlt diese Angabe, so gilt als Vollast die Belastbarkeit bei  $\cos. \varphi = 1$ .

§ 35.

Bei Angabe von Garantien für einen aus mehreren Gliedern bestehenden Maschinensatz ist neben der Angabe des Gesamtwirkungsgrades die Angabe für die einzelnen Teile nicht notwendig.

**Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades.**

§ 36.

Leerlauf- und Kurzschlußmethode für Transformatoren: Bei normaler Frequenz werden die Leerlaufverluste bei normaler EMK, und die Kurzschlußverluste bei normalem Strom gemessen. Die Summe dieser Verluste und der Abgabe ergibt die Aufnahme.

§ 37.

Die direkte elektrische Methode. Diese Methode kann angewendet werden bei Motorgeneratoren, Umformern und Drehtransformatoren, indem man die Aufnahme und die Abgabe durch elektrische Messungen ermittelt.

§ 38.

Die indirekte elektrische Methode: Sind zwei Maschinen gleicher Belastbarkeit, Type und Stromart vorhanden, so werden sie mechanisch und elektrisch derart gekuppelt, daß die eine als Generator, die andere als Motor läuft.

Die für den Betrieb erforderliche Leistung kann mechanisch oder elektrisch zugeführt werden und entspricht der Summe der in beiden Maschinen auftretenden Verluste.

Die Stromstärke beider Maschinen wird so eingestellt, daß ihr Mittelwert gleich dem Normalstrom ist.

Die einzelnen Wirkungsgrade werden berechnet, indem die zugeführten Verluste einschließlich der Erregung zu gleichen Teilen auf die beiden Maschinen verteilt werden.

Die in Hilfsapparaten und Leitungen sowie die in einer Riemenübertragung auftretenden Verluste sind zu berücksichtigen.

Die Methode kann auch für Transformatoren angewendet werden.

#### § 39.

Die direkte mechanische Methode. Sie besteht in der direkten Messung der mechanischen und elektrischen Leistung und ist für Generatoren und Motoren anwendbar. Die mechanische Leistung wird durch Dynamometer oder Bremse bestimmt.

#### § 40.

Die indirekte mechanische Methode. Sie besteht in der Messung der mechanischen Leistung mittels eines Generators oder Motors von entsprechender Belastbarkeit, dessen Wirkungsgrad bei den verschiedenen Belastungen bekannt ist.

Wird hierbei Riemenübertragung verwendet, so ist der dadurch entstehende Verlust zu berücksichtigen.

#### **Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades durch Verlustmessung.**

Wenn die Bestimmung des Wirkungsgrades (§ 37 bis 40) nicht oder nicht mit genügender Genauigkeit möglich ist, so sind für Garantie und Messung die meßbaren Verluste zugrunde zu legen, d. h. es wird der Wirkungsgrad aus den meßbaren Verlusten bestimmt, wobei die zusätzlichen Verluste unberücksichtigt bleiben. (Näheres siehe Erläuterungen.)

#### § 41.

Leerlaufsmethode: An der in eingelaufenem Zustand als Motor leerlaufenden Maschine mißt man bei nor-

maler Spannung und Drehzahl die Verluste, die infolge von Luft-, Lager- und Bürstenreibung sowie im Eisen auftreten. Die Änderung dieser Verluste mit der Belastung wird nicht berücksichtigt. Durch elektrische Messungen und Umrechnungen wird der Verlust durch Stromwärme in Feld-, Anker-, Bürsten- und Übergangswiderstand bei entsprechender Belastung ermittelt.

Die Summe dieser Verluste wird als „meßbare Verluste“ bezeichnet. Als Wirkungsgrad gilt dann das Verhältnis:

$$\text{oder} \quad \frac{\text{Abgabe}}{\text{Abgabe} + \text{meßbare Verluste}}$$

$$\frac{\text{Aufnahme} - \text{meßbare Verluste}}{\text{Aufnahme}}$$

Bei Bestimmung der meßbaren Verluste ist auf den warmen Zustand der Maschine, und bezüglich des Übergangswiderstandes auf die Bewegung und richtige Stromstärke Rücksicht zu nehmen. Bei Asynchronmotoren können die Verluste im Sekundäranker anstatt durch Widerstandsmessungen durch Messung der Schlüpfung bestimmt werden.

#### § 42.

Hilfsmotormethode: Stellen sich der Ermittlung der Verluste nach § 41 Schwierigkeiten entgegen, so kann der Leerlaufverlust durch einen Hilfsmotor festgestellt werden. Man mißt die Aufnahme des antreibenden Motors bei normaler Spannung und Drehzahl der zu untersuchenden Maschine und zieht davon die im Hilfsmotor sowie die in der etwa angewendeten Riemenübertragung entstehenden Verluste ab.

Die Verluste im Hilfsmotor werden nach § 41 bestimmt, und der Wirkungsgrad wird, wie dort angegeben, berechnet.

Die bei der Belastung in der zu messenden Maschine auftretenden Verluste durch Stromwärme werden wie in § 41 berücksichtigt. —

#### § 43.

Wenn bei Maschinen, die mit dem Antriebsmotor direkt gekuppelt sind, eine Verlustmessung erforderlich ist, und die Methoden der §§ 41 und 42 nicht anwendbar sind, so

kann bei Kolbenmaschinen die Indikatormethode, bei Dampfturbinen die Kondensatwägung angewendet werden, die jedoch beide nicht sehr genau sind. Näheres siehe Erläuterungen.

#### § 44.

**Trennungsmethode:** Bei Maschinen, die nur unter Benutzung von fremden Lagern arbeiten können, ist der Wirkungsgrad ohne Berücksichtigung der Luft- und Lagerreibung in folgender Weise zu bestimmen: Die Eisenverluste werden elektrisch festgestellt dadurch, daß die Maschine, in ähnlicher Weise wie bei der Leerlaufmethode als Motor laufend, untersucht wird. Um den Verlust für Luft-, Lager- und Bürstenreibung von den Eisenverlusten trennen zu können, ist in folgender Weise zu verfahren: Die Maschine muß bei mehreren verschiedenen Spannungen mit normaler Drehzahl in eingelaufenem Zustande untersucht werden. Diese Beobachtungswerte sind graphisch aufzutragen, und es ist die erhaltene Kurve so zu verlängern, daß der bei der Spannung „Null“ auftretende Verlust ermittelt werden kann. Dieser Wert gibt den Reibungsverlust an und ist von dem bei normaler Spannung beobachteten Leerlaufverlust in Abzug zu bringen. Der Rest ist als Eisenverlust anzusehen. Die Bürstenreibungsverluste sind besonders zu messen. Die Berechnung des Wirkungsgrades erfolgt dann nach § 41.

### **Spannungsänderung.**

#### § 45.

Unter Spannungsänderung eines fremd erregten Generators versteht man die Änderung der Spannung, welche eintritt, wenn man bei normaler Klemmenspannung den auf dem Schild angegebenen Ankerstrom abschaltet, ohne Drehzahl und Erregerstrom zu ändern.

Ändert sich die Drehzahl während des Versuchs, so ist dies durch Rechnung zu berücksichtigen.

#### § 46.

Unter der Spannungsänderung eines selbsterregten Generators versteht man die Änderung der Spannung, die eintritt, wenn man bei normaler Klemmenspannung den

auf dem Schild angegebenen Ankerstrom abschaltet, ohne Drehzahl und Stellung des Feldreglers zu ändern.

§ 47.

Unter der Spannungsänderung eines Generators mit gemischter Erregung (Compound-Maschine) versteht man die Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Spannung, die ermittelt werden, wenn man den Verlauf der Spannung zwischen Vollast und Leerlauf unter sinngemäßer Berücksichtigung der §§ 45 und 46 aufnimmt.

§ 48.

Wird die Spannungsänderung von Wechselstromgeneratoren für induktive Belastung ohne Nennung des Leistungsfaktors angegeben, so bezieht sich die Angabe auf  $\cos \varphi = 0,8$ .

§ 49.

Bei Transformatoren ist sowohl der Ohmsche Spannungsverlust als auch die Kurzschlußspannung bei normaler Stromstärke anzugeben, beides auf den Sekundärkreis bezogen.

Es ist zulässig, die Kurzschlußspannung bei einer von der normalen nicht allzusehr abweichenden Stromstärke zu messen und proportional auf normale Stromstärke umzurechnen.

## **Anhang.**

Es empfiehlt sich, bei Neuanlagen und in Preislisten die folgenden Werte für Frequenz, Drehzahl und Spannung möglichst zu berücksichtigen.

Die Frequenz soll 50 sein.

Die Drehzahl bei Maschinen soll nach folgender Tabelle abgestuft werden.

Die Spannung soll sein

bei Gleichstrommotoren: 110, 220, 440, 500, 750 Volt;  
bei Wechselstrommotoren und auf der Primärseite von Transformatoren: 120, 220, 380, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 6000 Volt.

Die Anlaßspannung bei Asynchronmotoren soll bei Motorleistungen bis einschließlich 20 kW 250 Volt gegen Erde nicht überschreiten.

Polzahl bei Wechsel- strom	Drehzahl des Generators, Synchronmotors, leerlaufenden Asynchron- oder Gleichstrommotors	Polzahl bei Wechsel- strom	Drehzahl des Generators, Synchronmotors, leerlaufenden Asynchron- oder Gleichstrommotors
2	3000	28	214
4	1500	32	188
6	1000	36	166
8	750	40	150
10	600	48	125
12	500	56	107
16	375	64	94
20	300	72	83
24	250	80	75

---



## 40. Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren.<sup>1) 2)</sup>

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1908 und 1909. Veröffentlicht: ETZ 1908 S. 874 und 1909 S. 506. Gültig ab 1. Juli 1908 bzw. 1909.

### A. Allgemeines.

Es wird empfohlen, auf den Maschinen, den dazu gehörigen Apparaten und Transformatoren der im allgemeinen üblichen Bauart (Gleichstrommaschinen mit Nebenschluß-, Hauptstrom- und Compoundwicklung mit oder ohne Wendepole bzw. Kompensationswicklung, Ein- und Mehrphasen-Maschinen, Umformer, Doppelgeneratoren, Transformatoren, Anlasser, Regulatoren usw.) einheitliche Bezeichnungen an den Klemmen anzubringen. Bei Spezialausführungen (z. B. Zweikollektormaschinen, Kommutatormaschinen für Wechselstrom, Spezialanlasser usw.) werden für die notwendigen Ergänzungen vorläufig keine einheitlichen Bezeichnungen festgelegt.

Die normale Klemmenbezeichnung soll das Schaltungs-schemata nicht ersetzen.

Eine Klemme kann bzw. muß unter Umständen mehrere Buchstaben erhalten.

---

<sup>1)</sup> Die erste, am 12. 6. 1908 beschlossene, ETZ 1908 S. 874 veröffentlichte Fassung, die ab 1. 7. 1908 galt, wurde am 3. 6. 1909 ergänzt. Die Ergänzungen sind abgedruckt ETZ 1909 S. 506 und gelten ab 1. 7. 1909. Erläuterungen siehe ETZ 1908 S. 469 und besonderes Buch im Verlage von J. Springer, Berlin.

<sup>2)</sup> Die „Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren“ sind zusammen mit den „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“, den „Normalen Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ und den „Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen“ in einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

**B. Maschinen und dazu gehörige Apparate.**

Der Drehsinn (Rechtslauf: im Uhrzeigersinn, Linkslauf: entgegen dem Uhrzeigersinn) ist bei Maschinen stets von der Riemenscheiben- bzw. Kupplungsseite aus gesehen zu verstehen.

**I. Gleichstrom.**

Die einheitliche Bezeichnung der Klemmen von Gleichstrommaschinen, Anlassern und Regulatoren soll sein:

Anker . . . . .	mit	$A-B$
Nebenschlußwicklung . . . . .	„	$C-D$
Hauptstromwicklung . . . . .	„	$E-F$
Wendepolwicklung bzw. Kompensationswicklung . . . . .	„	$G-H$
Fremderregte Magnetwicklung . . . . .	„	$J-K$
Leitung, unabhängig von Polarität . . . . .	„	$L$
Netz, Zweileiter . . . . .	„	$N-P$
„ Dreileiter . . . . .	„	$N-0-P$
„ Nulleiter . . . . .	„	$0$
Anlasser . . . . .	„	$L, M, R,$

wobei

$L$  mit  $N$  oder  $P$  verbunden werden kann,

$M$  „  $C$  „  $D$  (ev. über einen Regulator),

$R$  „  $A$  „  $B, E, F, G, H$  je nach Schaltung.

Bei Umkehranlassern sind diejenigen Klemmen, deren Vertauschung zur Änderung des Motordrehsinnes erwünscht ist, doppelt zu bezeichnen, wobei die für einen der beiden Drehsinne gültige Gruppe in Klammern zu setzen ist, z. B. bei Stromumkehrung im Anker  $A$  ( $B$ ) und  $B$  ( $A$ ).

Es empfiehlt sich, nach Montage die nicht benutzten Bezeichnungen ungültig zu machen.

Bei Magnet-Regulatoren sind die Klemmen, welche mit dem Widerstand verbunden sind . . mit  $s-t$  zu bezeichnen, wobei  $s$  mit dem Schleifkontakt unmittelbar in Verbindung steht und mit

$C$  oder  $D$  bei Selbsterregung,

$J$  „  $K$  „ Fremderregung

zu verbinden ist.

Wenn eine mit dem Ausschaltkontakt verbundene Klemme vorhanden ist, wird sie . . . mit  $q$  bezeichnet.

Wiederholen sich Bezeichnungen an der gleichen Maschine, so sind dieselben durch Indizes zu unterscheiden, z. B. bei

Doppelkommutatormaschinen mit  $A_1-B_1$ ,  $A_2-B_2$

bei Maschinen mit Wendepol- und Kompensationswicklung

für erstere . . . . . mit  $G_1-H_1$

„ letztere . . . . . „  $G_2-H_2$

## II. Wechselstrom (ausschl. Kommutatormaschinen). (Einphasen- und Mehrphasenstrom.)

Die einheitliche Bezeichnung von Wechselstrommaschinen, Anlassern und Regulatoren soll sein:

Anker bzw. Primäranker . . . . . mit  $U, V, W$

bei verketteter Schaltung.

(bei Einphasenstrom  $U-V$ )

Anker bzw. Primäranker . . . . . „  $U, V, W, X, Y, Z$

bei offener Schaltung, wobei  $U-X$ ,  
 $V-Y, W-Z$  je zu einer Phase gehören.

Bei Zweiphasenstrom ist die Bezeichnung  $U-X, Y-V$   
(bei Verkettung erhält der Verkettungs-  
punkt die Bezeichnung  $X, Y$ .)

Bei Einphasenmotoren mit Hilfsphase wird

die Hauptwicklung . . . . . : . . „  $U-V$

die Hilfswicklung . . . . . „  $W-Z$

bezeichnet.

Nullpunkt und bei Einphasenstrom der

Mittelleiter . . . . . „  $O$

Sekundäranker (dreiphasig) . . . . . „  $u, v, w$

Sekundäranker (zweiphasig) . . . . . „  $u-x, y-v$

Magnetwicklung (Gleichstrom) . . . . . „  $J-K$

Leitung, unabhängig von Polarität bzw. Phase „  $L$

Netz, Drehstrom mit drei Leitungen . . . „  $R, S, T$

Netz, Drehstrom mit vier Leitungen (Null-  
leitung) . . . . . „  $O, R, S, T$

Netz, Einphasenstrom, Zweileiter . . . . . „  $R-T$

Netz, Einphasenstrom, Dreileiter . . . . . „  $R-O-T$

Netz, Zweiphasenstrom . . . . . „  $Q-S, R-T$

Bei Regulatoren für Generatoren sind die Klemmen, welche mit dem Widerstand verbunden sind . . . . . mit  $s-t$  zu bezeichnen, wobei  $s$  mit dem Schleifkontakt in unmittelbarer Verbindung steht und mit  $J$  oder  $K$  zu verbinden ist. Wenn eine mit dem Ausschaltkontakt verbundene Klemme vorhanden ist, wird sie . . . . . „  $q$  bezeichnet.

Bei Anlassern werden die Klemmen bezeichnet:

- am Sekundäranlasser
- bei dreiphasiger Ausführung . . . . . „  $u, v, w$
- „ zweiphasiger „ . . . . . „  $u-x, y-v$
- an Primäranlassern für Drehstrom . . . . . „  $X, Y, Z,$   
wenn sie im Nullpunkt angeschlossen werden.
- „ Primäranlassern . . . . . „  $\begin{matrix} U_1-U_2, V_1-V_2 \\ W_1-W_2 \end{matrix}$   
wenn sie zwischen Netz und Motor angeschlossen werden.

Bei Umkehranlassern werden die Netzanschlüsse mit R, S, T, die Anschlüsse an den Primärankern mit U (W), V, W (U) bezeichnet.

Es empfiehlt sich, nach Montage die nicht benutzten Bezeichnungen ungültig zu machen.

Es wird empfohlen, daß bei Drehstromgeneratoren die Reihenfolge der Buchstaben U, V, W bei Rechtslauf und beim Netz die Buchstaben R, S, T die zeitliche Reihenfolge der Phasen angibt.

**C. Transformatoren.**

Die einheitliche Bezeichnung der Klemmen von Transformatoren soll sein:

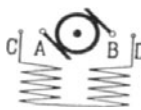
- Drehstromwicklung höherer Spannung (Oberspannungswicklung) . . . . . mit  $U, V, W$   
bei verketteter Schaltung.
- Drehstromwicklung niederer Spannung (Unterspannungswicklung) . . . . . „  $u, v, w$   
bei verketteter Schaltung.
- Drehstromwicklung höherer Spannung (Oberspannungswicklung) . . . . . „  $U, V, W, X, Y, Z$   
bei offener Schaltung.

- Drehstromwicklung niederer Spannung  
 (Unterspannungswicklung) . . . . . mit  $u, v, w, x, y, z$   
 bei offener Schaltung.
- Einphasenstrom, Wicklung höherer Spannung  
 (Oberspannungswicklung) . . . . . „  $U—V$
- Einphasenstrom, Wicklung niederer Spannung  
 (Unterspannungswicklung) . . . . . „  $u—v$
- Nullpunkt und bei Einphasenstrom, Mittel-  
 leiter
- für Oberspannung . . . . . „  $O$
- für Unterspannung . . . . . „  $o$
- Stromtransformator,
- Netzseite . . . . . „  $L_1—L_2$
- Apparatseite . . . . . „  $l_1—l_2$

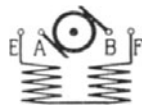
Die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben, die an den Klemmen der Primär- und Sekundärwicklung angebracht sind, muß den gleichen Drehsinn ergeben.

Beispiele für die Bezeichnung der Klemmen nach vorstehenden Normalien:

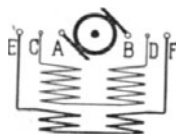
**Gleichstrom-Generatoren und -Motoren.**



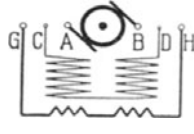
Mit Nebenschluß-  
Wicklung  
Abb. 1.



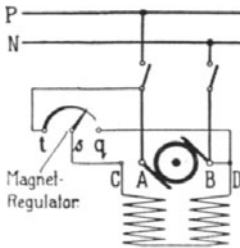
Mit Hauptstrom-  
Wicklung  
Abb. 2.



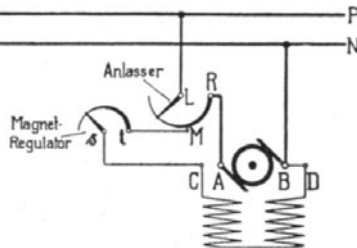
Mit Compound-  
Wicklung  
Abb. 3.



Mit Nebenschluß-  
und Wendepol-  
Wicklung  
Abb. 4.



Gleichstrom-Dynamo  
mit Magnetregulator  
Abb. 5.

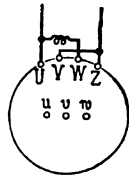


Gleichstrom-Motor mit An-  
lasser und Magnetregulator  
Abb. 6.



Dreileiter-  
Gleichstrom-  
Dynamo  
Abb. 7.





Einphasen-Motor mit Hilfsphase.  
Abb. 22.

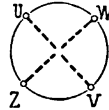
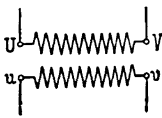


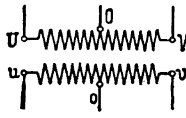
Abb. 23.

**Spannungs-Transformatoren.**



Ohne

Abb. 24.



Mit

Abb. 25.

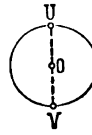


Abb. 26.

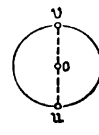
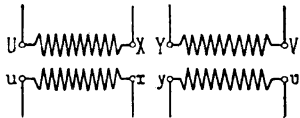


Abb. 27.

Für einphasigen Wechselstrom.



Für zweiphasigen unverketteten Wechselstrom  
Abb. 28.



Abb. 29.

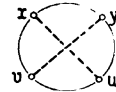
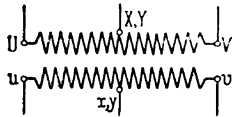


Abb. 30.



Für zweiphasigen verketteten Wechselstrom  
Abb. 31.

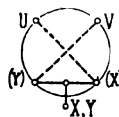


Abb. 32.

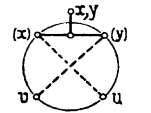
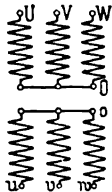
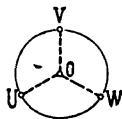


Abb. 33.



Stern-Schaltung

Abb. 34.



Stern-Schaltung

Abb. 35.

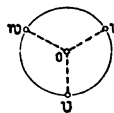
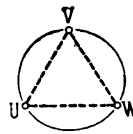


Abb. 36.



Dreieck-Schaltung

Abb. 37.

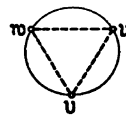


Abb. 38.

Für Drehstrom, Transformator in verketteter Schaltung



Für Drehstrom, Transformator in offener Schaltung

Abb. 39.

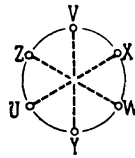


Abb. 40.

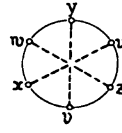
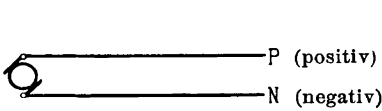


Abb. 41.

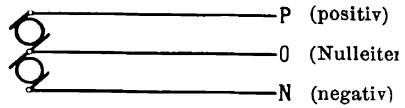
**Netz-Bezeichnungen.**

Gleichstrom.



Zweileiter-Netz

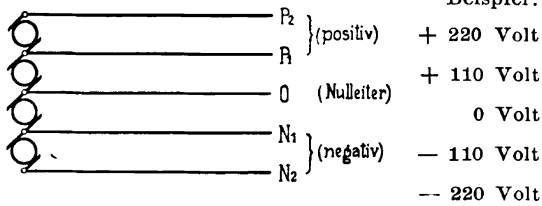
Abb. 42.



Dreileiter-Netz

Abb. 43.

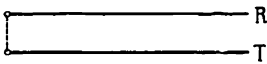
Beispiel:



Fünfleiter-Netz.

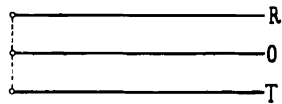
Abb. 44.

Wechselstrom.



Zweileiter-Netz

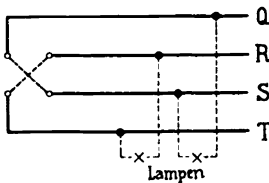
Abb. 45.



Dreileiter-Netz

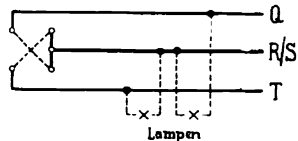
Abb. 46.

Einphasig



Unverkettet

Abb. 47.



Verkettet

Abb. 48.

Zweiphasig



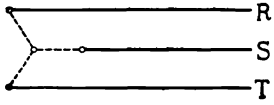
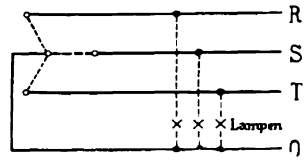


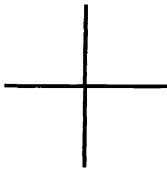
Abb. 49.

Dreiphasig



Mit besonderem Nulleiter  
Abb. 50.

**Kreuzende Leitungen.**



Ohne Verbindung  
Abb. 51.

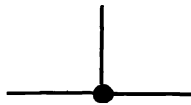
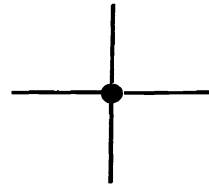


Abb. 52.



Mit Verbindung

Abb. 53.



## **41. Normale Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke.<sup>1) 2)</sup>**

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1906 und 1909. Veröffentlicht: ETZ 1906 S. 663 und 1909 S. 506.

### **§ 1.**

#### **Allgemeines.**

a) Die Motoren müssen den „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (e. V.) entsprechen.

b) Außer den Angaben des § 2 der „Normalien usw.“ ist bei Ein- und Mehrphasenmotoren auf dem Leistungsschild der  $\cos \varphi$  für Vollast anzugeben.

c) Bei Motoren, die im Betriebszustande nicht anlaufen können, sind Einrichtungen vorzusehen, welche die Motoren bei Ausbleiben der Spannung selbsttätig entweder vom Netz abtrennen oder den Anlaufzustand wieder herstellen.

