

Erläuterungen zu den Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen

(Bahnvorschriften, V.E.B./1932)

Gültig ab 1. Januar 1932

Im Auftrage
des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und
des Verbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen
herausgegeben von

H. Uhlig

Zweite Auflage



Berlin
Verlag von Julius Springer
1932

Alle Rechte vorbehalten.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1932

ISBN 978-3-642-51193-6 ISBN 978-3-642-51312-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-51312-1

Vorwort zur ersten Auflage.

Mit der Neubearbeitung der Bahnvorschriften hatte die Bahnkommission des VDE eine Unterkommission beauftragt, die aus den Herren Direktor Mattersdorff-Hamburg, Direktor Albrecht-Dortmund und dem Verfasser als Vorsitzenden bestand. In der Bahnkommission befinden sich Vertreter der Elektrotechnik, der elektrotechnischen Industrie, der Reichsbahn und der elektrisch betriebenen Straßen- und Kleinbahnen. In Sonderheit hat eine enge Zusammenarbeit des VDE und des Verbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen stattgefunden. Die neuen Bahnvorschriften sind in der Jahresversammlung des VDE im Jahre 1925 angenommen.

Die letzte Bearbeitung der Bahnvorschriften liegt etwa 20 Jahre zurück! Es mußte also eine vollkommene Umarbeitung vorgenommen werden, um die inzwischen eingetretenen vielfachen Änderungen berücksichtigen zu können. Daher erklärt es sich auch, daß in den neuen Bahnvorschriften mancherlei Vorschriften enthalten sind, denen in der nächsten Bearbeitung, die für das Jahr 1928 vorgesehen ist, deutlicher Ausdruck verliehen werden muß. Fehlendes muß ergänzt werden.

Noch mehr als die allgemeinen Vorschriften haben die Bahnvorschriften öffentlichen und zwingenden Charakter, da dieselben als Anhang zu den Bau- und Betriebsvorschriften für Straßenbahnen mit Maschinenbetrieb (vom 1. Januar 1907) in Preußen durch die oberste Aufsichtsbehörde, das Handelsministerium, amtlich vorgeschrieben sind.

Die Neuauflagen der preußischen Bau- und Betriebsvorschriften enthalten bereits die seit 1. Januar 1926 gültigen Bahnvorschriften. Da die Aufsicht über die Straßenbahnen, Kleinbahnen usw. in den Händen der Länder liegt, ist für die Inkraftsetzung der Bahnvorschriften selbstverständlich die Genehmigung der Landesregierungen notwendig, diese Genehmigung, die einer Verpflichtung entspricht, ist inzwischen von allen deutschen Landesregierungen ausgesprochen worden. Ob die Aufsichtsbehörde der deutschen Reichsbahn, das Reichsverkehrsministerium, diese Bahnvorschriften ebenfalls verordnen wird, steht noch nicht fest.

Bezüglich der Formgebung für die neuen Bahnvorschriften wird auf die Erläuterung 1 zu § 1 verwiesen.

Gleich