### **§ 2.**

#### **Anmeldung.**

a) Der Motor muß dem Elektrizitätswerk für eine bestimmte Leistung und Betriebsart (siehe § 7 der Maschinen-

<sup>1)</sup> Die erste, am 25. 5. 1906 beschlossene, ETZ 1906 S. 663 veröffentlichte Fassung, die ab 1. 7. 1906 galt, wurde am 3. 6. 1909 geändert. Die Änderungen sind abgedruckt ETZ 1909 S. 506 und gelten ab 1. 7. 1909. Erläuterungen siehe ETZ 1906 S. 357 und besonderes Buch im Verlage von J. Springer, Berlin.

Weitere Änderungen wurden beschlossen am 6. 6. 1912. Diese Änderungen sind abgedruckt in der ETZ 1912 S. 94 und gelten ab 1. 7. 1912.

<sup>2)</sup> Die „Normalen Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ sind zusammen mit den „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“, den „Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren“ und den „Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen“ in einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

Normalien) gemeldet werden, die mit den betreffenden Angaben des Leistungsschildes übereinstimmen.

b) Bei jeder Anmeldung von Motoren ist der Verwendungszweck anzugeben, insbesondere, ob der Motor „geringe“ oder „hohe“ Anzugskraft entwickeln muß; ferner bei Gleichstrommotoren über 1 PS und bei Ein- und Mehrphasenmotoren über 2 PS, ob der Motor für „geringen“ oder „hohen“ Anlaufstrom bestimmt ist.

### § 3.

#### Anlaufstrom von Gleichstrommotoren.

Beim betriebsmäßigen Anlauf des Motors sollen dem Netz nicht mehr Watt entnommen werden als:

Watt pro PS	bei Motoren			
3500	von	0,5	bis 1 PS	} für geringe Anzugskraft.
1500	über	1	" 2 "	
1250	"	2	" 15 "	
1000	"	15 PS	" "	
2500	"	1	" 15 "	} für hohe Anzugskraft.
2200	"	15 PS	" "	

Anmerkung: Mit dem für „geringe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel bei Motoren von 1 bis 15 PS ein normales Drehmoment und bei Motoren über 15 PS  $\frac{3}{4}$  des normalen Drehmomentes erreichen. Mit dem für „hohe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel das Zweifache des normalen Drehmomentes erreichen.

### § 4.

#### Anlaufstrom von Mehrphasenmotoren.

a) Beim betriebsmäßigen Anlauf des Motors sollen dem Netz nicht mehr Volt-Ampere entnommen werden als:

Volt-Ampere pro PS	bei Motoren			
3500	von	0,5	bis 1 PS	} für geringe Anzugskraft.
3000	über	1	" 1,5 "	
2500	"	1,5	" 2 "	
1600	"	2	" 5 "	
1400	"	5	" 15 "	} für hohe Anzugskraft.
1000	"	15 PS	" "	
3200	"	2	" 5 "	
2900	"	5	" 15 "	
2500	"	15 PS	" "	

b) Unter der Zahl der Volt-Ampere ist das Produkt aus Stromstärke, Betriebsspannung und dem der Stromart entsprechenden Zahlenfaktor zu verstehen.

Anmerkung: Mit dem für „geringe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel bei Motoren von 2 bis 15 PS ein normales Drehmoment und bei Motoren über 15 PS  $\frac{3}{4}$  des normalen Drehmomentes erreichen. Mit dem für „hohe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel das Zweifache des normalen Drehmomentes erreichen.

### § 5.

#### Anlaufstrom von Einphasenmotoren.

a) Beim betriebsmäßigen Anlauf des Motors sollen dem Netz nicht mehr Volt-Ampere entnommen werden als:

Volt-Ampere pro PS	bei Motoren					
3500	von	0,5	bis	1	PS	
3250	über	1	"	1,5	"	
3000	"	1,5	"	2	"	} für geringe Anzugskraft.
2000	"	2	"	5	"	
1500	"	5	"	15	"	
1250	"	15 PS	"	"	"	
3500	"	2	"	5	"	
3000	"	5	"	15	"	
2500	"	15 PS	"	"	"	

b) Unter der Zahl der Volt-Ampere ist das Produkt aus Stromstärke und Betriebsspannung zu verstehen.

Anmerkung: Mit dem für „geringe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel bei gewöhnlichen Induktionsmotoren  $\frac{1}{4}$  des normalen Drehmomentes, bei Kommutatormotoren das normale Drehmoment erreichen. Mit dem für „hohe Anzugskraft“ zulässigen Anlaufstrom läßt sich in der Regel bei gewöhnlichen Induktionsmotoren  $\frac{2}{3}$  des normalen Drehmomentes, bei Kommutatormotoren das Zweifache des normalen Drehmomentes erreichen.

### § 6.

#### Leistungsfaktor von Mehrphasenmotoren.

Der Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) beim Betrieb mit Vollast soll betragen:

Nicht weniger als:

0,60	bei	Motoren	bis	einschließlich	0,5	PS
0,65	"	"	"	"	1	"
0,70	"	"	"	"	1,5	"
0,75	"	"	"	"	5	"
0,77	"	"	"	"	10	"
0,80	"	"	"	"	15	"
0,82	"	"	"	"	20	"
0,85	"	"	"	über	20	"

### § 7.

#### Leistungsfaktor von Einphasenmotoren.

Der Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) beim Betrieb mit Vollast soll betragen:

Nicht weniger als:

				bei	bei
				Vollast	$\frac{1}{2}$ Vollast
Bei Motoren bis einschl.	0,5	PS		0,60	—
über 0,5 bis	1	"		0,65	—
" 1	" 1,5	"		0,70	—
" 1,5	" 5	"		0,73	0,60
" 5	" 10	"		0,75	0,65
" 10	" 15	"		0,77	0,67
" 15	" 20	"		0,80	0,70
"	" 20	"		0,82	0,72

### § 8.

#### Ausführung der Messungen.

a) Zur Messung des Anlaufstromes werden besondere Amperemeter mit verschiebbarem Zeiger empfohlen. Der Zeiger ist auf einen Wert, der etwa 5% unter der zu messenden Stromstärke liegt, vorzuschieben. Hitzdrahtinstrumente sind von der Verwendung ausgeschlossen.

b) Die Bestimmung des Leistungsfaktors geschieht durch gleichzeitige Volt-, Ampere- und Watt-Messung bei Betrieb mit der auf dem Leistungsschild angegebenen normalen Stromstärke.

c) Die Messungen sind bei normaler Spannung durchzuführen, doch ist dabei eine Spannungsunterschreitung bis zu 5% zulässig.

**§ 9.**

**Spezialmotoren.**

Der Anschluß von Motoren, bei welchen technische Gründe der Einhaltung obiger Bestimmungen entgegenstehen, z. B. niedrige Tourenzahl der Einhaltung des Leistungsfaktors, außergewöhnlich hohe Anzugskraft der Einhaltung des Anlaufstromes, Verwendung von Kurzschlußmotoren größerer Leistung (§ 4), ist besonderer Vereinbarung unterworfen.

---

## 42. Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen.<sup>1)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1904. Veröffentlicht:  
ETZ 1904. S. 686.

Als normale Stromart an Bord von Schiffen gilt Gleichstrom, als normale Spannung 110 V an den Verbrauchsstellen unter Verwendung des Zweileitersystems.

### I. Begründung für die Empfehlung des Gleichstromes.

1. Die Gleichstrommotoren sind nach dem heutigen Stande der Elektrotechnik infolge ihrer besseren Regulierfähigkeit gerade für die Kraftanlagen an Bord von Schiffen geeigneter.

2. In Bezug auf Lebensgefahr ist der Gleichstrom weniger gefährlich als Wechselstrom von gleicher effektiver Spannung.

3. Die Kriegsmarine ist schon wegen ihrer Scheinwerfer auf Gleichstrom angewiesen. Eine einheitliche Stromart für Kriegs- und Handelsmarine liegt nicht nur im Interesse der Schifffahrt, sondern auch im Interesse der elektrotechnischen Industrie und erfordert daher eine Berücksichtigung dieses Umstandes, der für die Handelsschiffe vielleicht nicht so ins Gewicht fällt.

4. Das Kabelnetz wird bei dem für Kraftanlagen augenblicklich nur in Frage kommenden Drehstrom unübersichtlicher. Da die drei Leitungen wegen ihrer Induktionswirkung

---

<sup>1)</sup> Die „Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen“ sind zusammen mit den „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren“, den „Normalien für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Regulatoren und Transformatoren“ und den „Normalen Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ in einem Bande (Taschenformat) erschienen und können von der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

gen in einem Kabel verlegt werden müssen, ist dieses, namentlich für größere Motoren, seines Querschnittes wegen sehr schwer zu verlegen. Auch sind Abzweigungen schwierig auszuführen.

5. Bei den Handelsschiffen überwiegt im allgemeinen der Strombedarf für Beleuchtung.

6. Der bisher meistens für Wechselstrom angeführte Vorteil der Nichtbeeinflussung der Kompassse fällt weniger ins Gewicht, da sich diese Beeinflussung auch bei Gleichstrom durch richtige Verlegung der Kabel, sowie Bau und Aufstellung der Motoren vermeiden läßt.

## II. Begründung für die Empfehlung der Spannung von 110 V.

1. Die Spannung ist eine auch in Landanlagen gebräuchliche; Lampen, Motoren und Apparate für diese Spannung sind daher vorrätig.

2. Die Spannung stellt einen Wert dar, bis zu welchem man nach den bisherigen Erfahrungen im Interesse der an Bord sehr schwierigen Isolation unbedenklich gehen kann. Als Mindestgrenze gewährleistet sie eine hinreichende Verminderung des Leitungsquerschnitts.

---



## **43. Normalien für Koch- und Heizapparate.<sup>1)</sup>**

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1912 und 1913. Veröffentlicht: ETZ 1912 S. 410 und 1913 S. 570. Gültig ab 1. 7. 1913.

### **A. Allgemeines.**

#### **§ 1.**

Auf jedem Koch- und Heizapparat sind Spannung (V) und Wattverbrauch (W) für den warmen Zustand anzugeben. Bei Drehstrom ist entweder das Wort „Drehstrom“ oder die Bezeichnung „Dr“ hinzuzufügen.

#### **§ 2.**

Heizapparate müssen  $\frac{1}{2}$  Stunde lang mit einer um 40% höheren Energieaufnahme als der normalen betrieben werden können.<sup>2)</sup>

In Kochapparaten muß bei einer um 40% höheren Energieaufnahme als der normalen viermal hintereinander mit zwischenliegenden Abkühlungspausen Wasser zum Sieden gebracht werden können. Nach diesem Versuche müssen die Apparate noch die in § 3 beschriebene Prüfung aushalten.

#### **§ 3.**

Bei Koch- und Heizapparaten muß der Heizwiderstand in warmem Zustande gegen die Metallteile das  $2\frac{1}{2}$ fache der normalen Spannung, mindestens aber 750 Volt aushalten.

#### **§ 4.**

Bei Kochapparaten, welche im Gebrauch üblicherweise gespült werden, muß der Heizkörper warmwasserdicht abgeschlossen sein.

---

<sup>1)</sup> Die erste Fassung dieser Normalien wurde angenommen auf der Jahresversammlung 1912. Sie wurde ergänzt auf der Jahresversammlung 1913 durch Einfügung des jetzigen § 6.

<sup>2)</sup> Diese Vorschrift gilt zunächst nicht für Glühlampen, die als Heizkörper benutzt werden.

## § 5.

Warmwasserapparate müssen so eingerichtet sein, daß Dampfbildung unter erhöhtem Druck nicht möglich ist.

§ 6.<sup>1)</sup>

Bei Heizkissen, welche ohne regulierbaren Vorschaltwiderstand angeschlossen werden, muß der Strom in jeder Schaltstellung 2 Thermosicherungen durchlaufen.

### B. Schalt- und Reguliervorrichtungen an Koch- und Heizapparaten.

## § 7.

Die Kontaktherstellung darf bei Apparaten für Energieaufnahme bis 7500 Watt max. durch Steckvorrichtung, bei mehr als 7500 Watt nur durch Verschraubung oder Lötung erfolgen.

Bei Apparaten für eine Aufnahme bis max. 1500 Watt bei max. 10 Amp. darf die Steckvorrichtung gleichzeitig zum Ein- und Ausschalten dienen. Stromkreise von größeren Apparaten müssen mit Momentschaltern versehen sein, und zwar darf der Schalter bei Kochapparaten in dem festverlegten Teil der Leitung in der Nähe der Abzweigstelle liegen.

## § 8.

Für Steckvorrichtungen sind drei normale Größen festgesetzt, die durch folgende Tabelle gegeben sind:

Maße der Normalkontakte.

Größe	Durchmesser <i>d</i>	Länge <i>l</i>	Geringster zulässiger Abstand zweier Kontakte	Höchste zulässige Belastung der Kontakte
I	4 mm	15 mm	16 mm	750 Watt, 6 Amp.
II	6 "	17 "	21 "	2500 " 25 "
III	8 "	25 "	31 "	7500 " 60 "

## § 9.

Die Kontaktstifte müssen kugelförmig verrundet und zwecks Federung geschlitzt sein. Stift Nr. III muß am

<sup>1)</sup> Dieser Paragraph hat Gültigkeit vom 1. Januar 1915 ab.

unteren Schlitzende zur weiteren Verbesserung der Federung noch durchbohrt sein, und zwar soll der Durchmesser der Bohrung 2,5 mm betragen.

### § 10.

Einzelsteckhülsen müssen so gebaut sein, daß in einer Dimension nachstehendes Maß nicht überschritten wird:

bei Größe I . . . . .	15 mm
bei Größe II . . . . .	20 „
bei Größe III . . . . .	30 „

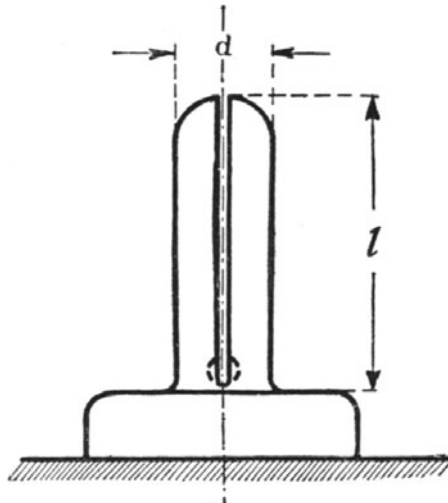


Abb. 1.

### § 11.

Wenn nicht besondere Einrichtungen zur Befestigung des Leitungsdrahtes an der Kontaktbuchse vorgesehen sind, so müssen hierzu mindestens zwei Schrauben vorhanden sein.

Bügeleisen müssen eine Entlastungsvorrichtung besitzen, durch welche Zuleitungen und Kontakte gegen mechanische Beanspruchung geschützt sind.

### § 12.

Spannungsführende Teile der Kontaktbüchsen müssen gegen zufällige Berührung geschützt sein, und zwar müssen dieselben

bei Größe I mindestens	3 mm
bei Größe II mindestens	4 „
bei Größe III mindestens	5 „

gegenüber der Oberfläche der isolierenden Umkleidung zurückstehen.

#### § 13.

Die Steckhülse muß den Stift vollständig decken können. Das Isolationsstück der Einzelsteckhülsen muß mindestens 40 mm lang sein und aus feuersicherem Material im Sinne der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ bestehen. Für Apparate mit höherer Temperatur als 175° C ist Stein oder hochfeuerfestes Material zu verwenden.

#### § 14.

Bei Verwendung von Regulierschaltern müssen die Schaltstellungen durch Worte oder Zahlen bezeichnet sein, wobei dem höheren Wärmegrad die höhere Zahl, der Ausschaltstellung die Zahl Null entspricht. Bei Schaltern mit einer Drehrichtung muß von der Ausschaltstellung aus bei Rechtsdrehung zunächst die höchste Wärmestufe eingeschaltet werden und weiter müssen die abnehmenden Wärmestufen folgen. Bei Schaltern mit Umkehrbewegung beim Ausschalten ist es zulässig, die Wärmestufen mit der Einschaltedrehrichtung steigend anzuordnen.

#### § 15.

Wenn bei Koch- und Heizapparaten mit mehr als 750 Watt Normalaufnahme der Einschaltstrom mehr als 100% über dem Normalstrom liegt, so muß ein Anlasser verwendet werden.

---

## 44. Prüfvorschriften für die gekürzte Untersuchung elektrischer Isolierstoffe.<sup>1)</sup>

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht:  
ETZ 1913 S. 688. Gültig ab 1. Juli 1913.

### I. Allgemeines.

Die abgekürzte Untersuchung elektrischer Isolierstoffe beschränkt sich auf folgende Ermittlungen:

#### A. Mechanische und Wärmeprüfung.

1. Biegefestigkeit.
2. Schlagbiegefestigkeit.
3. Kugeldruckhärte.
4. Wärmebeständigkeit.
5. Frostbeständigkeit<sup>2)</sup>.
6. Verhalten in der Flamme.

#### B. Elektrische Prüfung.

1. Oberflächenwiderstand.
2. Lichtbogensicherheit.

#### Probenform.

Als Normalformen für die Versuche sind Platten und Flachstäbe anzuwenden, deren Abmessungen folgende sind:

Stäbe	{	Dicke . . . . .	$a = 1,0 \text{ cm,}$
		Breite . . . . .	$b = 1,5 \text{ "}$
		ganze Länge . . . . .	$L = 12,0 \text{ "}$
Platten	{	Dicke . . . . .	$1,0 \text{ cm,}$
		Fläche . . . . .	$12 \times 15 \text{ cm.}$

Für die Untersuchung eines Isolierstoffes sind insgesamt 40 Normalflachstäbe und 20 Platten erforderlich.

<sup>1)</sup> Vgl. den Aufsatz von Passavant ETZ 1912 S. 450.

<sup>2)</sup> Kommt nur in Betracht für Materialien, die im Freien Verwendung finden.

Die elektrische Prüfung kann an Material, das sich in der Plattengröße nicht herstellen läßt, auch ausgeführt werden, wenn sich auf den Stücken ebene Flächen von  $10 \times 2$  cm befinden.

## II. Versuchsausführung.

### A. Mechanische und Wärmeproofung.

#### 1. Biegefestigkeit

- α) 3 Versuche mit dem Material im Anlieferungszustand;
- β) 3 Versuche nach 30 tägiger Lagerung in Petroleum bei Zimmertemperatur.

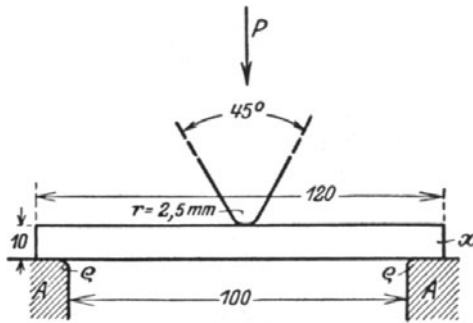


Abb. 1.

Versuchsausführung nach Abb. 1. Die Kraft  $P$  greift in der Mitte zwischen den beiden Auflagern  $AA$  mit einer Druckfinne an, deren Schneidenwinkel  $45^\circ$ , deren Abrundung  $r = 2,5$  mm beträgt. Die Kanten der Auflagern  $AA$  sind bei  $q$  nach  $r = 1$  mm zu brechen. Stützweite gleich 100 mm.

Für stoßfreie Belastung und einwandfreie Kraftmessung ist Sorge zu tragen. Ferner ist darauf zu achten, daß die Probe auf den Widerlagern  $AA$  satt aufliegt.

Die Probe ist folgenden Laststufen je 2 Minuten lang zu beanspruchen:

	Vergleichs- zahl
$P = 15,8$ kg, d. s. $e_B = 158$ kg/qcm	$G = 1$
$P = 31,6$ " " " $e_B = 316$ "	$G = 2$
$P = 47,4$ " " " $e_B = 474$ "	$G = 3$
$P = 63,2$ " " " $e_B = 632$ "	$G = 4$
$P = 79,0$ " " " $e_B = 790$ "	$G = 5$
Normalien. 8. Aufl.	22

Die Vergleichszahlen  $G$  gelten als erreicht, wenn der Stab die Belastung  $P$  2 Minuten getragen hat, ohne zu Bruch zu gehen oder wenn bei stark biegsamen Stoffen die Gesamtdurchbiegung in der Mitte kleiner als 5 mm bleibt.

Für die Feststellung der Gesamtdurchbiegung ist Ablesung am Millimetermaßstab hinreichend.

## 2. Schlagbiegefestigkeit.

α) 3 Versuche bei Zimmerwärme,

β) 3 Versuche in Kälte bei etwa  $-23^{\circ}\text{C}$ ;

(Dieser Versuch nur bei Materialien, die im Freien verwendet werden.)

Die Schlagbiegeversuche sind mit einem Normalpendel-schlagwerk für 150 cm/kg auszuführen.

Die Schlagfinne soll einen Schneidenwinkel von  $45^{\circ}$  besitzen und ist nach  $r = 3\text{mm}$  abzurunden.

Die Stützweite beträgt 70 mm.

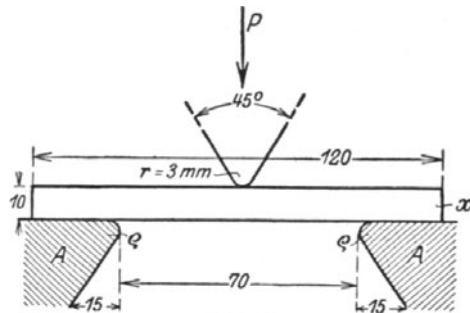


Abb. 2.

Die Auflager  $AA$  müssen gemäß Abb. 2 nach einem Winkel von  $15^{\circ}$  hinterschnitten, die Auflagerkanten  $g$  nach  $r = 3\text{mm}$  abgerundet werden, damit die Proben unbehindert durch die Auflager gehen können.

Die Schlagversuche werden ausgeführt:

α) bei Zimmerwärme,

β) an Proben, die unmittelbar vor dem Einbringen in das Schlagwerk auf etwa  $-23^{\circ}\text{C}$  abgekühlt worden sind.

Vergleichszahlen werden zweckmäßigerweise später aufgestellt unter Zugrundelegung der mit dem Normalschlagwerk erhaltenen Versuchswerte.

### 3. Kugeldruckhärte.

3 Versuche.

Als Normalapparat ist der Martens-Heynsche Härteprüfer zu verwenden.

Angewendet wird eine Stahlkugel von 5 mm Durchmesser, die insgesamt 0,1 mm tief in die Probe eingedrückt wird. Die Belastungsgeschwindigkeit bis zur Erreichung der Eindringtiefe von 0,1 mm hat 2,5 Minuten zu betragen. Sodann wird am Manometer die Kraft  $P$  in kg abgelesen und gilt als Härtemaß  $P_{01}$ .

Die Eindrücke sollen in der Mitte der 15 mm breiten Proben liegen.

Die Versuche sind bei 18 bis 20° C auszuführen.

Die Vergleichszahlen  $G$  bestimmen sich wie folgt:

$P_{01} = 16,2$	kg	$G = 1$
$P_{01} = 32,4$	"	$G = 2$
$P_{01} = 48,7$	"	$G = 3$
$P_{01} = 65,0$	"	$G = 4$
$P_{01} = 73,1$	"	$G = 5$

### 4. Wärmebeständigkeit.

3 Versuche.

Die Wärmebeständigkeit ist durch die Martensprobe mit einem Normalapparat festzustellen.

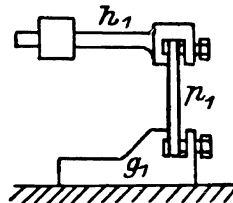


Abb. 3.

Die in senkrechter Lage von der Grundplatte  $g$  (siehe Abb. 3) festgehaltenen Proben  $p$  werden durch angehängte



Gewichtshebel  $h$  mit der konstanten Biegespannung  $\delta = 50$  kg pro qcm belastet und langsam erwärmt. Die Geschwindigkeit der Temperatursteigerung soll 125 bis 150° C in der Stunde betragen. Die genaue Zahl wird nach Durchprüfung des Normalapparates angegeben und diesem angepaßt.

Ermittelt wird der Wärmegrad  $A_g$ , bei dem die Probe eine noch festzusetzende Durchbiegung (Absinken des Hebels) erfährt, und eventuell der Wärmegrad  $A_g$ , bei dem der Bruch der Probe eintritt.

### 5. Frostbeständigkeit.

(Nur bei Materialien, die im Freien Verwendung finden.)

Die Proben werden wassergetränkt nach vierwöchiger Lagerung unter Wasser abwechselnd 25mal je etwa 20 Stunden dem Frost bei etwa  $-15^{\circ}$  C ausgesetzt, und je 4 Stunden in Wasser von Zimmerwärme wieder aufgetaut. Die äußerlichen Veränderungen der Proben nach dieser Behandlung werden festgestellt. Vergleichszahlen werden mangels zahlenmäßiger Versuchsergebnisse nicht angegeben.

### 6. Verhalten in der Flamme.

#### 3 Versuche.

a) Brandsicherheit. Es wird ein Normalstab zwei Minuten lang an der Flamme geheizt; danach wird untersucht:

1. ob der Stab nach Entfernen der Flamme weiter brennt oder erlischt;
2. der Zustand nach dem Brande.

b) Feuersicherheit. Es wird untersucht:

1. die Zündungsdauer (an einer Normalplatte), wobei die Mitte der Platte durch eine Bunsenflamme von unten erhitzt wird;
2. die Eigenbrenndauer, d. h. die Zeit, während welcher ein Normalstab des Versuchsmaterials einen Beitrag zu der Flamme des Bunsenbrenners liefert;
3. der Zustand dieses Stabes nach dem Brande (Kompaktheit usw.).

B. Elektrische Prüfung.

1. Oberflächenwiderstand.

Der Oberflächenwiderstand wird gemessen auf einer Fläche von  $10 \times 1$  cm bei 1000 Volt Gleichspannung:

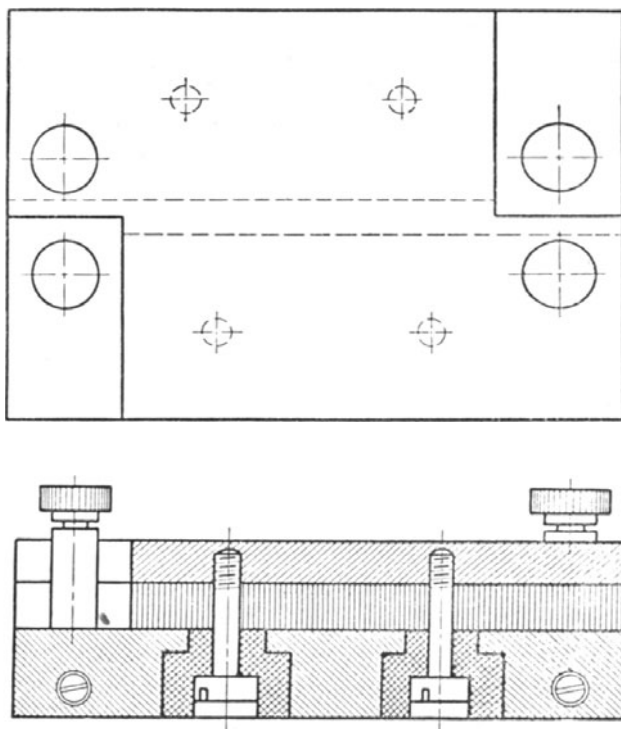


Abb. 4.

- a) im Zustand der Einsendung, jedoch nach Abschleifen der Oberfläche;
- β) nach 24stündiger Einwirkung von Wasser;
- γ) nach 3wöchentlicher Einwirkung von 25prozentiger Schwefelsäure;
- δ) nach 3wöchentlicher Einwirkung von Ammoniakdampf.

Zur Messung des Oberflächenwiderstandes werden zwei gerade 10 cm lange mit Gummi und Stanniol gepolsterte

Elektroden einander parallel in 1 cm Abstand auf die Platte gesetzt. Siehe den Normalapparat Abb. 4. Das Schalt-schema zeigt Abb. 5. Die eine Elektrode wird über einen Schutzwiderstand von 10000 Ohm mit dem negativen Pol der Gleichspannung von 1000 Volt verbunden, deren positiver Pol geerdet ist; die andere Elektrode wird mit einer Klemme des Galvanometernebenschlusses verbunden, die andere Klemme liegt an der Erde. Um Kriechströme von der Messung auszuschließen, ist die Zuleitung zum Nebenschluß und von da zum Galvanometer mit einer geerdeten Umhüllung zu versehen, z. B., als Panzerader auszuführen. Die

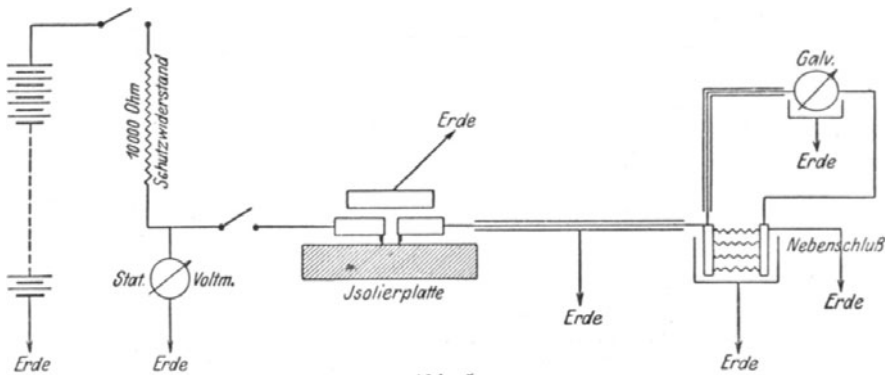


Abb. 5.

Halteplatte der Elektroden ist zu erden, das Galvanometer und sein Nebenschluß sind auf geerdete Unterlagen zu stellen; die Empfindlichkeit des Galvanometers soll mindestens  $1 \times 10^{-9}$  Amp. für 1 mm Ausschlag bei 1 m Skalenabstand betragen, durch den Nebenschluß ist die Empfindlichkeit stufenweise auf  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{10000}$  und  $\frac{1}{100000}$  herabzusetzen. Ein Kontakt des Nebenschlusses dient ferner zum Kurzschließen des Galvanometers; zur Eichung des Galvanometerausschlages wird beim Nebenschluß  $\frac{1}{10000}$  statt des Oberflächenapparates ein Drahtwiderstand von 1 Megohm eingeschaltet. (Dieser wird aus 0,05 mm starkem Manganindraht unifilar aufgewickelt und braucht nur auf 3% abgeglichen sein.) Der Schutzwiderstand besteht aus 0,1 mm starkem Manganindraht, der unifilar auf ein Porzellan- oder Glasrohr von etwa 6 cm Durchmesser und

50 cm Länge aufgewickelt ist, der Schutzwiderstand ist ebenfalls auf 3% genau abzugleichen. Ein statisches Voltmeter mißt die Spannung hinter dem Schutzwiderstand.

**Gang der Messung.**

Bei geöffnetem Schalter zwischen Schutzwiderstand und Oberflächenapparat wird mit Hilfe des statischen Voltmeters die Gleichspannung auf 1000 Volt eingestellt. Bei kurzgeschlossenem Galvanometer wird dann der Schalter zu dem Oberflächenapparat geschlossen; sinkt dabei die Spannung des Voltmeters unter 500 Volt, so beträgt der Oberflächenwiderstand des Materials weniger als 10000 Ohm; bleibt die Spannung über 800 Volt, so kann mit dem Galvanometer gemessen werden.

Die Ablesung des Galvanometerausschlages erfolgt 1 Minute nach dem Anlegen der Spannung.

Die Vergleichszahlen stufen sich folgendermaßen ab:

Oberflächenwiderstand	Vergleichszahlen
unter $\frac{1}{100}$ Megohm . . . . .	0
1 bis $\frac{1}{100}$ Megohm . . . . .	1
100 bis 1 Megohm . . . . .	2
1000 bis 100 Megohm . . . . .	3
1 Mill. bis 10 000 Megohm . . . . .	4
über 1 Mill. Megohm . . . . .	5

Zu jeder Versuchsreihe sind drei Platten zu verwenden, an jeder Platte sind mindestens zwei Messungen vorzunehmen.

Zu  $\beta$ . Nach dem Herausnehmen aus dem Wasser werden die Platten mit einem Tuch abgerieben und vertikal bei Zimmertemperatur in nicht bewegter Luft zwei Stunden stehen gelassen, um die äußerlich anhaftende Feuchtigkeit zu entfernen. Danach wird die Messung vorgenommen.

Zu  $\gamma$ . Nach dem Herausnehmen aus der Schwefelsäure werden die Platten etwa 1 Minute in fließendem Wasser abgespült, danach wie unter  $\beta$  behandelt.

Zu  $\delta$ . Die Platten werden in großen Glasgefäßen aufgehängt, auf deren Boden eine gesättigte wässrige Ammoniaklösung sich befindet, die Gefäße werden mit Glas-

platten abgedeckt. Von drei zu drei Tagen wird etwas Ammoniak zugefüllt, um die Verluste an Ammoniakdampf zu decken. Nach dem Herausnehmen aus den Gefäßen, werden die Platten nach Feststellung des Aussehens mit einem trockenen Tuch abgerieben und gemessen.

## 2. Lichtbogensicherheit.

Die Platte wird horizontal gelegt und zwei etwas angespitzte Reinkohlen von 8 mm Durchmesser in einem Winkel von etwas mehr als einem Rechten gegeneinander auf die Platte gesetzt, gegen letztere in einem Winkel von ca.  $60^{\circ}$  geneigt. An die Kohlen wird eine Spannung von etwa 220 Volt gelegt unter Vorschaltung eines Widerstandes von 20 Ohm. Nach Bildung des Lichtbogens zwischen den Kohlen werden diese schnell auf 12 mm auseinander gezogen, so daß der Lichtbogen sicher nicht erlischt. Der Lichtbogen wird 30 Sekunden brennen gelassen. Danach wird eine Elektrode abgehoben und nach dem Erkalten der Platte wieder aufgesetzt. Es ist hierbei festzustellen, ob die Platte zum Glühen kommt, und die Art des Stromüberganges ist zu beschreiben. Hierbei kommen gewöhnlich vier Möglichkeiten in Betracht:

1. Die Platte leitet in kaltem Zustand nicht.
2. Man sieht kleine von Teilchen zu Teilchen springende Funken.
3. Es bildet sich eine glühende Brücke.
4. Die Platte beginnt wieder zu brennen.

Anhang: Auf Grund von Vereinbarungen mit dem Kgl. Materialprüfungsamt und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wird die abgekürzte Prüfung von Isolierstoffen bei diesen beiden Ämtern nach den vorstehenden Vorschriften ausgeführt. Die sämtlichen notwendigen Proben sind an das Kgl. Materialprüfungsamt einzusenden, von dem aus die Verteilung des Materials vorgenommen wird. Die Kosten der Untersuchung sind in der nachstehenden Aufstellung angegeben.

**Kosten**

für die gekürzte Untersuchung eines Isolierstoffes im Kgl. Material-Prüfungsamt und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bezeichnung des Versuchs	Versuchsart	Prüfungsgebühr für eine Materialsorte <i>M</i>	Bemerkungen
$A_{01}$	Biegefestigkeit. a) 3 Versuche im Anlieferungszustand, β) 3 Versuche nach 30tägiger Lagerung in Petroleum.	51 (42) <sup>1)</sup>	Erforderlich sind 40 Normalflachstäbe und 20 Normalplatten
$A_{04}$	Schlagbiegefestigkeit. a) 3 Versuche bei Zimmerwärme, β) 3 Versuche in der Kälte.		
$A_{05}$	Härte. 3 Versuche.		
$B_{02}$	Wärmebeständigkeit. 3 Versuche.	57 (39) <sup>1)</sup>	
$B_{05}$	Frostbeständigkeit.		
$B_{06}$	Verhalten in der Flamme.		
	Oberflächenwiderstand. Lichtbogensicherheit.	50	

<sup>1)</sup> Die eingeklammerten Beträge gelten, wenn die Versuche unter  $A_{04}\beta$  und  $B_{06}$  fortfallen.

## **45. Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen (Schwachstromanlagen).**

Aufgestellt vom V. D. E. in Gemeinschaft mit dem Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland.

Angenommen auf der Jahresversammlung 1913. Veröffentlicht: ETZ 1913 S. 1069. Gültig ab 1. Juli 1913.

### **A. Geltungsbereich.**

#### **§ 1.**

Die nachfolgenden Bestimmungen gelten für Telegraphen-, Telephon-, Signal-, Fernschaltungs- und ähnliche Anlagen mit Ausnahme der öffentlichen Verkehrsanlagen der Eisenbahn- und Telegraphenverwaltungen.

Fernmeldeanlagen oder Teile von solchen, welche mit Licht- oder Kraftanlagen durch Leitung verbunden sind, unterliegen den Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen.

#### **Bemerkungen zu § 1<sup>1)</sup>:**

Der Ausdruck „Schwachstrom“ gestattet keine klare Abgrenzung gegenüber dem Begriff „Starkstrom“, da eine Grenze zwischen den beiden Begriffen auf Grund von Spannungs- oder Stromangaben festzustellen unmöglich ist. Es ist daher beschlossen worden, den Begriff „Schwachstromanlagen“ durch das Wort „Fernmeldeanlagen“ auszudrücken, da durch dieses Wort eine nicht auf Spannungs- oder Stromangaben beruhende Begriffserklärung möglich ist. „Fernmeldeanlagen“ sind in allen Fällen solche Anlagen, bei welchen es sich um die elektrische Fernmeldung (Übertragung) von Vorgängen, Wahrnehmungen, Willens- oder Gedankenäußerungen handelt. Das Wort „Fern“ drückt hierbei nicht ein bestimmtes Maß aus, da die elektrische Fernmeldung auch auf ganz geringe Entfernung stattfinden kann.

<sup>1)</sup> Es ist beabsichtigt, später für diese Bestimmungen ausführliche Erläuterungen herauszugeben. Einige wesentliche Hinweise, die zur näheren Begründung dienen, sind bereits hier in den „Bemerkungen“ gegeben.

## **B. Erklärungen.**

### **§ 2.**

**Feuchtigkeitssichere Isolierstoffe.** Feuchtigkeitssicher ist ein Material, das im praktischen Gebrauch durch Wasseraufnahme nicht derartig verändert wird, daß es für die Benutzung ungeeignet wird.

## **C. Allgemeines über Apparate.**

### **§ 3.**

a) Alle diejenigen Teile der Apparate, welche der Berührung zugänglich sind, sollen, sofern sie nicht für Erdung eingerichtet sind, tunlichst nicht stromführend sein. Apparate in Fernmeldeanlagen, die dem Einfluß von Hochspannungsanlagen ausgesetzt sind, müssen so eingerichtet und angeordnet sein, daß eine Gefahr für den Benutzer vermieden wird.

b) Die einzelnen Apparateteile sind leicht zugänglich und möglichst übersichtlich anzuordnen.

1. An abgedeckten Schaltapparaten soll die Schaltstellung von außen erkennbar sein.
2. Drahtspulen sollen deutlich lesbare Angaben über Widerstand und Windungszahl aufweisen.

c) Bei allen Apparaten mit mehr als zwei Anschlußklemmen müssen letztere mit gut lesbaren Bezeichnungen versehen sein, falls nicht den Apparaten ein geeignetes Anschlußbild beigegeben wird. Bei polarisierten Apparaten für Gleichstrom muß mindestens die eine Anschlußklemme bezeichnet werden.

Bei mehradrigen Anschlußschnüren müssen die einzelnen Adern oder deren Enden gekennzeichnet sein.

d) Drahtverbindungen sind durch Lötung, Verschraubung oder durch andere gleichwertige Mittel zu bewerkstelligen.

1. In der Regel sollen Schrauben, welche einen Kontakt vermitteln, ihr Muttergewinde in Metall haben.

e) Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß die Stecker nicht ohne weiteres in die normalen Dosen der Starkstromleitungen gesteckt werden können.



f) Alle Kontaktvorrichtungen müssen an den Berührungsstellen mit einem nicht oxydierbaren, schwer schmelzbaren Material versehen sein, soweit nicht eine dauernd zuverlässige Kontaktgebung durch andere geeignete Mittel (z. B. Reibung, große Berührungsfläche usw.) sichergestellt ist.

g) Die für die Einführung der Leitungen in die Apparate bestimmten Öffnungen und Kanäle müssen solche Abmessungen erhalten, daß eine Verletzung der die Drähte umhüllenden Isolation ausgeschlossen ist.

#### Bemerkungen zu § 3:

Der Schutz gegen Berührung ist bei Fernmeldeanlagen im allgemeinen nicht von der Bedeutung wie bei Starkstromanlagen, so daß die Frage, wann und wo gegen Berührung zu schützen ist, dem vernünftigen Ermessen überlassen werden muß. Im allgemeinen müssen Schutzmaßnahmen dann getroffen werden, wenn die Stromkreise mit solcher Spannung und Induktivität belastet sind, daß die Berührung stromführender Teile unangenehm empfunden wird oder gesundheitsschädlich werden kann. Als solche stromführende Teile gelten: Blanke Leitungen, Schaltergriffe, Anschlußklemmen, Apparatgehäuse-Mikrophon und Telephondosen, Hakenumschalter usw.

### **D. Besondere Bestimmungen über Apparate für feuchte Räume und das Freie.**

#### § 4.

a) Für die Apparatgehäuse muß feuchtigkeitssicheres Material verwendet werden. Metallteile sind durch Verzinnung oder andere zweckentsprechende Mittel gegen Oxydation zu schützen.

b) Stromführende Apparatteile, wie z. B. Anschlußklemmen, müssen im Gehäuse derartig angeordnet werden, daß die Wirkungsweise der Apparate durch angesammeltes Kondenswasser nicht beeinträchtigt werden kann.

c) Die Leitungseinführungen in das Innere der Apparate müssen gegen direkte Benetzung durch Regen oder Tropfwasser geschützt sein.

d) Apparat- und Leitungsschnüre müssen feuchtigkeitsicher isoliert sein.

### **E. Besondere Bestimmungen über Apparate für nasse und gaserfüllte Räume.**

#### **§ 5.**

a) Bei diesen Apparaten müssen alle stromführenden Teile so abgeschlossen sein, daß weder Wasser eintreten, noch durch entstehende Funkenbildung Explosionsgefahr auftreten kann.

b) Für die Apparatgehäuse muß wasserdichtes Material verwendet werden. Falls isolierte Drähte innerhalb der Apparate für die Verbindung der einzelnen Teile verwendet werden, müssen sie mit wasserdichter Isolierhülle versehen sein.

### **F. Stromquellen.**

#### **§ 6.**

##### **Elemente und Akkumulatoren.**

a) Elemente und Kleinakkumulatoren sind möglichst geschützt in solchen Räumen aufzustellen, welche trockenen und geringen Temperaturschwankungen unterworfen sind.

b) Batterieschränke oder Batteriegerüste für nasse Elemente und Kleinakkumulatoren müssen durch Imprägnieren oder andere zweckentsprechende Mittel vor Oxydation bzw. Fäulnis geschützt und so angeordnet werden, daß sich der Zustand jedes einzelnen Elementes leicht prüfen läßt. Für die Aufstellung größerer Akkumulatorenbatterien gelten die Bestimmungen des § 8 der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen.

##### **Bemerkung zu § 6:**

Größere Stromlieferungsanlagen der Fernmeldenetze, soweit diese nicht aus Primärelementen bestehen, fallen unter die Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen. Da es z. Zt. nicht möglich ist, hierfür eine Grenze zu bestimmen, so entscheidet jeweils das vernünftige Ermessen, wann die Stromlieferungsanlage als Starkstromanlage zu betrachten ist.

#### **§ 7.**

##### **Maschinen, Umformer, Transformatoren.**

a) Elektrodynamische Stromquellen müssen, soweit sie nicht als Spezialmaschinen nur für die Zwecke der Fernmeldeanlagen dienen, wie z. B. Rufinduktoren, Umformer

und Polwechsler usw., den Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen und den Maschinennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen.

b) Außer den in § 3 vorgeschriebenen Wicklungsangaben und Klemmenbezeichnungen muß auch die Klemmenspannung und Umdrehungszahl vermerkt sein. Bei Stahlmagneten muß die Polarität gekennzeichnet sein.

c) Bei Stromentnahme aus Niederspannungs-Starkstromnetzen für Zwecke der Fernmeldeanlagen sind die „Leitsätze für den Anschluß von Schwachstromanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren oder Kondensatoren“ zu befolgen (siehe S. 196).

## G. Leitungen.

### § 8.

#### Beschaffenheit der Leitungen.

a) Soweit Leitungen mit einer Isolierhülle verwendet werden, muß deren Haltbarkeit und Isolierfähigkeit den vorliegenden Betriebsverhältnissen entsprechen.

Man unterscheidet folgende Leitungsarten, für welche besondere Normalien <sup>1)</sup> gelten:

1. Blanke Leitungen.
2. Leitungen und Schnüre mit nicht feuchtigkeitssicherer Isolierung, geeignet für dauernd trockene Räume, jedoch nicht unter Putz.
3. Leitungen und Schnüre mit feuchtigkeitssicherer Isolierung, geeignet für feuchte Räume über Putz oder in Rohr unter Putz.
4. Kabel mit nicht feuchtigkeitssicherer Isolierung, geeignet für dauernd trockene Räume, jedoch nicht unter Putz.
5. Kabel mit feuchtigkeitssicherer Isolierung, geeignet für feuchte Räume über Putz oder in Rohr unter Putz.
6. Unbewehrte Bleikabel.
7. Bewehrte Bleikabel.

#### Bemerkungen zu § 8:

Drähte für Apparate, soweit sie zur Verbindung der einzelnen Apparateile dienen, unterliegen nicht den Bestimmungen des § 8, da die Bedingungen, unter welchen sie in den Apparaten verwendet werden, zu verschiedenartig sind.

---

<sup>1)</sup> Diese Normalien sind z. Zt. noch in Bearbeitung.

## § 9.

### Allgemeines über Leitungsverlegung.

a) Ungeerdete blanke Leitungen dürfen nur auf Isolierkörpern verlegt werden. Sie müssen voneinander, sowie von Gebäudeteilen, Eisenkonstruktionen und dergl. in einem der Spannweite, Drahtstärke und Spannung angemessenen Abstand entfernt sein.

b) Hartgezogene Kupfer- oder Bronzedrähte dürfen nur an solchen Stellen durch Lötung verbunden werden, die von Zug entlastet sind. Verbindungen solcher Drähte, die auf Zug beansprucht werden sollen, müssen mit Hilfe von Verbindungsröhren oder ähnlichen Vorrichtungen hergestellt werden. Bloßes Zusammendrehen zu einer Würigverbindungsstelle ist nicht zulässig.

c) Für Kreuzungs- und Näherungsstellen mit Starkstromleitungen gelten die allgemeinen Vorschriften des V. D. E. (siehe S. 101).

d) An Freileitungen angeschlossene Innenleitungen sind an der Einführungsstelle durch Blitzableiter und Schmelzsicherungen vor atmosphärischen Entladungen und Starkstrom zu schützen, falls nicht die örtlichen Verhältnisse einen genügenden Schutz bieten. Bei der Ausführung der Erdung sind die vom Verbands Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Erdungsleitsätze sowie die Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz nebst Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen zu berücksichtigen (siehe S. 126 u. 361).

e) Bei Verlegung von isolierten ungeerdeten Leitungen direkt auf dem Mauerwerk muß die Befestigung der Leitung derart ausgeführt sein, daß die Isolierhülle durch das Befestigungsmittel nicht beschädigt wird.

f) Leitungen in Rohren oder Kanälen sollen so verlegt werden, daß sie ausgewechselt werden können. Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie die Abzweigung von Leitungen darf nur mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung innerhalb besonderer Dosen oder dergl. hergestellt werden.

g) Soweit Leitungen der Gefahr von mechanischen Einwirkungen ausgesetzt sind, müssen sie gegen Beschädigungen geschützt sein.

h) Kabeladern mit nicht feuchtigkeitssicherer Isolierung müssen, soweit sie aus der feuchtigkeitssicheren oder wasserdichten Schutzhülle des Kabels herausragen, gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt werden.

i) Die Einführung der Kabelenden in wasserdichte Apparate und Verteilungskästen muß so erfolgen, daß keine Feuchtigkeit in das Gehäuseinnere eindringen kann.

k) In Räumen, welche dauernden Temperaturen von über 50° C ausgesetzt sind, dürfen mit Gummi oder Gutta-percha isolierte Leitungen nicht verwendet werden.

l) Zur Verlegung in Erde sind bewehrte Kabel zu verwenden, blanke Bleikabel nur dann, wenn sie in geeigneter Weise gegen mechanische und chemische Einflüsse geschützt sind.

#### Bemerkungen zu § 9:

Für die Leitungsverlegung sollen nicht nur die in § 9 zusammengestellten Grundsätze maßgebend sein. Auch die übrigen Paragraphen müssen hier eine eingehende Beachtung finden. Insbesondere ist für die Auswahl der Leitungen für jeden vorliegenden Fall wie bei den Apparaten zu beachten, wie die Räumlichkeiten, in welchen installiert werden soll, beschaffen sind. So wird man z. B. in nassen Räumen vorzugsweise Bleikabel verwenden. Bei Installationen in solchen Räumen, in welchen ätzende Gase und Dämpfe vorhanden sind, müssen die Leitungen, wie ev. auch die Rohre, gegen chemische Einflüsse besonders geschützt werden.

Wenn die Leitungen unter Putz gegen Beschädigung mechanisch geschützt werden sollen, wird man gepanzerte Rohre anwenden. Rohrleitungen wird man so verlegen müssen, daß eine Kondensation oder mindestens die Ansammlung von Kondenswasser in den Rohren vermieden wird.

Wo die Gefahr einer Beschädigung der Leitungen vorliegt, kann nicht allgemein angegeben werden, es richtet sich dies nach der Beschaffenheit und Benutzungsart der Örtlichkeit.

---

## **46. Empfehlenswerte Maßnahmen bei Bränden.<sup>1)</sup>**

Angenommen auf den Jahresversammlungen 1905 und 1910.  
Veröffentlicht: ETZ 1905 S. 720 und 1910 S. 414.

Bei ausbrechenden Bränden sind an den elektrischen Installationen in den vom Brande betroffenen oder bedrohten Räumen folgende Maßnahmen zu empfehlen:

### **A. Betriebsanlagen.**

1. In vom Feuer betroffenen oder unmittelbar bedrohten elektrischen Betriebsanlagen ist der Betrieb nur im äußersten Notfall und womöglich nur durch das Betriebspersonal einzustellen. Das Eingreifen von Personen, die mit dem betreffenden Betriebe nicht vertraut sind, ist tunlichst zu vermeiden.

2. Die Maschinen und Apparate sind soweit als möglich vor Löschwasser zu schützen. Empfehlenswerte Löschmittel für Maschinen und Apparate sind trockener Sand, Kohlensäure und ähnliche nicht leitende und nicht brennbare Stoffe.

### **B. Installationen.**

1. Die Lampen in den vom Feuer betroffenen oder bedrohten Räumen sind — auch bei Tage — einzuschalten. Sie leuchten im Gegensatze zu allen anderen Beleuchtungsmitteln auch in raucherfüllten Räumen weiter und sind daher zur Erleichterung von Rettungsarbeiten unentbehrlich. Die Leitungen dürfen daher nicht abgeschaltet werden.

2. Vom Feuer bedrohte Elektromotorenbetriebe sind, falls erforderlich, durch die damit betrauten Personen auszuschalten. Das Eingreifen von Personen, die mit den betreffenden Betrieben nicht vertraut sind, ist tunlichst zu vermeiden.

---

<sup>1)</sup> Sonderabdrücke können von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin, bezogen werden.

3. Die Lösch- und Rettungsarbeiten der Feuerwehr sind im übrigen ohne Rücksicht auf die elektrischen Installationen vorzunehmen. Nur soll das Bespritzen von elektrischen Apparaten, Schalttafeln, Sicherungen, nach Möglichkeit vermieden und kein Leitungsdraht ohne zwingenden Grund durchhauen werden.

4. Sämtliche Einrichtungen, welche zum Anschlusse eines Elektrizitätswerkes gehören, wie Verteilungskästen, Elektrizitätszähler, Transformatoren, sind von der Feuerwehr tunlichst unberührt zu lassen und deren Bespritzen mit Wasser ist zu vermeiden. Empfehlenswerte Löschmittel siehe A 2.

5. Beamte der Elektrizitätswerke, welche sich als solche legitimieren, erhalten Zutritt zur Brandstelle, um, wenn nötig, Transformatoren und deren Zubehör, sowie andere dem Elektrizitätswerke gehörige Teile stromlos zu machen. Den Anordnungen des Leiters der Feuerwehr auf der Brandstelle ist Folge zu leisten. Wenn an der Brandstelle Gefahr für die Beschädigung von Transformatoren oder deren Zuleitungen vorliegt, wird seitens der Feuerwehr der Betriebsdirektion des Elektrizitätswerkes auf dem schnellsten Wege Nachricht gegeben.

### C. Freileitungen.

1. Die in der Nähe des Brandobjektes befindlichen Starkstrom-Freileitungen dürfen wegen der damit verbundenen Lebensgefahr nicht berührt werden. Da auch Leitern, Stangen, Helme usw. den elektrischen Strom zu übertragen vermögen, so dürfen die Mannschaften auch solche Geräte nicht mit den Freileitungen in Berührung bringen. Beim Spritzen ist darauf zu achten, daß das Strahlrohr möglichst weit, mindestens aber 3 m von den Freileitungen entfernt bleibt.

2. Wenn es unbedingt erforderlich ist, Freileitungen spannungslos zu machen, so soll dieses mit Hilfe der Freileitungsschalter an den Abschaltungsstellen möglichst durch Personal des Werkes bewirkt werden. Nur bei vorliegender Lebensgefahr sind die Leitungen durch Kurzschließen und Erden spannungslos zu machen. Dieses Gewaltmittel darf nur von eingehend geschulten Mannschaften ausgeführt

werden. Zerschneiden der Leitungen ist gefährlich und soll nicht stattfinden.

3. Es empfiehlt sich, von jedem in der Nähe der Starkstrom-Freileitungen ausgebrochenen Brande die für diese Leitungen zuständige Stelle in Kenntnis zu setzen.

4. Es empfiehlt sich ferner, eine Anzahl Feuerwehrleute im Abschalten, Erden und Kurzschließen der Leitungen ausgebildet zu halten.

#### **Empfehlenswerte Maßnahmen nach dem Brande.**

Nach Beendigung der Löscharbeiten sind die vom Brande betroffenen Teile der Anlage zunächst vollständig abzuschalten. Sie dürfen nicht eher wieder in endgültige Benutzung genommen werden, als bis sie den Sicherheitsvorschriften entsprechen.



## 47. Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe.<sup>1)</sup>

Aufgestellt unter Mitwirkung des Reichsgesundheitsamts. Angenommen auf der Jahresversammlung 1907. Veröffentlicht: ETZ 1906 S. 1078. Gültig ab 1. Juli 1907.

I. Ist der Verunglückte noch in Verbindung mit der elektrischen Leitung, so ist zunächst erforderlich, ihn der Einwirkung des elektrischen Stromes zu entziehen. Dabei ist folgendes zu beachten:

1. Die Leitung ist, wenn möglich, sofort spannungslos zu machen durch Benutzung des nächsten Schalters, Lösung der Sicherung für den betreffenden Leitungsstrang oder Zerreißung der Leitungen mittels eines trockenen, nicht metallischen Gegenstandes, z. B. eines Stückes Holz, eines Stockes oder eines Seiles, das über den Leitungsdraht geworfen wird.

2. Man stelle sich dabei selbst zur Fernhaltung oder Abschwächung der Stromwirkung (Isolierung) auf ein trockenes Holzbrett, auf trockene Tücher, Kleidungsstücke, oder auf eine ähnliche, nicht metallische Unterlage, oder man ziehe Gummischuhe an.

3. Der Hilfeleistende soll seine Hände durch Gummihandschuhe, trockene Tücher, Kleidungsstücke oder ähnliche Umhüllungen isolieren; er vermeide bei den Rettungsarbeiten jede Berührung seines Körpers mit Metallteilen der Umgebung.


4. Man suche den Verunglückten von dem Boden aufzuheben und von der Leitung zu entfernen. Er ist dabei an

---

<sup>1)</sup> Außer der jetzt gültigen Fassung der „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe“, welche am 7. 6. 1907 beschlossen worden ist, hat eine ältere Fassung bestanden, welche am 9. 6. 1899 beschlossen wurde. Sie trat in Gültigkeit am 1. 7. 1899 und ist ETZ 1899 Seite 728 veröffentlicht.

Zur jetzt gültigen Fassung sind Erläuterungen erschienen, die von der Verlagsbuchhandlung J. Springer, Berlin, bezogen werden können.

den Kleidern zu fassen; das Berühren unbekleideter Körperteile ist möglichst zu vermeiden. Umfaßt der Verunglückte die Leitung vollständig, so hat der Hilfeleistende mit seiner durch Gummihandschuhe usw. isolierten Hand Finger für Finger des Betäubten zu lösen. Bisweilen genügt schon das Aufheben des Getroffenen von der Erde, da hierdurch der Stromweg unterbrochen wird.

Das Gebiet elektrischer Betriebe, in dem das Eingreifen eines Laien nach den vorbezeichneten Leitsätzen Erfolg verspricht, ohne ihn selbst zu gefährden, beschränkt sich auf solche Anlagen, welche mit Spannungen betrieben werden, die 500 Volt nicht wesentlich übersteigen. Der Betrieb der Straßenbahnen hält sich in der Regel innerhalb dieser Grenzen. Bei Unfällen, welche an Leitungen mit höherer Spannung erfolgt sind, ist schleunigst für Benachrichtigung der nächsten Stelle der Betriebsleitung und für Herbeiholung eines Arztes zu sorgen. Leitungen und Apparate mit höherer Spannung pflegen mit einem roten Blitzpfeil  gekennzeichnet zu sein.

II. Ist der Verunglückte bewußtlos, so ist sofort zum Arzt zu schicken und bis zu dessen Eintreffen folgendermaßen zu verfahren:

1. Für gute Lüftung des Raumes, in welchem der Verunglückte sich befindet, ist zu sorgen.

2. Alle den Körper beengenden Kleidungs- und Wäschestücke (Kragen, Hemden, Gürtel, Beinkleider, Unterzeug usw.) sind zu öffnen. Man lege den Getroffenen auf den Rücken und bringe ein Polster aus zusammengelegten Decken oder Kleidungsstücken unter die Schultern und den Kopf derart, daß der Kopf ein wenig niedriger liegt.

3. Ist die Atmung regelmäßig, so ist der Verunglückte genau zu überwachen und nicht allein zu lassen. Bevor das Bewußtsein zurückgekehrt ist, flöße man ihm Flüssigkeiten nicht ein.

4. Fehlt die Atmung, oder ist sie sehr schwach, so ist künstliche Atmung einzuleiten. Bevor damit begonnen wird, hat man sich davon zu überzeugen, ob sich im Munde etwa Fremdkörper, z. B. Kautabak oder ein künstliches Gebiß befindet. Ist dies der Fall, so sind zunächst diese Gegenstände

zu entfernen. Die künstliche Atmung ist alsdann in folgender Weise vorzunehmen:

Man knie hinter dem Kopfe des Verunglückten nieder, das Gesicht ihm zugewandt, fasse beide Arme an den Ell-



Künstliche Atmung: Einatmen.

bogen und ziehe sie seitlich über seinen Kopf hinweg, so daß sich dort die Hände berühren. In dieser Lage sind die



Künstliche Atmung: Ausatmen.

Arme 2 bis 3 Sekunden lang festzuhalten. Dann bewege man sie abwärts, beuge sie und presse die Ellbogen mit dem eigenen Körpergewicht gegen die Brustseiten des Verunglückten. Nach 2 bis 3 Sekunden strecke man die Arme wieder über dem Kopfe des Verunglückten aus und wieder-

hole das Ausstrecken und Anpressen der Arme möglichst regelmäßig etwa 15 mal in der Minute. Um Übereilung zu vermeiden, führe man die Bewegungen langsam aus und zähle während der Zwischenpausen laut: Hundert und eins! Hundert und zwei! Hundert und drei! Hundert und vier!

5. Ist noch ein Helfer zur Hand, so fasse er während dieser Hantierungen die Zunge des Verunglückten mit einem Taschentuche, ziehe sie kräftig heraus und halte sie fest. Wenn der Mund nicht leicht aufgeht, öffne man ihn gewaltsam mit einem Stück Holz, dem Griff eines Taschenmessers oder dergleichen.

6. Sind mehrere Helfer zur Hand, so sind die vorstehend unter II. 4. beschriebenen Hantierungen von zweien auszuführen, indem jeder einen Arm ergreift und beide in den Zwischenpausen Hundert und eins! Hundert und zwei! Hundert und drei! Hundert und vier! zählend, gleichzeitig jene Bewegungen vornehmen.

7. Die künstliche Atmung ist so lange fortzusetzen, bis die regelmäßige, natürliche Atmung wieder eingetreten ist. Aber auch dann muß der Verunglückte noch längere Zeit überwacht und beobachtet werden. Bleibt die natürliche Atmung aus, so muß man die künstliche Atmung bis zum Eintreffen des Arztes, mindestens aber 2 Stunden lang fortsetzen, bevor man mit solchen Wiederbelebungsversuchen aufhört.

8. Beim Vorhandensein von Verletzungen, z. B. Knochenbrüchen, ist diesem Zustande durch besondere Vorsicht bei der Behandlung des Verunglückten Rechnung zu tragen.

9. Die Unterschenkel und Füße können von Zeit zu Zeit mit einem rauhen warmen Tuche oder einer Bürste gerieben werden.

10. Auch nach der Rückkehr des Bewußtseins ist der Verunglückte in liegender oder halbliegender Stellung unter Aufsicht zu belassen und von stärkeren Bewegungen abzuhalten.

III. Liegt eine Verbrennung des Verunglückten vor, so ist, falls ärztliche Hilfe nicht zur Stelle ist, folgendes zu beachten:

1. Bevor der Hilfeleistende die Brandwunden berührt, wasche und bürste er sich auf das sorgfältigste beide Hände

und Unterarme mit warmem Wasser und Seife ab; auch empfiehlt es sich, sie mit einem reinen Tuche, das mit Spiritus getränkt ist, abzureiben (das Abtrocknen hinterher ist zu unterlassen!).

2. Gerötete und geschwollene Stellen werden zweckmäßig mit Borsalbe auf Verbandwatte oder mit einer Wismut-Brandbinde bedeckt und sodann mit einer weichen Binde lose umwickelt.

Blasen sind nicht abzureißen, sondern mit einer gut (über Spiritusflamme) ausgeglühten Nadel anzustechen und mit einer Wismut-Brandbinde, darüber mit Verbandwatte und loser Binde zu bedecken.

Bei Verkohlungen und Schorfbildungen sind die Wunden mit Verbandmull in mehreren Lagen zu bedecken; darüber ist Watte anzubringen und das ganze mittels Binde zu befestigen.

---

## **48. Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz, nebst Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen.**

Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf den Jahresversammlungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker 1901 und 1913. Veröffentlicht: ETZ 1901 S. 390 und ETZ 1913 S. 538.

1. Der Blitzableiter gewährt den Gebäuden und ihrem Inhalte Schutz gegen Schädigung oder Entzündung durch den Blitz. Seine Anwendung in immer weiterem Umfange ist durch Vereinfachung seiner Einrichtung und Verringerung seiner Kosten zu fördern.

2. Der Blitzableiter besteht aus:

- a) den Auffangevorrichtungen,
  - b) den Gebäudeleitungen und
  - c) den Erdleitungen.
- a) Die Auffangevorrichtungen sind emporragende Metallkörper, -Flächen oder -Leitungen. Die erfahrungsgemäßen Einschlagstellen (Turm- oder Giebelspitzen, Firstkanten des Daches, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere, besonders emporragende Gebäudeteile) werden am besten selbst als Auffangevorrichtungen ausgebildet, oder mit solchen versehen.
- b) Die Gebäudeleitungen bilden eine zusammenhängende metallische Verbindung der Auffangevorrichtungen mit den Erdleitungen; sie sollen das Gebäude, namentlich das Dach, möglichst allseitig umspannen und von den

---

Anmerkung. Belehrung über die Wirkung der Blitzableiter findet man in den vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen Schriften „Die Blitzgefahr No. 1 und 2“ (Berlin, Julius Springer). Praktische Anleitungen für die Errichtung von Gebäude-Blitzableitern, wesentlich im Sinne obiger Leitsätze, sind in dem Findeisenschen Buch: „Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude“ (Berlin, Julius Springer) enthalten.

Auffangevorrichtungen auf den zulässig kürzesten Wegen und unter tunlichster Vermeidung schärferer Krümmungen zur Erde führen.

- c) Die Erdleitungen bestehen aus metallenen Leitungen, welche sich an die unteren Enden der Gebäudeleitungen anschließen und in den Erdboden eindringen; sie sollen sich hier unter Bevorzugung feuchter Stellen möglichst weit ausbreiten.

3. Metallene Gebäudeteile und größere Metallmassen im und am Gebäude, insbesondere solche, welche mit der Erde in großflächiger Berührung stehen, wie Rohrleitungen, sind tunlichst unter sich und mit dem Blitzableiter leitend zu verbinden.<sup>1)</sup> Insoweit sie den in den Leitsätzen 2, 5 und 6 gestellten Forderungen entsprechen, sind besondere Auffangevorrichtungen, Gebäude- und Erdleitungen entbehrlich. Sowohl zur Vervollkommnung des Blitzableiters als auch zur Verminderung seiner Kosten ist es von größtem Wert, daß schon beim Entwurf und bei der Ausführung neuer Gebäude auf möglichste Ausnutzung der metallenen Bauteile, Rohrleitungen und dergl. für die Zwecke des Blitzschutzes Rücksicht genommen wird.

4. Der Schutz, den ein Blitzableiter gewährt, ist um so sicherer, je vollkommener alle dem Einschlag ausgesetzten Stellen des Gebäudes durch Auffangevorrichtungen geschützt, je größer die Zahl der Gebäudeleitungen und je reichlicher bemessen und besser ausgebreitet die Erdleitungen sind. Es tragen aber auch schon metallene Gebäudeteile von größerer Ausdehnung, insbesondere solche, welche von den höchsten Stellen der Gebäude zur Erde führen, selbst wenn sie ohne Rücksicht auf den Blitzschutz ausgeführt sind, in der Regel zur Verminderung des Blitzschadens bei. Eine Vergrößerung der Blitzgefahr durch Unvollkommenheiten des Blitzableiters ist im allgemeinen nicht zu befürchten.

5. Verzweigte Leitungen aus Eisen sollen nicht unter 50 qmm, unverzweigte nicht unter 100 qmm stark sein. Für

---

<sup>1)</sup> Blitzableitungen, die nicht mit den Metallmassen, Rohrleitungen u. s. w. leitend verbunden sind, sind stets unvollkommen, da ein Überspringen des Blitzes auf die letzteren häufig eintritt. Das Wort „tunlichst“ bezieht sich auf die Fälle, in denen der Anschluß durch anderweitige Vorschriften nicht gestattet oder erschwert wird.

Kupfer ist die Hälfte dieser Querschnitte ausreichend; Zink ist mindestens vom ein- und einhalbfachen, Blei vom dreifachen Querschnitt des Eisens zu wählen. Der Leiter soll nach Form und Befestigung sturmsicher sein.

6. Leitungsverbindungen und Anschlüsse sind dauerhaft, fest, dicht und möglichst großflächig herzustellen. Nicht geschweißte oder gelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsflächen von nicht unter 10 qcm erhalten.

7. Um den Blitzableiter dauernd in gutem Zustande zu erhalten, sind wiederholte sachverständige Untersuchungen erforderlich, wobei auch zu beachten ist, ob inzwischen Änderungen an dem Gebäude vorgekommen sind, welche entsprechende Änderungen oder Ergänzungen des Blitzableiters bedingen.

### **Erläuterungen und Ausführungsvorschläge zu vorstehenden Leitsätzen.**

A. Allgemeines über Blitzgefahr und Blitzschutz.

B. Ausführungsvorschläge.

C. Die Prüfung.

#### **A. Allgemeines über Blitzgefahr und Blitzschutz.**

Die Statistik zeigt, daß durch Blitzschlag alljährlich bedeutende volkswirtschaftliche Werte vernichtet werden, und zwar auf dem Lande in weit höherem Maße, als in der Stadt.

Um diesen Schaden und die Gefahr für Personen und Haustiere zu vermindern, sollten Gebäudeblitzableiter in weit größerem Umfange wie bisher, besonders auf dem Lande, eingeführt werden. Mindestens sollten Blitzableiter erhalten:

a) Gebäude, in denen größere Menschenansammlungen stattfinden, wie Kirchen, Kasernen, Unterrichtsanstalten, Versorgungs- und Krankenhäuser, Gefängnisse, Theater und Gebäude, in denen Schaustellungen stattfinden, Versammlungslokale, Gasthöfe, Fabriken, größere Geschäftshäuser;

b) Gebäude, welche zur Herstellung, Verarbeitung und Lagerung großer Mengen leicht entzündlicher und schwer zu löschender bzw. explosiver Gegenstände oder Materialien bestimmt sind, wie Feuerwerkskörper, Zündhölzer, Dynamit, Pulver, Petroleum, Spiritus, Benzin;



c) Gebäude, durch deren Zerstörung ein größerer Teil der Bevölkerung in Mitleidenschaft gezogen wird, z. B. Elektrizitätswerke, Gaswerke, Wasserwerke;

d) Gebäude, deren Inhalt einen hohen wissenschaftlichen, geschichtlichen oder künstlerischen Wert aufweisen, der im Falle der Zerstörung sehr schwer oder gar nicht ersetzbar ist, z. B. Museen, Bibliotheken, Gerichtsgebäude;

e) Gebäude, welche wegen ihrer Höhe, vereinzelter Lage oder ihres Standortes dem Blitzschlag besonders ausgesetzt sind, wie Türme, einzelstehende Schornsteine, Windmühlen, Feldscheunen, einzeln stehende Häuser auf Höhen;

f) Weichgedeckte Gebäude, insbesondere solche, deren Bedachung nicht durch Imprägnierung wirksam gegen Entflammung geschützt ist;

g) Gebäude, die bereits vom Blitz getroffen wurden, oder in deren Nähe der Blitz schon öfter eingeschlagen hat.

Der Blitzgefahr begegnet man nach der grundlegenden Idee Franklins — im allgemeinen vollständig — durch Herstellung einer von den höchsten Teilen des Gebäudes bis zu den großen Leitermassen des Erdreichs führenden, zusammenhängenden metallischen Leitung. Spätere Erkenntnisse über die Natur des Blitzes und über die elektrischen Vorgänge in Leitern, sowie die ausgedehnte Statistik über Blitzschläge haben den Grundgedanken des Franklinschen Blitzleiters in keiner Weise erschüttert, vielmehr seine Richtigkeit fortgesetzt erhärtet. Sie haben nur gelehrt, die Ursachen für vereinzelt vorkommende, unvollkommene Wirkungen der Blitzableiter aufzudecken, den dahin gehörigen auf Seitenentladung, Induktion und elektrischen Schwingungen beruhenden unbequemen Nebenerscheinungen entweder durch zweckmäßigen Anschluß an benachbarte Metalle oder nach dem Vorgange von Faraday und Melsens durch Vermehrung der Auffangvorrichtungen, Leitungen und Erdanschlüsse vorzubeugen und die genauere Bewertung der Materialien und Konstruktionsteile der Blitzableiter aufzustellen. Neuere, insbesondere von Findeisen getragene Bestrebungen haben versucht, eine Verbilligung und dadurch gesteigerte Verbreitung der Blitzableiter zu erzielen durch tunlichste Verminderung hoher kostspieliger Auffangstangen, durch Mitbenutzung metallischer Gebäudeteile und durch angemess-

senen Ersatz der oft schwierig auszuführenden Grundwasseranschlüsse durch Heranziehung der oberen Schichten des Erdreichs. Diese höchst beachtenswerten und vielfach erprobten Versuche stehen nicht im Gegensatz zu der altbewährten auf den Schultern von Franklin ruhenden Grundlage des Blitzableiterbaues.

Die Herstellung einer Blitzableiteranlage soll stets auf Grund einer Zeichnung erfolgen, die nach Fertigstellung der Ausführung entsprechend richtigzustellen ist. Die Zeichnung ist sorgfältig aufzubewahren und bei baulichen Veränderungen und Reparaturen stets zu ergänzen. Die Zeichnung muß einen Vermerk tragen, aus dem hervorgeht, welche Materialien verwendet wurden, und welche Besonderheiten bei der Verlegung eingetreten sind.

Es lassen sich wirksame Blitzableiter vielfach leichter und billiger herstellen, wenn der Architekt gleich beim Entwurf und Bau des Hauses auf den Blitzschutz Rücksicht nimmt. An allen Gebäuden mit Dachrinnen und Regenabfallröhren können durch Ausnutzung dieser Teile schon wesentlich Vereinfachungen und Verbilligungen der Blitzableiteranlage erzielt werden. Sind noch weitere Metallteile am Gebäude vorhanden, wie Firstbleche, Gratzinke, Ortgangbleche, so kann schon durch zuverlässige Verbindung dieser Metallteile und kleine Ergänzungen oftmals eine ausreichende Blitzschutzanlage erreicht werden.

Man kann nicht damit rechnen, daß eine Blitzableitung durch ihre Spitzen die Entstehung von Blitzen verhütet. Der Blitzableiter soll vielmehr die ohnehin über dem Gebäude niedergehenden Blitzschläge aufnehmen und gefahrlos zur Erde ableiten. Um diese Absicht zu erreichen, ist es notwendig, bei dem Entwurf der Blitzableiteranlage jeweils Rücksicht zu nehmen auf die Art des zu schützenden Gebäudes, auf seine Lage, seine Form und Dimensionen, seinen Inhalt an gefährdeten Gegenständen, wie an metallischen Körpern, auf die Untergrundverhältnisse und die Umgebung. Es läßt sich aus diesem Grunde auch kein Blitzableiterschema angeben, das in allen Fällen zweckmäßig wäre, vielmehr ist es Sache des erfahrenen Blitzableitertechnikers, die Blitzableiteranlage den besonderen Verhältnissen jedes Falles so anzupassen, daß bei ausreichender

Dauerhaftigkeit und genügendem Schutz möglichst einfache Hilfsmittel angewandt werden und entsprechend geringe Kosten entstehen.

Die Vollkommenheit des Blitzschutzes und der damit in Zusammenhang stehende Kostenaufwand sollte dem Umfang des durch Blitzschlag zu befürchtenden Schadens angepaßt werden, z. B. durch Wahl entsprechender Anzahl von Ableitungen und Erdleitungen. Für ländliche Anlagen und einfache städtische Gebäude ist verzinktes Eisen, das den Vorteil einer großen mechanischen Festigkeit besitzt, durch eine große Oberfläche als Ableiter sehr gut geeignet und außerdem dem Diebstahl nicht ausgesetzt ist, zu empfehlen. Es kann in der Form von Draht, Band Eisen oder Drahtseil Verwendung finden.

Spiegeln die Mehrkosten keine Rolle, so kann Kupfer als Draht, Band oder Seil verwendet werden, da es den Witterungseinflüssen länger widersteht.

Bei der Anbringung der Leitungen ist Wert darauf zu legen, daß das Aussehen des Gebäudes durch die Leitungen und Auffangvorrichtungen nicht ungünstig beeinflußt wird. Die Anlage läßt sich leicht so gestalten, daß sich die Auffangvorrichtungen und Leitungen den Linien des Gebäudes gut anschmiegen.

Für die Herstellung der Blitzableiteranlagen geben die Leitsätze des Elektrotechnischen Vereins die allgemeinen Richtlinien.

Die folgenden Ausführungsvorschläge sollen daher teils als Erläuterungen zum Verständnis der Leitsätze, teils als Vorschläge für mit den Leitsätzen in Einklang stehende Ausführungen angesehen werden.

## **B. Ausführungsvorschläge.**

### **1. Auffangvorrichtungen:**

Über die Auffangvorrichtungen sagen die Leitsätze:

„Die Auffangvorrichtungen sind emporragende Metallkörper, Flächen oder Leitungen. Die erfahrungsgemäßen Einschlagstellen (Turm- oder Giebelspitzen, Firstkanten des Daches, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere besonders emporragende Gebäudeteile) werden am besten selbst

als Auffangvorrichtungen ausgebildet oder mit solchen versehen.“

Bestehen solche Bauteile aus Metall, so ist es nur erforderlich, sie mit ihren unteren Enden an die Blitzableitung anzuschließen. Ist der Querschnitt des Metallkörpers nicht ausreichend, oder bestehen die emporragenden Gebäudeteile aus nicht leitendem Stoff, so wird ein Leitungsabzweig an ihnen bis über ihre Oberkante hinweg emporgeführt. So sind z. B. Windfahnen, Zierknaufe, Firmenschilder u. dgl., deren Querschnitt den Leitsätzen genügt, ohne weiteres als Auffangvorrichtung zu benutzen. Hierbei ist das unter Absatz 3 über Verbindungen Gesagte zu berücksichtigen.

Von den am Gebäude vorhandenen Schornsteinen sollen wenigstens die bis zur Höhe des Firstes reichenden oder etwa 1 m aus der Dachfläche hervorragenden mit Auffangvorrichtungen versehen werden. Diese können bestehen entweder aus den erwähnten einfachen Leitungen, die an ihnen hochgeführt sind und den Kamin ein Stück überragen, oder aus den am Kamin sowieso vorhandenen Metallteilen, die mit der Leitung verbunden werden. Ferner lassen sich Metallabdeckplatten, Einfassungen aus Metall oder am Kamin angebrachte kurze Stangen als Auffangvorrichtungen verwenden. Ähnlich wie mit den Schornsteinen ist mit etwa vorhandenen Dunstrohren und Abluftkästen zu verfahren.

Die Zahl der Auffangvorrichtungen ist so zu bemessen, daß der Abstand zwischen ihnen nicht größer als 15 bis 20 m wird.

Ragen keine oder nur wenige Teile aus dem Dach empor, so kommen als erfahrungsgemäße Einschlagsstellen der Reihenfolge nach in Betracht:

1. Die Endpunkte des Firstes (die Giebelspitzen).
2. Der First selbst.
3. Die Giebelkanten vom First zur Traufe.
4. Die Traufkanten selbst, namentlich bei freistehenden Gebäuden mit flachen Dächern.

Der Schutz dieser Kanten und Ecken geschieht meist am vorteilhaftesten durch gleichlaufend mit ihnen verlegte Fangleitungen.

Die Giebelspitzen und der First müssen immer geschützt werden. Von einem besonderen Schutz der Giebel und der

Traufkanten kann bei steilen Dächern meist abgesehen werden; hat aber ein Dach eine Neigung von nur  $25^{\circ}$  oder weniger, so ist zu erwägen, ob für Giebel und Traufkanten besondere Fangleitungen zu legen sind.

Wenn besondere Gründe vorliegen, die Einschlagstellen des Blitzes möglichst weit von der Dachfläche fernzuhalten, z. B. bei Strohdächern und Gebäuden mit gefährlichem Inhalt, so kann man Stangen von größerer Länge als Auffangvorrichtung verwenden. Will man Stangen benutzen, so ist eine Mehrzahl von niedrigen Stangen einer einzigen oder wenigen hohen vorzuziehen. Die Stangen können aus verzinktem Rund- oder Vierkanteisen bestehen oder aus galvanisiertem Rohr, das oben metallisch abzuschließen ist. Der Form der Endigung wird kein besonderer Wert beigelegt. Edelmetallspitzen sind keinesfalls erforderlich. Der Anschluß der Gebäudeleitungen an die Stange erfolgt am einfachsten durch eine Schelle am Fuß der Stange, oder durch besondere mit dem Fuß der Stange von vornherein verschweißte Ansatzmuffen. Emporführung der Leitung im Innern der Stange ist zu verwerfen.

## 2. Gebäudeleitungen.

Dieselben stellen die Verbindung zwischen den Auffangvorrichtungen und den Leitermassen des Erdreichs her. Als Material für die Gebäudeleitungen soll im allgemeinen Kupfer, Eisen oder Zink verwendet werden. Andere Metalle sollten nur für Nebenleitungen in Betracht kommen, wenn schon Hauptleitungen aus den vorgenannten Metallen vorhanden sind. Wenn möglich, empfiehlt es sich, den Leitungsmaterialien große Oberfläche zu geben.

Die Leitungen gelten als unverzweigt, wenn sie den gesamten Blitzstrahl führen müssen.

Leitungen sind verzweigt, wenn sie nur einen Teil des Blitzes zu führen haben, d. h. wenn von den Auffangvorrichtungen aus mehrere Leitungen zur Erde führen; das ist der normale Fall bei Gebäudeleitungen.

Es ergeben sich dann nach den Leitsätzen die folgenden Minimalquerschnitte:

	Kupfer	Eisen	Zink	Blei
verzweigt . . . . .	25	50	75	150
unverzweigt . . . . .	50	100	150	300

Für die verschiedenen hauptsächlich in Betracht kommenden Materialien sind etwa die folgenden Abmessungen zu empfehlen:

Kupfer:

	unverzweigt Durchmesser mm	verzweigt Durchmesser mm
Draht . . . . .	8	7 <sup>1)</sup>
Band . . . . .	2 × 25	2 × 15
Seil . . . . .	7 Drähte von 3,4	7 Drähte von 2,3

Eisen:

Draht . . . . .	11	8
Band . . . . .	3 × 30	2 × 25
oder . . . . .	3 × 35	2,5 × 20
Seil . . . . .	12 Drähte von 3,3	7 Drähte von 3,3

Zink

kommt im allgemeinen nicht als besonders verlegte Leitung in Betracht, sondern meist als Konstruktionsmaterial bei Gebäuden. Es ist jeweils der Querschnitt zu berechnen und zu kontrollieren.

Dasselbe gilt für Blei.

Eisenleitungen sollten nur gut verzinkt verwendet werden. Außerdem empfiehlt es sich, nach der Verlegung einen rostschützenden Anstrich zugeben und zu unterhalten.

Die Gebäudeleitungen zerfallen ihrer Lage nach in Dachleitungen und Ableitungen. Alle Leitungen sind in großen Längen zu verwenden und Verbindungen möglichst zu vermeiden.

a) Dachleitungen: Die Dachleitungen sollen über die Stellen geführt sein, welche dem Einschlagen des Blitzes am meisten ausgesetzt sind. Sie sollen auf den First, auf Graten und Kanten, Giebeln, und zwar besonders dort liegen,

<sup>1)</sup> Aus Festigkeitsrücksichten sollte Draht von 6 mm Durchmesser entsprechend dem zulässigen Querschnitt von 25 qmm nicht verwendet werden.

wo diese Teile sich auf der Wetterseite befinden. Die Dachleitungen dienen dann als Fangleitungen.

Ist ein First länger als 20 m, so sollen die von der Firstleitung zu den Ableitungen führenden Dachleitungen nirgends weiter als 15 bis 20 m entfernt sein. Bei geringerer Dachneigung als etwa  $35^{\circ}$  wächst die Gefahr eines Einschlages in die Dachfläche. Derselben begegnet man durch Herabsetzung des Abstandes der Dachleitungen, durch Anbringung von horizontalen, parallel zum First laufenden Leitungen, insbesondere einer solchen längs der Traufkante, oder durch Anbringung besonderer, die Dachfläche schützender Auffangvorrichtungen.

Die Befestigung der Leitungen kann auf verschiedene Weise erfolgen, jedenfalls sind alle sogenannten Isolierungen durch Porzellan, Glas u. dgl. zu vermeiden.

Bei weichgedeckten Gebäuden (Stroh-, Rohr-, Schilf- oder Schindeldächern) ist die Leitung mittels Holzstützen mindestens 40 cm über dem First und im Abstand von mindestens 20 cm von den Dachflächen zu verlegen.

Bei hartgedeckten Dächern kann man die Leitungen entweder mit Haltern so befestigen, daß sie direkt auf der Dachfläche aufliegen oder sich in einem Abstand von 3 bis 5 cm vom Dache befinden. Hierbei können die Leitungen entweder über dem First liegen oder seitlich davon.

Die abwärts führenden Dachleitungen kann man statt auf den Dachflächen auf den Windbrettern der Giebelseiten verlegen; diese Verlegung kann auch anliegend erfolgen.

Die Halter sind in Abständen von 1 bis 2 m anzubringen. Als Material für die Halter ist gutes, zähes, verzinktes Eisen oder auch Kupfer zu verwenden.

Sind die Firste, Grate, Kehlen, Windbretter oder dgl. mit Metall verkleidet, so sind diese Metallteile unter sich und mit den Auffangvorrichtungen zu verbinden. Es sind keine besonderen Dachleitungen mehr erforderlich, wenn diese Metallteile den durch die Leitsätze geforderten Querschnitt haben, und ihre Stoßstellen den in den Leitsätzen aufgestellten Bedingungen für die Verbindungen in den Leitungen entsprechen. Sind die Metallteile schwächer, so können sie entweder als Zweigleitungen eingeschaltet oder

durch beigelegte Leitungen verstärkt und als einzige Leitung verwendet werden.

Bei Dächern, die ganz oder auf großen Strecken mit Metall gedeckt sind, können besondere Leitungen fortfallen, wenn die Metallstücke mit den Auffangvorrichtungen und unter sich verbunden sind. Dasselbe gilt für Gebäude mit zusammenhängenden eisernen Dachstühlen bei Verwendung geeigneter Auffangvorrichtungen. Jedenfalls müssen alle größeren auf dem Dache oder in dessen Höhe vorhandenen Metallstücke, wenn sie auch nicht als Leitungen benutzt werden, wenigstens unten verbunden werden.

Zu diesen Metallteilen gehören: Kaminaufsätze, Windfahnen, Zierknaufe, Firstzinke, Gratzinke, Kehlbleche und andere Blechverwahrungen, Dachrinnen, Kiesleisten, Schneefanggitter, große eiserne Dachfenster, eiserne Gestänge für elektrische Leitungen, Glockenstühle, Uhrtransmissionen, Wasserreservoirs, eiserne Treppengeländer, eiserne Leitern, Reklameschilder u. dgl. Die das Dach durchdringenden Metallkörper, wie Auffangstangen, Fahnenstangen usw., sind mit ihrem unteren Ende anzuschließen, wenn sie in den Dachraum hineinragen und wenn andere Metallteile ihrem unteren Ende nahekommen, oder geerdete Leiter leicht erreichbar sind. Je schlechter der Erdschluß der ganzen Blitzableitung ist, um so notwendiger ist die Erdung solcher in das Gebäude eindringenden Metallteile.

Die Verbindungen der Metallteile untereinander und mit den Ableitungen sollen möglichst entsprechend dem Absatz 4 durchgeführt werden; dienen die Metallteile als einzige Leitungen, so müssen diese Bedingungen eingehalten werden.

b) Ableitungen: Hierunter sollen die Ableitungen verstanden werden, die vom Dache zu den Erdleitungen führen.

Im allgemeinen sollen an jedem Gebäude mindestens zwei Ableitungen vorhanden sein. Im übrigen wird ihre Zahl dadurch bestimmt, daß jede quer zum First gelegene Dachleitung einer in derselben Linie verlaufenden Ableitung entspricht. Wenn jedoch Metaldächer als Dachleitung dienen, oder wenn die Dachleitungen an eine längs der Traufkante vorhandene zusammenhängende Leitung angeschlossen



sind, kann die Anzahl der Ableitungen dadurch bemessen werden, daß der Abstand der Ableitungen voneinander nicht größer als 20 m sein soll.

Bei höheren Türmen und Schornsteinen empfiehlt es sich, zwei Ableitungen zu verwenden, von denen eine möglichst an der Wetterseite verlegt wird.

Die Leitungen an den Wänden können auf 2 bis 5 cm hohen Stützen verlegt oder unmittelbar aufliegend mit Haken oder entsprechenden Krampen in Abständen von etwa 1 m befestigt werden. Dann sind diese zweckmäßig mit einem Anstrich zu versehen, der sie vor einem Angreifen durch Mauersalze u. dgl. schützt.

Sind an oder im Gebäude Metallteile vorhanden, die sich vom Dache aus nach der Erde erstrecken, und die bei genügender Dauerhaftigkeit den für Gebäudeleitungen gestellten Bedingungen entsprechen, so können diese als Ableitungen benutzt werden.

Sehr günstige Ableitungen bilden wegen ihrer großen Oberfläche die Abfallrohre, wenn die einzelnen Rohrschüsse so gut ineinander passen, daß eine dauerhafte Verbindung gewährleistet ist, oder wenn sie durch aufgelötete Streifen von entsprechendem Querschnitt bzw. durch eine am Rohr angebrachte Leitung Verbindung besitzen. Sind die Kehlen, Regenrinnen und Abfallrohre von solcher Art, daß über ihren Fortbestand und gute Unterhaltung Zweifel bestehen können, so dürfen sie nicht an Stelle einer vorgeschriebenen Ableitung verwendet werden. Anzuschließen sind sie trotzdem. Ebenso können eiserne vertikale Träger als Ableitungen verwendet werden, wenn es möglich ist, sie an den äußersten Enden mit den Dachleitungen und Erdleitungen zu verbinden.

Sind die Wände eines Gebäudes ganz aus Metall, oder sind größere zusammenhängende Metallteile vorhanden, die bis zum Erdboden gehen und gute Erdleitung besitzen oder erhalten, so können besondere Ableitungen fortfallen. Größere Metallteile, auch wenn kein vollständiger metallischer Zusammenhang zwischen ihnen besteht, sind tunlichst mit **der Ableitung, und zwar dann an beiden Enden, zu verbinden.**

Je vereinzelter solche Metallgegenstände sind, je mehr sie im Innern des Gebäudes liegen, je besser sie gegen die

Erde isoliert sind und je mehr sie in horizontaler Richtung verlaufen, desto weniger ist die Verbindung mit dem Blitzableiter notwendig. Die Blitzableitung ist dann möglichst fern von den Metallobjekten zu führen.

Die sich in den Gebäuden bis in die Nähe des Daches erstreckenden Rohre der Gas- und Wasserleitung und der Zentralheizung sind mit den Dachleitungen zu verbinden; die Zentralheizung ist auch unten an die Erdleitung anzuschließen. Ebenso sollen eiserne Treppen und sonstige, besonders aber die sich in größerer Länge senkrecht erstreckenden Metallteile oben und unten angeschlossen werden. Der untere Anschluß ist entbehrlich, wenn die Metallteile an sich gut geerdet sind. Je näher sie einer Ableitung liegen, um so wichtiger ist ihr Anschluß.

In ihrem unteren Teil, vor dem Eintritt in den Boden, sind die Ableitungen durch übergelegte ca. 2 bis 2,5 m lange Winkeleisen, U-Eisen, Holzleisten oder dgl. gegen Beschädigungen zu schützen. Bei Verwendung von Eisenrohren empfiehlt es sich, sie am oberen Ende mit der Leitung zu verbinden. Alle Schutzverkleidungen sind ungefähr 20 bis 30 cm tief in die Erde mit einzuführen. Bei Eisenleitungen kann auch der Schutz in der Weise durchgeführt werden, daß die Leitung auf der bedrohten Strecke so stark bemessen wird, daß sie selber den zu befürchtenden Angriffen standzuhalten vermag.

Bei den als Ableitungen benutzten Abfallrohren legt man den Anschluß an die Erdleitung zweckmäßig hinter das Rohr und schafft hierdurch einen Schutz. Der Eintritt in die Erde kann noch besonders geschützt werden.

Den Anschluß der Erdleitung an das Abfallrohr stellt man durch eine Schelle von verzinktem Eisen, Zink oder Kupfer (je nach Rohrmaterial) her, die an das Rohr mittels Schraubung festgeklemmt wird. Die Rohrschelle kann derartig eingerichtet sein, daß sie gleichzeitig eine Trennstelle ergibt.

Die Trennstellen, die im allgemeinen über der Schutzverkleidung in den Ableitungen sitzen sollen, sind überall dort erforderlich, wo die Widerstandsmessung einer unzugänglichen Verbindung ermöglicht werden soll und zu diesem Zweck Verzweigungen des Stromweges ausgeschaltet

werden müssen, vor allem bei den Haupterdleitungen. Die Trennstellen sollen leicht lösbar sein, sich aber nicht von selbst lösen können, große Berührungsflächen besitzen und nicht leicht oxydieren.

Bei bandförmigen Leitern genügt z. B. das Übereinandergreifen zweier Bänder auf einer Länge von 10 bis 15 cm, und die Aufeinanderpressung durch drei großköpfige Mutterschrauben unter Zwischenlage von Weichmetall. Ein am oberen Ende angebrachtes Tropfblech schützt vor Eindringen von Feuchtigkeit. Bei Draht- oder Seilleitungen sind die üblichen Schraubverbindungen einfacher Konstruktion zu verwenden.

### 3. Erdleitungen.

Auf die Herstellung guter Erdleitungen ist der allergrößte Wert zu legen. Für die Leitungen in der Erde können die gleichen Materialien wie für die Gebäudeleitungen (vgl. 2.), mindestens mit dem dort angegebenen Querschnitt, verwendet werden. Mit Rücksicht auf die Haltbarkeit empfiehlt es sich, hierbei die Materialien nicht unter 2 mm, bei Kupfer nicht unter 1,5 mm Dicke zu wählen.

Befinden sich im Gebäude oder in einer Entfernung von weniger als 10 m Gas- oder Wasserleitungsrohre, so sind diese unbedingt in erster Linie als Erdleitung zu benutzen. Sind beide Rohrsysteme vorhanden, so empfiehlt es sich, dieselben auch untereinander zu verbinden. Gasmesser sind durch Leitungen zu überbrücken, solange ihre Bauart an sich nicht Sicherheit gewährleistet.

Der Anschluß der Ableitungen an die Rohrleitungen kann in den Kellerräumen oder im Erdboden geschehen. Er wird zweckmäßig mit einer Schelle hergestellt. Die Anschlußschellen müssen so stark bemessen sein, daß eine kräftige Pressung zwischen dem Schellenkörper und der Rohrwandung erzeugt werden kann. Die Schelle muß mit einer Zwischenlage von Weichmetall fest auf das Rohr gepreßt werden. Man kann dann das Ganze nochmals mit Blei umgießen und stark mit Teer oder geteertem Hanf umgeben.

Bei in der Erde liegenden Anschlüssen sollte der Teer-anstrich, welcher die Anschlüsse gegen Zerstoren durch

Bodenfeuchtigkeit schützt, keinesfalls fehlen. Er ist auch bei Verbindungen von Leitungen unter sich in der Erde zu verwenden.

Beim Anschluß einer einzelnen Ableitung an ausgedehnte Metallrohrnetze ist eine weitere Erdung für diese Ableitung überflüssig. Sind mehrere Ableitungen vorhanden, so sind, unter Berücksichtigung der unter 3 bis 6 aufgeführten Gesichtspunkte auch mehrere Erdungen vorzusehen.

Zur Erdung empfehlen sich bei hochliegendem Grundwasser größere in dasselbe versenkte flächen-, netz- oder röhrenförmige Metallkörper; die zu diesen führenden Erdleitungen sollen sich auf möglichst große Länge in den bestleitenden Erdschichten erstrecken. Bei tiefliegender und schwer erreichbarem Grundwasser sind an Stelle jener Metallkörper möglichst lange und tunlichst verzweigte Oberflächenleitungen zu verwenden. Diese sind so tief zu verlegen, daß sie einerseits genügend gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind, andererseits die bestleitenden Erdschichten aufsuchen. Oberflächenleitungen sind je nach den Bodenverhältnissen verschieden lang zu wählen. Bei gutem Boden (Humus oder Lehm) werden Längen von 10 bis 15 m für jede Ableitung meist ausreichen. Bei trockenem und sandigem Boden sind die Leitungen gegebenenfalls um das ganze Gebäude zu legen (Abstand ungefähr 1,5 bis 2 m), und Ausläufer, die sich auch fächerförmig verteilen können, nach feuchten Stellen zu führen. Ebenso kann die Erdung durch Verbindung der Erdleitungen untereinander verbessert werden, durch Ausläufer nach benachbarten Dungstätten, Teichen, Gräben, Brunnen, Pumpen mit eisernen Brunnenstöcken u. dgl. Wenn diese sich näher als 15 m vom Gebäude befinden, so ist mindestens ein Teil derselben anzuschließen.

Handelt es sich um Gebäude, die durch ihren Inhalt (viele Metallteile, explosive Stoffe oder dgl.) stark gefährdet sind, so ist auf die Erdleitung erhöhter Wert zu legen.

Gestatten besonders schwierige Bodenverhältnisse die Verwendung von Oberflächenleitungen oder die wünschenswerte unterirdische Verbindung der Erdleitungen nicht, so sind oberirdische, nahe der Erdoberfläche oder im Keller geführte Verbindungen der Ableitungen zulässig.

Die ins Grundwasser verlegten Metallkörper (Platten, Netze, Schienen, Rohre, Stangen usw.) sollen mindestens  $\frac{1}{2}$  qm einseitige Oberfläche besitzen und unter dem tiefsten Grundwasserstand bleiben. Gelingt es nicht, das Grundwasser zu erreichen, so sollen die Platten größer genommen und in Lehmmulden (Koks greift die Metalle an) gebettet werden, oder besser durch möglichst lange Oberflächenleitungen ersetzt werden.

Die Plattendicke ist bei Kupfer (verzinkt) nicht unter 1 mm, bei Eisen (verzinkt) nicht unter 2 mm zu wählen.

Statt Platten können auch gleich große Netze aus 4 mm Drähten mit einer Maschenweite von nicht über 100 qmm verwendet werden.

Erdplatten dürfen nicht in Spiralen, sondern nur in Zylinderform gerollt werden.

Im Brunnen sollten wegen der Vergiftungsgefahr kupferne Platten nur in gut verzintem Zustand verwendet werden.

Bei Verlegung von Platten in Brunnen und Gewässern ist zu berücksichtigen, daß reines Wasser schlecht leitet. Deshalb ist besonders bei offenen Gewässern die Verlegung von Oberflächenleitungen im feuchten Ufer den Platten im Wasser vorzuziehen. Bei der Wahl der Stelle für die Verlegung der Oberflächenleitungen sind besonders die Stellen zu berücksichtigen, die durch Abwasser dauernd feucht gehalten werden, was sich oft durch starke Vegetation zeigt.

Sind an einem Gebäude nicht alle nach dem Boden zu verlaufenden Metallteile (wie Abfallrohre u. dgl.) an die Erdleitung angeschlossen, so kann man sie als Nebenleitungen verwenden, indem man wenigstens kurze Leitungen von 3 bis 5 m als Oberflächenleitungen in die Erde führt.

#### 4. Verbindungen.

Bei Herstellung der Verbindungen ist größter Wert auf genügende mechanische Festigkeit und auf Schutz gegen Oxydation zu legen.

Die Verbindung der Leitungen mit den Metallteilen des Gebäudes kann bei Bandleitungen einfach durch Aufnieten oder Aufschrauben auf einer Länge von ungefähr 10 cm, tunlichst unter Zwischenlage von Weichmetall erfolgen. Bei

Draht- oder Seilleitungen wird das Ende der Leitung vorher in eine Blechhülse mit flächigem Ansatzstück eingelötet, oder in ein besonderes Verbindungsstück eingeführt. Der Anschluß an Rohrleitungen u. dgl. wird mittels Rohrschellen hergestellt, die unter Zwischenlage von Weichmetall an das vorher blank gemachte Rohr gepreßt werden.

Bei Lötungen ist ohne Säure zu lüten, und die Lötstelle nach Fertigstellung gut abzuwaschen.

Alle Verbindungen, besonders aber diejenigen, bei denen zwei verschiedene Metalle zusammenkommen, sind mit einem guthaftenden, wetterfesten Anstrich zu versehen, wenn sie im Freien oder in feuchten Räumen (Keller u. dgl.) liegen. Die Berührungsflächen der Metalle müssen frei von Farbe bleiben.

#### 5. Berücksichtigung benachbarter Bäume und Metallgegenstände.

Der durch benachbarte Bäume entstehenden Gefährdung begegnet man entweder:

1. durch Wegnahme der herüberhängenden Zweige, oder
2. durch Verlegung der Gebäudeableitungen an die den Bäumen nächstgelegene Stelle der Gebäude, oder
3. durch besondere Armierung der Bäume mit Blitzableitern.

In der Nähe der Einführungsstelle elektrischer Freileitungen und an Stellen, an denen solche Leitungen dem Gebäude nahekommen, soll eine Ableitung zur Erde geführt werden.

Sind Freileitungen mit einem geerdeten Leiter an dem Gebäude befestigt, so sollen der geerdete Leiter und metallische Stützen mit dem Blitzableiter verbunden werden. Ebenso sind unmittelbar benachbarte metallische Einzäunungen, Seiltransmissionen, Schienenstrecken usw. möglichst mit der Erdleitung des Blitzableiters zu verbinden.

#### 6. Herstellung des Entwurfes zur Blitzableiteranlage.

Um den Ausführungsplan für eine Blitzableitung festzulegen, ist es notwendig, einen Grundriß herzustellen, aus dem hervorgeht:

1. Die Abmessungen des Bauwerks;
2. die Form des Daches (Dachaufsicht);
3. die Art der Dacheindeckung;
4. diejenigen Teile der Dacheindeckung, welche aus Metall bestehen;
5. die Regenrinnen und Abfallrohre;
6. die aus dem Dache hervorstehenden Bauteile, wobei die Herstellungsart aus Metall oder aus Nichtleitern kenntlich zu machen ist;
7. die Hauptentladungsstellen sowohl im Gebäude als auch in der nächsten Umgebung, z. B. innere Pumpen, Reservoirs, die Hauptzuleitungen für Gas und Wasser (die Einführungsstellen und die obersten Ausläufer), Zentralheizungen mit metallenen Rohrleitungen (Lage des Kessels und des Ausdehnungsgefäßes), Abwasser und andere Gräben, Bäche, Teiche, Brunnen, Düngerstätten, Bodensenkungen, Eisenbahngleise, langgestreckte metallene Umzäunungen;
8. Leiter und andere für den Verlauf des Blitzes in Betracht kommende benachbarte Gegenstände, wie Baumbestände, elektrische Freileitungen u. dgl.;
9. die Nordrichtung.

Erst im Besitze einer solchen vollständigen Zusammenstellung kann die Anordnung einer Blitzableiteranlage in zweckmäßiger Weise ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Hauptentladungsstellen und der bautechnischen Bedürfnisse sind zunächst diejenigen Stellen festzulegen, wo die Ableitungen zur Erde hinabgeführt werden sollen. Als solche Entladungsstellen kommen in Betracht:

- Gas- und Wasserleitungsrohrnetze;
- größere stehende und fließende Gewässer (Seen, Teiche, Flüsse, Kanäle, Gräben, die mit größeren Gewässern in Verbindung stehen);
- hochstehendes Grundwasser;
- nicht ausgemauerte Jauche- und Sickergruben;
- sumpfige Stellen und Teile der Erdoberfläche, die von Jauche, Küchenabflüssen und anderem unreinen Wasser durchtränkt sind;
- Schienengleise;

- metallene Röhrenbrunnen, welche mit dem Grundwasser dauernd in gutleitender Verbindung stehen;
- die verunreinigten und Humusschichten der Erdoberfläche; Abflußstellen von Dachrinnen (Abfallrohren) und sonst von Regenwasser vorzugsweise getränkte Stellen des Geländes;
- Geländepunkte, welche die Erdfeuchtigkeit besser als die Umgebung halten.

In der Regel entspricht ihre Bedeutung dieser Reihenfolge, jedoch können auch die in der Reihenfolge später genannten Stellen je nach ihrer besonderen Ausdehnung und räumlichen Anordnung von größerer Bedeutung werden. Die Bestimmung dieser Hauptentladungsstellen ist der bei weitem wichtigste Teil eines Blitzableiterentwurfes.

Nach Bestimmung der Erdableitungsstellen sind die Einschlagstellen und diejenigen Hervorragungen des Daches festzustellen, welche als Fangvorrichtung benutzt werden sollen. Unter Zugrundelegung dieser durch die Örtlichkeit im voraus gegebenen Punkte sind die Dachleitungen unter Berücksichtigung der bautechnischen Bedürfnisse anzuordnen. Endlich ist zu prüfen, ob das auf diese Weise entstandene Leitersystem noch einer Vervollständigung bedarf, etwa durch Vermehrung der Dachleitungen, der absteigenden Leitungen, der Erdungen, Anschluß innerer oder äußerer Metallmassen oder durch Heranziehung entfernter Entladungsstellen, damit die Anlage im ganzen den vorstehend besprochenen Anforderungen genügt.

Die hierbei sich mit Notwendigkeit aufdrängende Frage, wie weit die einzelnen Gebäudeteile durch höher gelegene Auffangvorrichtungen, Fang- oder Dachleitungen geschützt sind, und in welcher Weise die letzteren nach Zahl und Höhe etwa zu verändern sind, um mit einfachen Mitteln möglichst vollständigen Schutz zu erreichen, kann nicht durch theoretisch fest begründete Formeln entschieden werden, ist vielmehr Sache der Übung und Erfahrung.

#### Zusammenfassung.

Ein ordnungsmäßiger Blitzableiter, d. h. ein solcher, welcher für gewöhnliche Gebäude in Stadt und Land die



Blitzgefährdung auf ein hinreichend kleines Maß herabsetzt, muß folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Die dem Einschlag ausgesetzten Ecken und Kanten des Gebäudes sollen entweder als Auffangvorrichtungen ausgebildet oder durch darüber hinweg geführte Leitungen geschützt, oder durch höher gelegene Blitzableiterteile genügend gedeckt werden.

2. Der Blitzableiter soll mit allen seinen Verzweigungen einen lückenlosen metallischen Weg von genügend großem Querschnitt und genügender Dauerhaftigkeit bilden, der von dem höchsten Teil des Gebäudes zu der Erde führt und hier durch genügend große Berührungsflächen in möglichst widerstandsloser Verbindung mit den großen Leitermassen des Erdreichs steht.

3. Vorhandene Gas- und Wasserleitungen sind mindestens als ein Teil der Erdleitung zu verwenden.

4. Metallgegenstände sind nach Maßgabe ihrer Größe und Lage anzuschließen.

5. Alle Verbindungen der Blitzableiterteile untereinander sollen dauerhaft ausgeführt sein.

6. Die Auslegung der im Vorstehenden gesperrt gedruckten Worte hängt von dem gewünschten Grade der Vollkommenheit des Blitzschutzes ab. Die vorstehenden Erläuterungen und die in den Leitsätzen des Elektrotechnischen Vereins niedergelegten Gesichtspunkte sollen hierbei maßgebend sein.

#### **Blitzschutz von Gebäudekomplexen.**

Aneinander stehende oder gruppenweise vereinigte Gebäude lassen sich häufig mit erheblichem Vorteil durch eine gemeinsame Blitzableiteranlage schützen. Ausführungsvorschläge hierfür bleiben vorbehalten.

#### **C. Die Prüfungen.**

Abnahmen, Untersuchungen und Messungen an Blitzableitern sollen von sachverständigen Personen mit genügender Erfahrung und entsprechender technischer Vorbildung vorgenommen werden.

Über alle an Blitzableitern vorgenommenen Untersuchungen ist Buch zu führen, und das Ergebnis dem Gebäude-

besitzer mitzuteilen. Die Untersuchungen sind immer in der gleichen Weise übersichtlich aufzuzeichnen, sie werden am besten in ein Prüfungsbuch eingetragen. Ein bewährtes Muster eines solchen ist nachstehend mitgeteilt.

Untersuchungen einer Anlage sind vorzunehmen:

- a) tunlichst bald nach Fertigstellung;
- b) nach Vornahme von Änderungen und Reparaturen an der Blitzableiteranlage oder am Hause, wenn durch letzteres die Blitzableiteranlage in Mitleidenschaft gezogen wurde;
- c) nach stattgefundenem Blitzschlag;
- d) innerhalb regelmäßiger Zwischenräume, und zwar sollen die Gebäude, die unter A a, b, c, d aufgeführt sind, mindestens alle zwei Jahre untersucht werden. Bei sonstigen Gebäuden wird empfohlen, die Untersuchung mindestens alle fünf Jahre vorzunehmen. Es ist darauf hinzuwirken, daß die bei dieser Untersuchung vorgefundenen Mängel baldigst beseitigt werden.

Bei Neuanlagen sowie bei den späteren Revisionen ist es wichtig, festzustellen, ob die am Gebäude vorhandenen Metallteile in ausreichender Weise berücksichtigt und angeschlossen, ob die Verbindungen gut hergestellt, an den bekannten Einschlagstellen Auffangvorrichtungen vorgesehen sind und eine genügende Anzahl Ableitungen und Erdleitungen angebracht wurde. Es ist auch darauf zu achten, ob wegen inzwischen erfolgter Reparaturen und baulicher Veränderungen Ergänzungen nötig sind.

Hierfür sowie für die Prüfung der Dach- und Ableitungen ist eine genaue Besichtigung am besten geeignet. Widerstandsmessungen geben im allgemeinen über den Zustand der Gebäudeleitungen keinen brauchbaren Aufschluß, sie können aber gegebenenfalls bei der Untersuchung der Erdleitungen und wichtiger nicht zugänglicher Teile der Blitzableitung mit Erfolg angewendet werden. Ist Wasser- oder Gasleitung vorhanden oder in der Nähe, so ist gegen diese zu messen, andernfalls gegen Hilfserden. Der ermittelte Widerstand darf nicht wesentlich größer als 1 Ohm sein, wenn Wasser- oder Gasrohranschluß als Erdung angewandt wurde. Bei Oberflächenleitungen oder sonstigen Erdungen

(Platten, Netzen, Rohren) ergeben sich je nach den Bodenverhältnissen Größe und Erdung, Grundwasserstand u. dgl. verschiedene Werte. Der Widerstand schwankt zwischen etwa 5 und 25 Ohm, aber selbst Widerstände, die noch wesentlich höher sind, können bei besonders ungünstigen Bodenverhältnissen genügen. Bei normalen Bodenverhältnissen (Humusboden, Erdleitungen von ca. 25 bis 40 m Länge oder Netze im Grundwasser) lassen sich Werte von 5 bis 15 Ohm erreichen. Es kann nicht ein bestimmter geringster Wert gefordert werden. Es muß aber verlangt werden, daß der Erdwiderstand der Blitzableiteranlage der geringste aller in der Nähe erreichbaren Erdwiderstände ist.

Bei der Beurteilung des Erdwiderstandes ist zu berücksichtigen, daß derselbe je nach der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen verschieden sein kann. Ganz bedeutende Änderungen kann, speziell bei Erdplatten, die Senkung des Grundwasserstandes hervorrufen.

#### **Muster für ein Prüfungsbuch.**

Ort . . . . .  
Besitzer . . . . .  
Bestimmung des Gebäudes . . . . .  
Bauart . . . . .  
Größere Metallteile in und an dem Gebäude . . . . .  
Untergrundverhältnisse . . . . .  
Bodenart . . . . .  
Wann ist die Anlage errichtet? . . . . .  
Blitzableiteranlage: (Lageplan mit Himmelsrichtungen, genaue Einzeichnung der Blitzableiterleitungen, Erdleitungen usw.; Umgebung, Brunnen, Bäche, Dunggruben, Bäume, gepflasterte Straßen, Wege usw.).

#### **Prüfungen:**

Datum und Tageszeit . . . . .  
Wetter (auch der vorhergehenden Tage) . . . . .  
Oberirdische Leitung: (Zustand der Dachleitungen, Verbindungsstellen usw., notwendige Anschlüsse von Metallteilen usw.).  
Erdleitung: Meßresultat, Beschaffenheit etwa sichtbarer Wasserleitungsanschlüsse, Angaben über verwendete Hilfserden, Vorschläge zur Verbesserung der Erde usw.

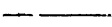
Am Gebäude, seinen Metallteilen und seiner Umgebung sind Änderungen eingetreten, welche bei der Blitzableiteranlage folgende Veränderungen bedingen.

Datum . . . . . Wetter . . . . .  
 Oberirdische Leitung . . . . .  
 Erdleitung . . . . .

Datum . . . . . Wetter . . . . .  
 Oberirdische Leitung . . . . .  
 Erdleitung . . . . .

**Bezeichnungweise für Blitzableiterzeichnungen.**

Blitzableitung einschließlich aller Teile	rot.
Rohrleitungen . . . . .	blau.
Andere Metallteile einschließlich Abfallrinnen und Abfallrohre . . . . .	grün.
Sichtbare Teile . . . . .	durchgezogen.
Verdeckte Teile . . . . .	gestrichelt.
Geplante Erweiterung bestehender Anlagen . . . . .	punktiert.
Auffangsstangen . . . . .	roter Kreis.
Fangendigung . . . . .	rote Kreisscheibe.
Trennstellen . . . . .	zwei sich berührende Kreisscheiben.
Anschlußstellen . . . . .	ein zur Blitzableitung senkrechter Strich.
Abfallrohre . . . . .	grüner Kreis.
Träger, vertikal . . . . .	grüne Kreisscheibe.
Träger, horizontal . . . . .	grün strichpunktiert.
Erdung (allgemein) . . . . .	rotes Rechteck.
Falls nähere Form der Erdung angegeben werden soll:	
Platte . . . . .	rotes Rechteck mit schraffierter Fläche.
Netz . . . . .	rotes Rechteck kariert.
Rohrkörper . . . . .	roter Kreis im Rechteck.
Eiserne Pumpe . . . . .	blauer Ring mit Mittelpunkt.
Brunnen, Sickergrube . . . . .	blaues Quadrat.



## **49. Leitsätze, betreffend die einheitliche Errichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen.<sup>1) 2)</sup>**

Angenommen auf der Jahresversammlung 1910. Veröffentlicht:  
ETZ 1910 S. 492.

### **Leitsatz 1.**

Ziel der Fortbildungskurse ist es, den mit der Einrichtung und Wartung elektrischer Starkstromanlagen betrauten Monteuren, Maschinisten und Wärtern ein besseres Verständnis für diejenigen Maßnahmen zu geben, welche zur Sicherheit der mit genannten Anlagen in Berührung kommenden Personen und für eine ordnungsmäßige Betriebsführung erforderlich sind.

### **Leitsatz 2.**

Weiterhin ist anzustreben, dem natürlichen Interesse für die in Betracht kommenden Vorgänge durch Aufklärung darüber Rechnung zu tragen und hierdurch die Berufsfreudigkeit zu erhöhen.

### **Leitsatz 3.**

Zur Teilnahme an den Fortbildungskursen sollen nur Monteure und Wärter zugelassen werden, welche bereits praktisch in dieser Eigenschaft längere Zeit hindurch tätig waren.

---

<sup>1)</sup> Erläuterungen siehe ETZ 1910 S. 490.

<sup>2)</sup> Sonderdrucke mit Erläuterungen können von der Geschäftsstelle des Verbandes deutscher Elektrotechniker bezogen werden.

#### **Leitsatz 4.**

Es sollen nur solche Gegenstände in den Kursen behandelt werden, welche die Ausführung der praktischen Arbeiten fördern. Theoretische Auseinandersetzungen sind grundsätzlich zu beschränken.

#### **Leitsatz 5.**

Das Programm der Kurse soll vor allen Dingen auf den Stoff der Errichtungs- und Betriebsvorschriften sowie der Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe und der empfehlenswerten Maßnahmen bei Bränden Rücksicht nehmen. Weiteres richtet sich nach lokalen Verhältnissen.

#### **Leitsatz 6.**

Es ist anzustreben, daß als Vortragende Herren gewählt werden, die in der Praxis stehen oder in enger Berührung mit derselben sind.

#### **Leitsatz 7.**

Bei allen Kursen sollten möglichst akademische Vorträge vermieden werden. Der Stoff sollte vielmehr in Besprechungen, Vorführungen und Übungen (gegebenenfalls Exkursionen) behandelt werden.

#### **Leitsatz 8.**

Es empfiehlt sich, den Einfluß der Vorträge dadurch nachhaltiger zu gestalten, daß man den Hörern kurze Auszüge aus denselben gibt. Außerdem hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, den Hörern geeignete Bücher nachzuweisen, wenn möglich, zu ermäßigten Preisen beziehungsweise kostenlos zur Verfügung zu stellen.

#### **Leitsatz 9.**

Es sollen grundsätzlich keine Zeugnisse, sondern lediglich Teilnahmebescheinigungen ausgestellt werden, aus denen hervorgeht, welche Gebiete in dem Kursus behandelt worden sind.

**Leitsatz 10.**

Die Fortbildungskurse müssen so eingeteilt werden, daß eine Unterbrechung des Erwerbes seitens der Hörer nicht notwendig ist.

**Leitsatz 11.**

Seitens der Arbeitgeber ist eine Förderung der Kurse erwünscht.

**Leitsatz 12.**

Die zum Verbands gehörigen elektrotechnischen Vereine sollen dafür besorgt sein, daß in ihrem Bezirke Kurse abgehalten werden, welche den vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Leitsätzen entsprechen.

**Leitsatz 13.**

Die Kurse sollen möglichst als ständige Einrichtungen ausgebildet werden.

**Schlußbemerkung.**

Es wird davon Abstand genommen, einen Einheitsplan für die Kurse vorzuschreiben, einesteils weil die Frage des Stoffes noch zu sehr im Flusse ist, andererseits weil Auswahl und Behandlung nach lokalen Verhältnissen verschieden sein müssen. Um jedoch Vereinen, welche solche Kurse erstmalig einzurichten beabsichtigen, einen Anhalt zu geben, wird auf den Aufsatz von Dettmar: ETZ 1909, S. 678 verwiesen, welcher eine Zusammenstellung der Programme bestehender Kurse enthält. Ferner wird im folgenden auf Grund bereits gesammelter Erfahrungen eine Übersicht des in Betracht kommenden Stoffes gegeben.

---

I. Das Wesen des Magnetismus und der Elektrizität.

1. Magnetismus.
2. Elektrizität.
3. Wechselwirkung zwischen Magnetismus und Elektrizität.

- II. Wichtigste Stromerzeuger der Starkstrom-technik.
  - 1. Gleichstrommaschinen.
  - 2. Wechselstrommaschinen.
  - 3. Transformatoren, Umformer.
  - 4. Batterien.
- III. Verwendung des elektrischen Stromes.
  - 1. Beleuchtung:
    - a) Glühlicht.
    - b) Bogenlicht.
    - c) Sonstige Lampen.
  - 2. Kraft:
    - a) Gleichstrom.
    - b) Wechselstrom.
    - c) Drehstrom.
  - 3. Heizung und sonstige Zwecke (Galvanoplastik).
- IV. Verteilung der elektrischen Energie.
  - 1. Verschiedene Leitungssysteme für Gleich- und Wechselstrom.
  - 2. Verschiedene Leitungssysteme für Mehrphasenstrom.
  - 3. Berechnung einfachster Leitungsanlagen (Stromdichte und Spannungsabfall).
  - 4. Hochspannungs-Übertragungsanlagen.
- V. Meßkunde.
  - 1. Hauptsächliche Meß- und Prüfapparate (Volt-, Ampere- und Wattmeter, Elektrizitätszähler und Isolationsmesser).
  - 2. Wichtige Meßarbeiten des Monteurs. (Isolationsmessungen nach den Errichtungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und sonstige Messungen.)
- VI. Spezielle Installationslehre, unter besonderer Berücksichtigung der Errichtungsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
  - 1. Aufstellung von Generatoren, Motoren, Transformatoren und Batterien.



2. Materialien- und Apparatenkunde.
3. Aufstellung von Schalttafeln und Apparaten.
4. Herstellung unterirdischer Leitungsanlagen.
5. Herstellung oberirdischer Freileitungsanlagen.
6. Herstellung oberirdischer Innenleitungsanlagen.
7. Anbringung von Lampen und sonstigen Stromverbrauchern.
8. Leitungspläne und Materialabrechnung.

VII. Spezielle Betriebslehre, unter besonderer Berücksichtigung der Betriebsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

1. Inbetriebsetzung und Wartung elektrischer Maschinen und Transformatoren.
2. Schaltungsarbeiten an elektrischen Maschinen und Transformatoren.
3. Behandlung der Akkumulatorenbatterien im Betriebe.
4. Allgemeiner Betriebsdienst bei Starkstromanlagen.

VIII. Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen.

1. Maßnahmen bei Bränden.
  2. Wiederbelebungsversuche.
  3. Besprechung von Unfällen.
-

## Nachtrag.

### A. Beschäftigung von Studierenden in Elektrizitätswerken.

Nach Ansicht des Vorstandes des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ist es zweckmäßig, wenn das Studium der angehenden Elektroingenieure in vorgerücktem Semester eine praktische Ergänzung durch eine mehrmonatliche Tätigkeit im Betrieb eines Elektrizitätswerkes erfährt. Um die Durchführung dieses Gedankens zu ermöglichen, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker unter freundlicher Unterstützung der Vereinigung der Elektrizitätswerke eine größere Anzahl von Elektrizitätswerken gebeten, den Studierenden vorgerückten Semesters zu einer solchen praktischen Tätigkeit Gelegenheit zu geben. Die Bemühungen sind von Erfolg begleitet gewesen, da sich insgesamt ca. 140 Elektrizitätswerke zur vorübergehenden Beschäftigung Studierender bereit erklärt haben. Einige der größeren Werke werden gleichzeitig mehreren Herren Gelegenheit zur Weiterbildung geben.

Seitens der Elektrizitätswerke werden folgende Bedingungen gestellt:

1. die Beschäftigung erfolgt ohne gegenseitige Vergütung;
2. der Studierende unterwirft sich allen bei den Werken bestehenden Bestimmungen, insbesondere auch der Arbeitsordnung;
3. der Studierende hat keinen Anspruch auf Entschädigung irgendwelcher Art bei Unfällen, welche ihm im Betriebe direkt oder indirekt zustoßen. Kosten für etwa notwendig erscheinende Versicherungen sind von den Studierenden selbst zu tragen.

Nachstehende Tabelle enthält diejenigen Werke, welche ihre Bereitwilligkeit zur Beschäftigung von Studierenden erklärt haben. Wenn hiervon Gebrauch gemacht werden soll, ist in jedem Fall eine besondere Verhandlung mit der Leitung des Werkes vorher erforderlich.

**Verzeichnis der Elektrizitätswerke, welche sich bereit erklärt haben, Studierenden in vorgerückten Semestern Gelegenheit zu einer mehrmonatlichen Tätigkeit im Betriebe zu bieten.**

- Aarhus** (Dänemark), Elektrizitätswerk.  
**Achern** i. Baden, Rhein. Schuckert-Gesellschaft, Mannheim.  
**Aibling**, Bad (Bayern), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Alfeld** (Leine), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Altenessen**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Alleben** a. S. Elektrizitätswerk, e. Genoss. m. b. H.  
**Annaberg** i. Erzgeb., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Ansbach**, Fränkische Überlandzentrale, A.-G.  
**Apenrade**, Reg.-Bez. Schleswig, Elektrizitätswerk, A.-G.  
**Auerbach** (Vogtl.), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Augsburg**, Lech-Elektrizitätswerk, A.-G.  
**Bachhagel**, Elektrizitätswerk für das Bach- u. Egautal, e. G. m. b. H.  
**Barmen**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Berchtesgaden** (Bayern), Elektrizitätswerk, Cont.-Gesellschaft für elektrische Unternehmen, Nürnberg.  
**Bernstadt** i. Schlesien, Elektrizitätswerk Hollaender.  
**Bielefeld**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Bingen**, Elektrizitätswerk Brown, Boverie & Cie. A.-G.  
**Blankenese** in Schleswig, Gemeinde-Elektrizitätswerk.  
**Bredstedt** in Schleswig, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Breslau**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Breslau-Gräbschen**, Elektr. Straßenbahn A.-G.  
**Bretleben**, Reg.-Bez. Merseburg, Elektrizitätswerk Bretleben und Umgegend, e. Genoss. m. b. H.  
**Bromberg**, Allg. Lokal- und Straßenbahn-Gesellschaft.  
**Cassel-Wilhelmshöhe**, Henkels Elektrizitätswerk.  
**Clausthal** i. Harz, Körtings Elektrizitätswerke, A.-G., Berlin.  
**Coblenz**, Coblenzer Straßenbahn-Gesellschaft.  
**Corbach** i. Waldeck, Robert Wefels, Hannover.  
**Danzig**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Dessau**, Elektrizitätswerk, Deutsche Continental-Gasgesellschaft.  
**Dessau-Anhalt**, Überlandzentrale, Deutsche Continental-Gasgesellschaft.  
**Deuben** i. Sachsen, Elektrizitätswerk für den Plauenschen Grund.  
**Deutsch-Krone** i. Westpr., Überlandzentrale des Kreises.  
**Dillingen** a. D., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Dortmund** (Westf.), Verbands-Elektrizitätswerk, A.-G.  
**Edenkoben** (Pfalz), Rhein. Schuckert-Gesellschaft, A.-G., Mannheim.  
**Elberfeld**, Überland- und Zechenzentrale Kupferdreh, G. m. b. H.  
**Elbing** i. Westpr., Elektrizitätswerk und Straßenbahn, G. m. b. H.

- Elsterwerda**, Reg.-Bez. Merseburg, Elektrizitätswerk der Elektr. Lief.-Gesellschaft Berlin.
- Emanuelgrube** bei Mückenbergr (Niederlausitz), Elektrizitätswerk der Braunkohlen und Brikettindustrie A.-G.
- Erfurt**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Erkelenz**, Reg.-Bez. Aachen, Städt. Elektrizitätswerk und Wasserwerk.
- Erstein** i. Unterelsaß, Städt. Elektrizitätswerk.
- Essen**, Rhein.-Westf.-Elektrizitätswerk, A.-G.
- Flatow** i. Westpr., Überlandzentrale, e. G. m. b. H.
- Frankfurt**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Freiburg** i. Br., Städt. Elektrizitätswerk.
- Fröndenberg** (Ruhr), Elektrizitätswerk und Wasserwerk der Gemeinde.
- Fürth** i. B., Städt. Elektrizitätswerk.
- Gebweiler** i. Els.-Lothr., Elektrizitäts-Gesellschaft von Gebweiler und Umgegend, A.-G.
- Geestemünde**, Reg.-Bez. Stade, Städt. Elektrizitätswerk.
- Gera-Reuß**, Straßenbahn A.-G.
- Gleiwitz**, Reg.-Bez. Oppeln, Schles. Elektrizitäts- und Gas-Akt.-Ges.
- Godesberg** a. Rhein, Elektrizitätswerk der Gemeinde.
- Graudenz** i. Westpr., Städt. Elektrizitätswerk und Wasserwerke.
- Grünzburg** i. Bayern, Elektrizitätswerk.
- Hagen** in Westf., Städt. Elektrizitätswerk.
- Halberstadt**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Hameln** a. d. W., Städt. Elektrizitätswerk.
- Hannover**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Harbke** b. Helmstedt, Harbker Kohlenwerke.
- Helmstedt**, Reg.-Bez. Magdeburg, Überlandzentrale, A.-G.
- Herne** i. Westf., Städt. Elektrizitätswerk.
- Herten** i. Westf., Recklinghausener Straßenbahn-Ges.
- Heuchlingen** i. Württbg., Elektrizitätswerk für die Heidenheimer und Ulmer Alb, Gen. m. b. H.
- Hirschberg** i. Schl., Städt. Elektrizitätswerk.
- Iserlohn**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Karlsruhe**, Städt. Elektrizitätswerk.
- Karthaus** i. Westpr., Überlandzentrale Ruthken des Kreises Karthaus.
- Kirchhain** (Bez. Cassel), Städt. Elektrizitätswerk.
- Klingenthal** i. Sachsen, Gemeinde-Elektrizitätswerk.
- Königsberg** i. Pr., Elektrizitätswerk und Straßenbahn A.-G.
- Kunzendorf** (Niederlausitz), Lohser Werke, Bergbaugesellschaft in Kunzendorf.
- Landshut** i. Niederbayern, Städt. Elektrizitätswerk.

- Langenberg-Reuß**, Überlandzentrale Gera-Langenberg.  
**Lichtenberg** i. Erzgebirge, Überlandstromverband Freiberg.  
**Liegnitz**, Elektrizitätswerk, A.-G.  
**Lindau** i. Schwaben, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Linden** b. Hannover, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Linz-Urfahr**, Tramway und Elektrizitätsgesellschaft.  
**Ludwigsburg**, Elektrizitätswerk Beihingen-Pleidelsheim A.-G.  
**Lunzenau** (Mulde), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Magdeburg**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Mainz**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Meißen** i. Sachsen, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Memel**, Ostdeutsche Eisenbahn-Gesellschaft, Königsberg.  
**Minden** i. Westf., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Mittweida**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Möhringen**, Württembergische Nebenbahnen.  
**Mücheln**, Reg.-Bez. Merseburg, Elektrizitätswerk Mücheln und Umgegend, G. m. b. H.  
**Mühlhausen** i. Th., Elektrizitätswerk.  
**München**, Isarwerke, G. m. b. H.  
**München**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**München-Gladbach**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Naia** i. Oberfr., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Neubreisach** i. Els., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Neunkirchen**, Reg.-Bez. Trier, Gemeinde-Elektrizitätswerk.  
**Nordhausen**, Elektrizitätswerk und Straßenbahn-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg.  
**Nürnberg**, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.  
**Oberweimar**, Überlandzentrale, G. m. b. H.  
**Oehringen**, Gemeindeverband Hohenlohe-Oehringen.  
**Osnabrück**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Osterwieck** (Harz), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Paderborn**, Paderborner Elektrizitätswerk und Straßenbahn, A.-G.  
**Pfungstadt** i. Großh. Hessen, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Pirna** i. Sachsen, Elbtalzentrale, A.-G.  
**Plaidt**, Reg.-Bez. Coblenz, Elektrizitätswerk Rauschermühle, A.-G.  
**Plauen** i. Vogtl., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Prenzlau**, Reg.-Bez. Potsdam, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Ranis** i. Th., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Rathenow**, Reg.-Bez. Potsdam, Elektrizitätswerk, A.-G.  
**Regensburg**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Rendsburg**, Städt. Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk.  
**Ronneburg**, S.-A. Elektrizitäts-Genossenschaft Osterland m. b. H.  
**Rummelsburg** i. Pommern, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Schönau** i. W., Städt. Elektrizitätswerk.

- Schöneberg** b. Berlin, Elektrizitätswerk Südwest.  
**Schweidnitz** i. Schles., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Schwenningen** a. N., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Schwerin** a. W., Überlandzentrale Birnbaum-Meseritz, e. G. m. b. H.  
**Sonneberg**, (Sa.-Mein.), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Stargard** i. Pommern, Städt. Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk.  
**Starnberg** i. Oberbayern, El.-Akt.-Ges. vorm. Schuckert & Co.,  
 Nürnberg.  
**Steglitz** b. Berlin, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Stolp** i. Pommern, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Storkow** (Mark), Städt. Elektrizitätswerk.  
**Strausberg** i. Mark, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Stuttgart**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Tangermünde**, Reg.-Bez. Magdeburg, Städt. Beleuchtungs-Depu-  
 tation.  
**Thorn** i. Westpr., Elektrizitätswerke, A.-G.  
**Tilsit**, Elektrizitäts-A.-G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.  
**Treuen** i. Vogtl., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Trier**, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Tübingen** i. Württbg., Städt. Elektrizitätswerk.  
**Uelzen** i. Hannover, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Unterjesingen** i. Württbg., Elektr. Kraftübertragungen, G. m. b. H.  
**Velten** b. Berlin, Gemeinde-Elektrizitätswerk.  
**Vohwinkel**, Reg.-Bez. Düsseldorf, Elektrizitätswerk.  
**Waldenburg** i. Sachsen, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Waldsee** i. Württbg., Elektrizitätswerk Waldsee-Aulendorf, A.-G.  
**Weißwasser** (Lausitz), Lausitzer Elektrizitätswerk, G. m. b. H.  
**Wittenberge**, Bez. Potsdam, Städt. Elektrizitätswerk.  
**Worms**, Elektrizitätswerk Rheinhessen, A.-G.

## B. Beschlüsse des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (A. E. F.).

Nachstehend sind die unter Mitwirkung von Vertretern  
 der Deutschen Bunsen-Gesellschaft,  
 der Deutschen Physikalischen Gesellschaft,  
 des Elektrotechnischen Vereins Berlin,  
 des Elektrotechnischen Vereins Wien,  
 des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins  
 in Wien,  
 des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-  
 Vereines,

des Verbandes Deutscher Zentralheizungs-Industrieller,  
 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker,  
 des Vereins Deutscher Ingenieure,  
 des Vereins Deutscher Maschinen-Ingenieure,  
 des Schweizerischen Elektrotechniker-Vereins in Zürich,  
 des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern  
 e. V. Berlin,  
 der Berliner Mathematischen Gesellschaft,  
 der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft,  
 der Deutschen Chemischen Gesellschaft

bisher gefaßten Beschlüsse des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (A. E. F.) wiedergegeben.

---

**Satz I. Der Wert des mechanischen Wärmeäquivalents.<sup>1)</sup>**

1. Der Arbeitswert der 15<sup>0</sup>-Grammkalorie ist  $4,189 \cdot 10^7$  Erg.
2. Der Arbeitswert der mittleren (0<sup>0</sup> bis 100<sup>0</sup>)-Kalorie ist dem Arbeitswert der 15<sup>0</sup>-Kalorie als gleich zu erachten.
3. Der Zahlenwert der Gaskonstante ist:  
 $R = 8,316 \cdot 10^7$ , wenn als Einheit der Arbeit das Erg gewählt wird;  
 $R = 1,985$ , wenn als Einheit der Arbeit die Grammkalorie gewählt wird.
4. Das Wärmeäquivalent des internationalen Joule ist 0,23865 15<sup>0</sup>-Grammkalorie.
5. Der Arbeitswert der 15<sup>0</sup>-Grammkalorie ist 0,4272 mkg, wenn die Schwerkraft bei 45<sup>0</sup> Breite und an der Meeresoberfläche zugrunde gelegt wird.

**Satz II. Leitfähigkeit und Leitwert.<sup>1)</sup>**

Das Reziproke des Widerstandes heißt Leitwert, seine Einheit im praktischen elektromagnetischen Maßsystem Siemens; das Zeichen für diese Einheit ist S.

Das Reziproke des spezifischen Widerstandes heißt Leitfähigkeit oder spezifischer Leitwert.

**Satz III. Temperaturbezeichnungen.**

1. Wo immer zugänglich, namentlich in Formeln, soll die absolute Temperatur, die mit  $T$  zu bezeichnen ist, benutzt werden.

---

<sup>1)</sup> Erläuterungen hierzu siehe ETZ 1908 S. 746 und 1910 S. 598.

2. Für alle praktischen und viele wissenschaftlichen Zwecke, bei denen an der gewöhnlichen Celsiusskala festgehalten wird, soll empfohlen werden, lateinisch  $t$  zu verwenden, sofern eine Verwechslung mit dem Zeitzeichen  $t$  ausgeschlossen ist.

Wenn gleichzeitig Celsiustemperaturen und Zeiten vorkommen, so soll für das Temperaturzeichen das griechische  $\vartheta$  verwendet werden.

#### Beispiel.

So soll man bei der Verwendung des Carnot-Clausius-schen Prinzips statt  $Q \frac{dt}{t+273} \dots Q \frac{dT}{T}$  schreiben, andererseits soll die Längenänderung eines Stabes ausgedrückt werden durch die Formel:

$$l = l_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

#### Satz IV. Einheit der Leistung.

Die technische Einheit der Leistung heißt Kilowatt oder Großpferd. Sie ist praktisch gleich 102 Kilogramm-meter in der Sekunde und entspricht der absoluten Leistung  $10^{10}$  Erg in der Sekunde. Einheitsbezeichnungen kW und GP.

#### Formelzeichen des A. E. F.

Die Fachgenossen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Technik werden gebeten, sich der folgenden Bezeichnungen zu bedienen, wenn sie keine besonderen Gründe dagegen haben.

Größe	Zeichen
Länge . . . . .	$l$
Masse . . . . .	$m$
Zeit . . . . .	$t$
Halbmesser . . . . .	$r$
Durchmesser . . . . .	$d$
Wellenlänge . . . . .	$\lambda$
Körperinhalt, Volumen . . . . .	$V$
Winkel, Bogen . . . . .	$\alpha, \beta \dots$
Voreilwinkel, Phasenverschiebung . . . . .	$\varphi$



Größe	Zeichen
Geschwindigkeit . . . . .	$v$
Fallbeschleunigung . . . . .	
Winkelgeschwindigkeit . . . . .	$\omega$
Umlaufzahl, Drehzahl (Zahl der Umdrehungen in der Zeiteinheit . . . . .)	$n$
Wirkungsgrad . . . . .	$\eta$
Druck (Druckkraft durch Fläche) . . . . .	$p$
Elastizitätsmodul . . . . .	$E$
Temperatur, absolute . . . . .	$T$
Temperatur, vom Eispunkt aus . . . . .	$t$
Wärmemenge . . . . .	$Q$
Spezifische Wärme . . . . .	$c$
Spezifische Wärme bei konstantem Druck . . . . .	$c_p$
Spezifische Wärme bei konstantem Volumen . . . . .	$c_v$
Wärmeausdehnungskoeffizient . . . . .	$\alpha$
Magnetisierungsstärke . . . . .	$\mathfrak{S}$
Stärke des magnetischen Feldes . . . . .	$\mathfrak{D}$
Magnetische Dichte (Induktion) . . . . .	$\mathfrak{B}$
Magnetische Durchlässigkeit (Permeabilität) . . . . .	$\mu$
Magnetische Aufnahmefähigkeit (Suszeptibilität) . . . . .	$\kappa$
Elektromotorische Kraft . . . . .	$E$
Elektrizitätsmenge . . . . .	$Q$
Induktivität (Selbstinduktionskoeffizient) . . . . .	$L$
Elektrische Kapazität . . . . .	$C$

## Sachregister.

### A

- Abgeschlossene elektr. Betriebsräume, Erklärung S. 5, § 2 e.
- Abschaltung von Anlagen S. 52, § 6.
- Abstufung der Stromstärken bei Apparaten S. 208.
- Abteufbetrieb S. 41, § 44.
- Abteufkabel S. 41, § 44 a.
- AEF.-Beschlüsse S. 393.
- Akkumulatoren S. 9, § 8.
- (Bahnvorschriften) S. 179.
- Isolierung S. 9, § 8 b, c, d.
- Akkumulatorenräume S. 9, § 8 a,
- (Bahnvorschriften) S. 179.
- Beleuchtung S. 9, § 8 f.
- Zusatzbestimmungen für S. 54, § 9.
- Akkumulatorenwärter S. 54, § 9, 2.
- Allgemeine Schutzmaßnahmen S. 6, B.
- Alterungskoeffizient S. 294.
- Aluminium-Freileitung S. 70.
- Aluminiumleitungen, Belastung S. 125.
- Anlasser, Klemmen - Bezeichnungen S. 316.
- und Widerstände S. 12, § 12.
- Anlaßspannung von Asynchronmotoren S. 314.
- Anlaufstrom von Gleichstrommotoren S. 326
- von Einphasenmotoren S. 327.
- von Mehrphasenmotoren S. 326.
- Messung S. 328.
- Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe S. 356.
- Anschlußbedingungen der Elektrizitätswerke für Motore S. 325.
- Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte, Normalien für S. 209.
- Anschlüsse der Leitungen bei Schalttafeln S. 10, § 9 d.
- Anschluß von Schwachstromanlagen an Starkstromnetze S. 197.
- Apparate, Allgemeines S. 11, § 10.
- an Freileitungen S. 24, § 22 b.
- Ausführung und Anbringung S. 11, § 10 d.
- Bemessung S. 11, § 10 b, c, d.
- im Freien S. 26, § 23, 5.
- in feuchten Räumen S. 31, § 31, 3.
- Arbeiten an Kabeln S. 54, § 11.
- auf Masten, Dächern S. 55, § 12, 2.
- unter Spannung S. 53, § 8.
- Atmung, künstliche S. 358.
- Auffangvorrichtungen bei Blitzschutz S. 361, 366.
- Ausführung elektr. Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen S. 94.
- Ausführung und Betrieb neuer elektr. Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen S. 101.

Ausführungsvorschläge für  
Blitzableiter S. 366.  
Ausschalter (Bahnvorschriften)  
S. 182.  
— Dosen- S. 199.  
— für Stromverbraucher S. 12,  
§ 11 d und § 12 b.  
— Gehäuse und Griffe S. 11,  
§ 10, 3. S. 12, § 11 c.  
— in explosionsgefährlichen  
Räumen S. 33, § 35 a.  
— Umschalter, Anlasser u. dgl.  
(Bahnvorschriften) S. 166.  
— und Umschalter S. 11, § 11.  
Ausschuß für Einheiten und  
Formelgrößen S. 393.

## B

Bahnkreuzungen S. 94.  
— oberirdische S. 95.  
— unterirdische S. 97.  
Bahnmotoren S. 306.  
Bahnvorschriften S. 154.  
Bajonettkontakt, Glühlampen-  
füße und Fassungen S. 226.  
Bauausführung bei Bahnkreuz-  
ungen, Bestimmungen über  
S. 98.  
Bauvorschriften für Straßen-  
bahnen S. 154.  
Bedienung elektrischer Anlagen  
S. 51, § 5.  
Befestigung der Kabel S. 29,  
§ 27, 2b.  
— — — in Schächten S. 38,  
§ 40, 1, 2.  
Belastung der Leitungen S. 19,  
§ 20.  
Belastungstabellen für Frei-  
leitungen S. 70.  
— Bahnleitungen S. 179.  
— isolierte Leitungen und Kabel  
S. 123.  
Beleuchtung S. 282, 292.  
— Normalien für die Beurteilung  
der Beleuchtung S. 292.  
Beleuchtungskörper S. 17, § 18.  
— (Bahnvorschriften) S. 169.

Beleuchtungskörper bei Hoch-  
spannung S. 17, § 18a, 1, 3b;  
S. 18 d, g.  
— im Bühnenhaus S. 36, § 39  
b und l.  
— in Schaufenstern und Waren-  
häusern S. 34, § 36 a und b.  
— Leitungen S. 17, § 18a, 1—4  
und c.  
Beschäftigung von Studierenden  
in Elektrizitätswerken S. 389.  
Beseitigung der Starkstrom-  
anlage (bei Bahnkreuzungen)  
S. 100.  
Betrieb, Dauer- S. 300.  
— Kurzzeitiger S. 300.  
Betriebe, Arbeiten im (Bahn-  
vorschriften) S. 183.  
Betrieb elektrischer Starkstrom-  
anlagen nebst Ausführungs-  
regeln S. 49, 2.  
— im Abbau S. 42, § 46.  
Betriebeinstellung (bei Bahn-  
kreuzungen) S. 99.  
Betriebspersonal, Pflichten des  
S. 51, § 4.  
Betriebsräume, abgeschlossene  
elektrische S. 30, § 29 und  
S. 9, § 8a.  
Betriebsstätten S. 5, § 2f; S. 31,  
§ 30.  
— und Lagerräume mit ätzen-  
den Dünsten S. 32, § 33.  
Betriebsvorschriften S. 49.  
— (Bahnvorschriften) S. 182.  
Bewegliche Leitungen S. 117.  
— und transportable Leitungen,  
Verlegung von S. 21, § 21c.  
Bewertung und Prüfung von  
elektr. Maschinen und Trans-  
formatoren S. 297.  
Bewußtlosigkeit von Verun-  
glückten S. 357.  
Bezeichnung der Klemmen bei  
Maschinen, Anlassern, Regu-  
latoren und Transformatoren  
S. 316.  
Bleikabel, Verlegung S. 29, § 27a.  
Bleikabel, Normalien S. 118.  
— Belastungstabelle S. 124.

Blitzableiter S. 361.  
 — Prüfung von S. 382.  
 Blitzschutz bei Gebäuden S. 361.  
 Blitzschutzvorrichtung (Bahnvorschriften) S. 182.  
 Blitzschutzvorrichtungen an Freileitungen S. 25, § 22 e u. 4.  
 Bogenlampen S. 16, § 17.  
 — (Bahnvorschriften) S. 168.  
 — einheitliche Bezeichnung von S. 293.  
 — in durchtränkten Betriebsstätten S. 32, § 32 c.  
 — Isolierung S. 16, § 17 b, d.  
 — Normalien S. 287.  
 — Photometrierung S. 289.  
 — Zuleitungen S. 16, § 17 c.  
 Brände, Maßnahmen bei S. 353.  
 Bruchsihere Führungen von Starkstromleitungen S. 102.  
 Bühnenhaus, Installationen S. 35, § 39.  
 Bühnenscheinwerfer S. 37, § 39 1.

## D

Definition der elektr. Eigenschaften gestreckter Leiter S. 136.  
 Dosen-Aus- und Umschalter S. 199, B.  
 Drahtverbindungen S. 28, § 26 d.  
 Durchführungen S. 271.  
 Durchschlagsprobe S. 307.  
 Durchtränkte Betriebsstätten und Lagerräume S. 32, § 32. S. 5, § 2 g.  
 Dynamoblech S. 294.  
 Dynamomaschinen, Motoren usw., Umgebung von S. 32, § 34 a.

## E

Edison-Gewinde S. 232, 240, 245, 254.  
 Einrichtung von Gebäuden bezüglich Versorgung mit Elektrizität S. 149.  
 Einschaltung von Anlagen S. 53, § 7.  
 Eisenblech, Prüfung von S. 294.

Elektrische Betriebsräume S. 29, § 28. S. 5, § 2 d.  
 Elektr. Maschinen, Aufstellung S. 8, § 6.  
 Elektrizitätswerke, die Studierende beschäftigten S. 389.  
 Elektromotoren und Umformer (Bahnvorschriften) S. 179.  
 Empfehlenswerte Maßnahmen bei und nach Bränden S. 353.  
 Endverschlüsse von Bleikabeln S. 29, § 27, 1, 3.  
 Epstein-Apparat S. 295.  
 Erdleitungen für Blitzschutz S. 374.  
 Erdstrom-Vorschriften S. 185.  
 Erdung S. 6, § 3 c, 1—4. S. 52, § 6, 2, 3.  
 — (Bahnvorschriften) S. 156 u. 157.  
 — der Fahrzeuge (Bahnvorschriften) S. 178.  
 — Leitsätze für, nebst Erläuterungen S. 126.  
 — von Blitzableitern S. 374.  
 — von Hochspannungstransformatoren S. 8, § 7 a, b.  
 — von Maschinen bei Hochspannung S. 8, § 6 b.  
 Errichtungsvorschriften S. 1.  
 Erste Hilfe bei Unfällen S. 356.  
 Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume S. 5, § 2 i. S. 33, § 35.  
 — Räume S. 54, § 10.

## F

Fahrdrähte, elektr. Grubenbahnen S. 39, § 42. S. 41, § 43, 3.  
 Fahrdrahtisolatoren (Bahnvorschriften) S. 159.  
 Fahrleitungen (Bahnvorschriften) S. 173, 178.  
 Fahrschalter (Bahnvorschriften) S. 181.  
 Fahrzeuge (Bahnvorschriften) S. 178.  
 — elektr. Grubenbahnen S. 40, § 43.

- Fassungen mit Bajonettkontakt S. 226.  
 — und Lampenfüße, Vorschriften und Regeln für Konstruktion und Prüfung, S. 210.  
 — und Lampenfüße mit Edison-Gewinde S. 229, 236, 245.  
 Fassungsadern, Normalien für S. 110.  
 Fassungsrippel S. 266.  
 Fassungsringe, normale S. 211, 216, 219.  
 Fernmeldeanlagen, Leitsätze für S. 346.  
 Fernsprechleitungen an Freileitungsgestängen S. 25, § 22 i.  
 Feuchte Räume S. 31, § 31.  
 Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume S. 32, § 34. S. 5, § 2 h.  
 Feuerlöschung S. 353.  
 Feuersichere Gegenstände S. 4, § 2 b.  
 Fiber als Material S. 8, § 5, 6.  
 Flächenhelle S. 282.  
 Formelzeichen des A. E. F. S. 395.  
 Forsten, Verfügung betr. Führung von Starkstromleitungen durch S. 91.  
 Fortbildungskurse für Starkstrommonteure und -wärter S. 384.  
 Freileitung, Anbringung S. 24, § 22 b.  
 Freileitungen S. 24, § 22.  
 — Arbeiten an S. 55.  
 — (Bahnvorschriften) S. 173.  
 — Beanspruchung von S. 70.  
 — Befestigung der Leitungen bei S. 67.  
 — Belastungstabellen S. 70.  
 — bei Bränden S. 289.  
 — Erklärungen S. 4, § 2 c.  
 — Erläuterungen z. d. Normalien S. 82.  
 — Gestänge von S. 63.  
 — Isolationszustand S. 7, § 5.  
 — Isolatoren an S. 68.  
 Freileitungen, Isolatorstützen an S. 68.  
 — Montagetabellen S. 70.  
 — Normale Querschnitte von S. 60.  
 — Normalien für S. 60.  
 — Parallelführung S. 25, § 22 h.  
 — Prüfung fertiger S. 69.  
 — Schutznetze bei S. 68.  
 — Schutzverkleidung von S. 24, § 22 c. S. 26, § 23 c u. 1.  
 — ungeerdete S. 24, § 22 a.  
 — ungeschützte für Hochspannung S. 24, S. 22 b, 1, S. 26, § 23, 3.  
 — Vogelschutz an S. 67.  
 Freileitungsapparate für Hochspannung S. 271.

## G

- Gas- und Wasserröhren, Schutzvorschriften S. 185.  
 G.-A.-Leitungen, Normalien für S. 108, 113.  
 — Schnüre, S. 108, 115.  
 Gebäude, Leitsätze für Herstellung und Einrichtung bezügl. Versorgung mit Elektrizität S. 149.  
 Geerdete Leitungen S. 12, § 11 f. S. 15, § 14 g. S. 21, § 21 d.  
 Geltungsbereich der Errichtungsvorschriften S. 4, § 1.  
 Genehmigung bei Bahnkreuzungen S. 98.  
 Generatoren, Klemmenbezeichnungen, Skizzen S. 320.  
 Gesetz über das Telegraphenwesen des Reiches § 12. S. 76, Anm. 1.  
 Gestänge von Freileitungen S. 63.  
 Gleichstrombahnen, Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkung der elektr. Ströme S. 185.  
 Gleichstrom-Bleikabel, einfache S. 119.  
 Glühlampen S. 15, § 16.

Glühlampen bei Hochspannung S. 16, § 16 e.  
 Glühlampenfassungen S. 202, 210, 229, 236, 245.  
 Glühlampenfüße mit Bajonettkontakt S. 226.  
 Glühlampen in der Nähe von entzündlichen Stoffen S. 16, § 16 d.  
 — in explosionsgefährlichen Räumen S. 33, § 35 c.  
 — in schlagwettergefährlichen Grubenräumen S. 38, § 41 c.  
 Glühlampen, Photometrierung S. 283.  
 — und Fassungen in B. u. T. S. 16, § 16 e, f.  
 Grubenbahnen S. 39, § 42. S. 40, § 43.  
 Gummiband und Gummiaderleitungen, Normalien für S. 108.  
 Gummibleikabel, Normalien S. 118.  
 Gummizusammensetzung bei G.-A.-Leitungen S. 112.

## H

Hahnfassungen S. 202, 220, 225.  
 Hahnfassungen an Handlampen S. 18, § 18.  
 — in durchtränkten Räumen S. 32, § 32 b.  
 Handlampen S. 18, § 18 e—g.  
 — in Betriebsstätten mit ätzenden Dünsten S. 32, § 33 b.  
 — in elektr. Betriebsräumen S. 30, § 28 k.  
 Hausanschluß S. 150 u. 151.  
 Hebelschalter S. 201.  
 Heiz- und Kochapparate, Normalien, S. 332.  
 Herstellung und Einrichtung von Gebäuden S. 149.  
 Hilfeleistungen bei Unfällen S. 356.  
 Hilfsmotormethode bei Maschinen S. 302.  
 Hochspannung, Arbeiten unter Spannung S. 53, § 8 d.  
 — bei Grubenbahnen S. 39, § 42 b. Normalien. 8. Aufl.

Hochspannung bei Schwachstromkreuzungen S. 102, 110.  
 — Schutzmaßnahmen bei S. 7.  
 — Elektr. Maschinen S. 8, § 6 b.  
 — in durchtränkten Räumen S. 32, § 32 d.  
 — in elektrischen Betriebsräumen S. 30, § 28 c, g, u. § 29.  
 — in explosionsgefährlichen Räumen S. 33, § 35 d.  
 — in feuchten Räumen S. 31, § 31 b.  
 — in Warenhäusern S. 34, § 36 d.  
 Hochspannungs-Anlagen, Erklärung S. 49, § 1.  
 Hochspannungs-Apparate S. 271.  
 Hochspannungsdurchführungen S. 271.  
 Hochspannungs-Freileitungen S. 25, § 22 f, g, i, k, l.  
 Hochspannungskabel, Arbeiten an S. 55, § 11 b.  
 Hochspannungsleitungen, blanke S. 22, § 21, 6, 7.  
 — in Gebäuden S. 27, § 24 b u. 1.  
 Hochspannungsschalter S. 12, § 11 e, g, S. 271.  
 Hochspannungs-Ölschalter S. 271.  
 Hochspannung, Warnungstafeln S. 50, § 3 a; S. 56.  
 Holz als Material S. 8, § 5, 6; S. 11, § 10, 3.  
 Holz als Umrahmung S. 9, § 9 a.  
 Holz im Bühnenhaus S. 37, § 39 l.  
 Holzleisten S. 27, § 24 a.  
 — und Krampen (Bahnvorschriften) S. 158.

## I

Indikatormethode bei Maschinen S. 313.  
 Installationen im Freien S. 4, § 2 c und S. 26, § 23.  
 Installationsmaterial, Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von S. 198.  
 Isolation von Maschinen und Transformatoren S. 307.  
 Isolationsmessungen S. 8, § 7, 1, 2.

Isolationsprüfung (Bahnvorschriften) S. 182.  
 — von Maschinen S. 307.  
 Isolationszustand S. 7, § 5.  
 — in Bergwerken unter Tage S. 7, § 5, 5.  
 Isolierglocken, -Rollen, -Ringe, -Klemmen S. 27, § 25 c, d.  
 — -Rollen u. -Ringe (Bahnvorschriften) S. 158.  
 Isolierrohre, Metallmantel S. 269.  
 Isolierstoffe S. 6, § 3 a, b; S. 8, § 6. 5; S. 336.  
 — gekürzte Prüfung von S. 336.  
 Isolierte Leitungen, Normalien für S. 108.  
 — — (Bahnvorschriften) S. 160.  
 — — bei Hochspannung S. 23, § 21, 13.  
 — — Verlegung S. 22, § 21 g.  
 Isolier- und Befestigungskörper S. 27, § 25.

### K

Kabel S. 29, § 27.  
 — (Bahnvorschriften) S. 162, 178.  
 — in Schächten S. 38, § 40 a, b.  
 — Kreuzungen mit Schwachstrom S. 104.  
 — Normalien S. 118.  
 — Prüfdrähte S. 29, § 27 c.  
 Kabelendverschlüsse S. 271.  
 Kapazität von Leitungen S. 144.  
 Klemmen bei Hochspannung S. 27, § 25 d.  
 Klemmenbezeichnung bei Maschinen, Transformatoren etc. S. 316.  
 Koch- und Heizapparate, Normalien S. 332.  
 Kondensatwägung bei Turbinen S. 313.  
 Konstruktion und Prüfung von Install.-Material S. 198.  
 Kraftwerke und diesen gleichgestellte Betriebsräume (Bahnvorschriften) S. 169, C.  
 Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Bahnen S. 94.  
 — oberirdische S. 95.

Kreuzungen, unterirdische S. 97.  
 — mit Schwachstromanlagen S. 101.  
 Kreuzungsstellen der Starkstromleitungen mit den Reichsleitungen S. 101.  
 Kupfernormalien S. 132.  
 Kurzschließungen S. 52, § 6, 2, 3; S. 53, § 7, 3 und § 8 b.  
 Kurzschlußmethode bei Transformatoren S. 310.

### L

Lampen (Bahnvorschriften) S. 182.  
 Lampenfüße mit Edison-Gewinde S. 202, 210, 229, 236, 245.  
 — Konstruktion und Prüfung S. 210.  
 Lampen und Zubehör S. 15, F.  
 Leerlaufmethode bei Maschinen u. Transformatoren S. 310, 311.  
 Leichtentzündliche Gegenstände S. 50, § 2 b.  
 Leistungsfaktor von Wechselstrommotoren S. 327, 328.  
 Leiter, Elektr. Eigenschaften, gestreckter S. 136.  
 Leitfähigkeit und Leitwert S. 394.  
 Leitungen auf Rollen S. 28, § 25, 1.  
 — Auswechselbarkeit in Rohren S. 28, § 26, 2.  
 — (Bahnvorschriften) S. 159, 161, 179.  
 — bei Häusern S. 150—152.  
 — bei provisorischen Einrichtungen S. 34, § 37.  
 — bei Schalt- und Signalanlagen S. 30, § 28 i.  
 — Belastung S. 123, 170.  
 — Belastung (Bahnvorschriften) S. 179.  
 — Bemessung und Belastung S. 19, § 20.  
 — Beschaffenheit der S. 18, § 19.  
 — bewegliche S. 117.  
 — blanke im Bühnenhaus S. 36, § 39 c, g.  
 — durch Wände usw. S. 27, § 24 d u. 1.

- Leitungen, Festigkeitsrechnungen S. 62.
- festverlegte S. 21, § 21 a.
  - — in Betriebsstätten mit ätzenden Dünsten S. 32, § 33 a.
  - für intermittierenden Betrieb S. 20, § 20, 2.
  - im Handbereich S. 21, § 21 a. S. 30, § 28 g. S. 31, § 30 a.
  - — — in Betriebsstätten S. 31, § 30 a.
  - in durchtränkten Betriebsstätten S. 32, § 32 a.
  - in explosionsgefährlichen Räumen S. 33, § 35 b.
  - in feuchten Räumen S. 31, § 31.
  - in feuergefährlichen Betriebsstätten S. 33, § 34 c u. 1.
  - in Gebäuden S. 27, § 24.
  - — — (Bahnvorschriften) S. 170.
  - in schlagwettergefährlichen Grubenräumen S. 38, § 41 a, d, e.
  - in Theatern S. 35, § 38. S. 36, § 39 c—g.
  - in Warenhäusern und Schaufenstern S. 34, § 36.
  - isolierte S. 108.
  - Normalien für isolierte S. 108.
  - Verlegung von blanken S. 21, § 21 e, f.
- Leitungsanlage, Anordnung bei oberirdischen Bahn-Kreuzungen S. 95.
- Leitungsarten S. 18, § 19, 1.
- Leitungsführung bei Bahnkreuzungen S. 94.
- Leitungsnormalien S. 108.
- Leitungsverlegung, Allgemeines über S. 21, § 21.
- Leitwert S. 394.
- Lichtquellen, röhrenförmige S. 291
- Lichtstärke S. 282.
- von Glühlampen S. 283.
- Löscharbeiten S. 353.
- Löschmittel (Bahnvorschriften) S. 184.
- Lufttemperatur bei Maschinenprüfung S. 303, 305.
- Luftweichen und Fahrdraktkreuzungen S. 177.
- M**
- Magnetisierbarkeit des Eisens S. 294.
- Maschinen, Klemmen-Bezeichnungen S. 316.
- Normalien S. 297.
  - Prüfung und Bewertung S. 297.
- Maßnahmen bei Bränden S. 353.
- Mechanisches Wärmeäquivalent S. 394.
- Mehrfachleitungen im Bühnenhaus S. 36, § 39 e.
- im Freien S. 26, § 23 b.
  - in feuchten Räumen S. 31, § 31 c.
  - Verlegung S. 28, § 25, 2.
- Mehrleiterkabel, Normalien S. 120.
- Meßgeräte S. 15, § 15.
- Meßtransformatoren S. 8, § 7 b und S. 15, § 15.
- Messung der mittleren horizontalen Lichtstärke von Glühlampen S. 283.
- Metallene Rohre S. 28, § 26 b.
- Monteure, Fortbildungskurse für S. 384.
- Motoren an öffentl. Elektrizitätswerken S. 325.
- im Abbaubetrieb S. 42, § 46, 1, 2.
  - in explosionsgefährlichen Räumen S. 33, § 35 a.
- N**
- Nachtrag S. 389.
- Netz-Bezeichnungen, Skizzen S. 323.
- Niederspannungsanlagen, Erklärungen S. 4, § 2 a und S. 49, § 1.
- Niederspannungsleitungen, Arbeiten an S. 55, § 12 c.
- im Freien S. 26, § 23, 2.
- Niederspannungs-Warnungstafeln S. 58, II.
- Nippel-Normalien S. 266.



Notbeleuchtung in Theatern  
S. 35, § 38 c, d.  
Nulleiter S. 12, § 11 f.  
— in Betriebsräumen S. 30, § 28 e.

**O**

Oberirdische Kreuzungen  
S. 95.  
Oelschalter S. 271.

**P**

Panzerader S. 116.  
Papierrohre S. 23, § 26 a.  
Pendelschnur S. 111.  
Photometrierung von Glühlampen S. 283.  
— von Bogenlampen S. 289.  
— von röhrenförmigen Lichtquellen S. 291.  
Photometrische Einheiten S. 282.  
Polarität der Schienen S. 10,  
§ 9 e, 4.  
Provisorische Einrichtungen  
S. 34, § 37.  
Prüfspannungen für isolierte  
Leitungen S. 112.  
— für Freileitungen S. 69.  
— für Hochspannungsapparate  
S. 274.  
Prüfung und Bewertung von  
Maschinen S. 297.  
— von Eisenblech S. 294.  
Prüfvorschriften für Isolierstoffe  
S. 336.

**Q**

Querschnitt der Fahrdrableitungen von Grubenbahnen  
S. 41.  
Querschnitte, normale für Leitungen  
S. 19.  
— — — G.-A.-Leitungen S. 113.  
— — — Kabel S. 119, 121.

**R**

Regulatoren im Bühnenhaus  
S. 36, § 39 a, i und 4.  
Reinigungs-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten S. 52,  
§ 5 c.

Reklamebeleuchtung im Freien  
S. 26, § 23, 4.  
Richtlinien für Hochspannungsapparate S. 271.  
Rohre S. 28, § 26.  
— (Bahnvorschriften) S. 159.  
— bei Hochspannung S. 28,  
§ 26 b und 3.  
— in Bergwerken S. 28, § 26 b.  
— Leitungen in Röhren S. 28,  
§ 26 c und 3, 4. S. 23, § 21 h.  
— Verlegung der S. 28, § 26, 1, 2.  
Rohrdrähte S. 115.  
Röhrenförmige Lichtquellen  
S. 291.  
Rollen (Bahnvorschr.) S. 158.  
— bei Führung von Leitungen.  
S. 28, § 25, 1.  
— in Bergwerken S. 28, § 25, 1.

**S**

Schaltanlagen in B. u. T. S. 10,  
§ 9 c, 1.  
Schalter, Anschlußdosen und  
Sicherung in Warenhäusern  
S. 34, § 36 c.  
— Betriebsstromstärke S. 12,  
§ 11 b.  
— und Sicherungen in Theatern  
S. 35, § 38 e.  
Schaltgerüste für Hochspannung  
S. 9, § 9 b, c.  
Schaltstellen in B. u. T. S. 23,  
§ 21, 1.  
Schalttafeln (Bahnvorschriften)  
S. 167, 181.  
— bei provisorischen Einrich-  
tungen S. 35, § 37 d.  
— im Bühnenhaus S. 36, § 39 a.  
Schalttafel, Wandabstand S. 10,  
§ 9 c, 1.  
Schalt- und Verteilungsanlagen  
S. 9, D.  
Schalt- und Verteilungstafeln  
(Bahnvorschriften) S. 167, 181.  
Schaltung bei Abteufbetrieb  
S. 41, § 44, 2.  
Schaltungen in Theatern S. 35,  
§ 38. S. 37, § 39 1.

- Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume S. 34, § 36.  
 Scenerie-Installationen S. 36. § 39 f.  
 Schienenleitung S. 186.  
 Schienenrückleitung (Bahnvorschriften) S. 178.  
 Schienenspannung S. 187.  
 Schießbetrieb S. 42, § 45.  
 Schiffsnormalien S. 330.  
 Schilder, von Maschinen S. 299.  
 Schlagwettergefährliche Grubenräume S. 5 k und S. 38, § 41.  
 Schlagwitterschutzvorrichtungen, Leitsätze für S. 191.  
 Schmelzsicherungen S. 203, 271.  
 Schnurpendel S. 18, § 18 c.  
 Schraubkontakte S. 209.  
 Schutz der Gas- und Wasserleitungen gegen Erdströme S. 185.  
 Schutz der Gebäude gegen den Blitz S. 361.  
 Schutzerdungen, Leitsätze für S. 126.  
 Schutz gegen Berührung S. 6, § 3.  
 — gegen Überspannungen S. 138.  
 Schutzhülle bei Anlassern und Heizapparaten S. 13, § 12, 2.  
 Schutzmaßnahmen S. 6.  
 Schutznetze bei Hochspannung S. 24, § 22 d und S. 26, 5.  
 — besondere Bestimmung zur Vermeidung von S. 68, III.  
 Schutzverkleidung bei Bleikabeln S. 21, § 21, 1.  
 Schutzverkleidungen bei Hochspannung S. 21, § 21 b u. 2.  
 Schutzverkleidung von Freileitungen S. 24, § 22 c. S. 26, § 23 c.  
 Schutzvorrichtungen bei provisorischen Einrichtungen S. 34, § 37 a, b.  
 Schutzvorrichtung in elektrischen Betriebsräumen S. 29, § 28 a, b, g.  
 Schwachstromanlagen, Anschluß an Starkstromnetze S. 197.  
 — (Fernmeldeanlagen) Leitsätze S. 346.  
 Schwachstromapparate S. 347.  
 Schwachstrom-Kreuzungen S. 101.  
 — in Gebäuden S. 105.  
 Schwachstromleitungen S. 350.  
 — gefährdete S. 24, § 21 o und 16.  
 Schwachstrom, Näherungen von Starkstrom an bahneigene -Leitungen S. 97, C.  
 Sicherheitsvorschriften für Straßenbahnen und Kleinbahnen S. 154.  
 Sicherungen S. 13, § 14 und S. 203, 251, 254.  
 — an Schaltanlagen S. 10, § 9 e.  
 — Ausführung S. 13, § 14 a, b, c.  
 — (Bahnvorschriften) S. 165 u. S. 181.  
 — bei Grubenfahrzeugen S. 40, § 43 c.  
 — bei Hochspannung S. 52, § 5, 1, S. 271.  
 Sicherungen im Bühnenhaus S. 37, § 39 h.  
 — in Betriebsräumen S. 30, § 28 h.  
 — in explosionsgefährlichen Räumen S. 33, § 35 a.  
 — und Schalter in feuergefährlichen Betriebsstätten S. 33, § 34 b.  
 — Verwendung S. 13, § 14, 1, d, e, h.  
 Spannung in Betriebsstätten mit ätzenden Dünsten S. 32, § 33 c.  
 — in feuergefährlichen Betriebsstätten S. 33, § 34 d.  
 Spannungsänderung von Maschinen S. 313.  
 Spannungsfreier Zustand, Maßnahmen zur Herstellung S. 52, § 6.  
 Spannungsführende Teile (Bahnvorschriften) S. 163.  
 Spannungsprüfung von Freileitungen S. 69.  
 — von Maschinen S. 307, § 26 ff.  
 Speiseleitungen für Grubenbahnen S. 40, § 42 g.

Spezial - Gummiader - Leitungen S. 114.  
 Starkstromleitungen, Kreuzung und Näherung von Eisenbahnanlagen S. 94.  
 — desgl. von Schwachstromleitungen S. 101.  
 Steckvorrichtungen S. 13, § 13. S. 206, und S. 260.  
 — bei Hochspannung S. 13, § 13 c.  
 — in feuchten Räumen S. 31, § 31, 4.  
 — für Koch- und Heizapparate S. 333.  
 — mit Sicherungen S. 13, § 13 b.  
 — und dgl. (Bahnvorschriften) S. 167.  
 Steuerschalter S. 13, § 12, 1 und S. 32, § 33 c, 1.  
 Stöpselsicherungen mit Edison-Gewinde S. 251, 254.  
 Straßenbahnen und straßenbahnähnliche Kleinbahnen S. 154.  
 Straßenbahnmotoren, Temperaturzunahme S. 306.  
 Stromstärke, Abstufung bei Apparaten S. 208.  
 Stromwandler S. 271.  
 Studierende, Beschäftigung in Elektr.-Werken S. 389.  
 Stützisolatoren S. 271.

### T

Temperaturcoefficient S. 304.  
 Temperaturzunahme von Maschinen und Transformatoren S. 302, 305.  
 Theater und Versammlungsräume, Installationen S. 35, § 38 und 39.  
 Tourenzahl, normale, bei Wechsel- und Drehstrom-Maschinen S. 315.  
 Transformatoren S. 8, § 7.  
 — in schlagwettergefährlichen Grubenräumen S. 39, § 41 b.  
 — Prüfung S. 307.  
 — Schaltungen S. 301.

Transportable Einrichtungen bei provisorischen Einrichtungen S. 35, § 37 c.  
 Transportable Leitungen S. 21, § 21 c.  
 — — im Abbaubetriebe S. 42, § 46.  
 — — in feuchten Räumen S. 31, § 31 d.  
 — Stromverbraucher S. 13, § 13, 2.  
 Trennschalter S. 271.  
 Trennungsmethode bei Maschinen S. 313.

### U

Überlastung von Maschinen und Transformatoren S. 306.  
 Überspannung, Ableitung der S. 135.  
 Überspannungsprobe bei Maschinen und Transformatoren S. 309.  
 Überspannungssicherungen S. 133, 271.  
 Überspannungsschutz S. 133.  
 Überspannung, Wesen der S. 133.  
 Übertritt von Hochspannung S. 7, § 4.  
 Übertemperatur, zulässige von Maschinen S. 302, 305.  
 Umschalter S. 11, § 11.  
 Unfälle, Hilfe bei S. 356.  
 Ungeerdete blanke Leitungen S. 27, § 24 a, b.  
 Unterirdische Fahrleitungen S. 178.  
 — Kreuzungen S. 97.  
 Unterspannungsetzung der Anlagen, Maßnahmen bei S. 53, § 7.  
 Untersuchungen, regelmäßige (Bahnvorschriften) S. 183.  
 Unverwechselbarkeit bei Steckvorrichtungen S. 261, 265.

### V

Verbindung von Leitungen S. 23, i, 14, 15. S. 24, k, 1.

Verbrennung eines Verunglückten S. 359, III.  
 Verlegung in Schächten S. 38, § 40.  
 Verluste, meßbare 311.  
 — zusätzliche 311.  
 Verlustmessung, bei Maschinen S. 311.  
 Verlustziffer S. 294.  
 Verteilungsleitungen in Betriebsstätten bei Hochspannung S. 31, § 30 b.  
 Verteilungstafeln S. 10, d, 2, 3.  
 Vogelschutz S. 67.

### W

Wand und Deckendurchführungen (Bahnvorschriften) S. 172,

Warenhäuser, Installation in S. 34, § 36.  
 Warnungstafeln, Normalien für S. 56.  
 — Vorschriften und schematische Darstellungen S. 50, § 3.  
 Wärmeäquivalent, der Wert des mechanischen S. 394.  
 Widerstände S. 12, § 12.  
 Wirkungsgrad von Maschinen und Transformatoren S. 309.  
 — Bestimmung des S. 310.

### Z

Zelluloid für Batterien S. 9, § 8 e.  
 Zopfstärke von Masten S. 63.  
 Zustand der Anlagen S. 50, § 2.

## Veröffentlichungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

*Fortsetzung.*

**Allgemeine Vorschriften für die Ausführung elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Bahnanlagen.** — Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen. Festgesetzt auf der Jahresversammlung in Erfurt den 11.—14. Juni 1908. Preis M. 0,30.

**Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.** Festgesetzt auf der Jahresversammlung in Erfurt den 11.—14. Juni 1908. Preis M. 0,25.

**Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen (Schwachstromanlagen).** Gültig ab 1. Juli 1913. Preis M. 0,25; 10 Expl. M. 2,—; 50 Expl. M. 8,—; 100 Expl. M. 12,—; 500 Expl. M. 40,—; 1000 Expl. M. 60,—.

**Leitsätze für die Herstellung und Einrichtung von Gebäuden bezüglich der Versorgung mit Elektrizität.** Preis M. 0,25; 10 Expl. M. 2,—; 50 Expl. M. 8,—; 100 Expl. M. 12,—; 500 Expl. M. 40,—; 1000 Expl. M. 60,—.

**Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von einschließlich 1500 Volt Nennspannung aufwärts.** Ausgabe Januar 1914. Preis M. 0,40; 10 Expl. M. 3,50; 50 Expl. M. 17,—; 100 Expl. M. 30,—.

**Photometrische Einheiten.** — Vorschriften für die Messung der mittleren horizontalen Lichtstärke von Glühlampen. — Normalien für Bogenlampen. — Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen. — Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung. — Einheitliche Bezeichnung von Bogenlampen. Preis M. 0,40; 10 Expl. M. 3,50; 50 Expl. M. 17,—; 100 Expl. M. 30,—.

Außerdem wurden im Auftrage des Verbandes herausgegeben:

**Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen einschließlich Bergwerksvorschriften** und zu den Sicherheits-Vorschriften für elektrische Straßenbahnen und straßenbahnähnliche Kleinbahnen von Dr. C. L. Weber, 11. Auflage. 1912. Preis geb. M. 5,—.

**Erläuterungen zu den Maschinennormalien, Anschlußbedingungen für Motoren und Klemmenbezeichnungen.** Von G. Dettmar. 4. Auflage. Preis geb. ca. M. 2,40.

**Statistik der Elektrizitätswerke in Deutschland nach dem Stande vom 1. April 1913.** Herausgegeben von Georg Dettmar, Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Preis kart. M. 8,—.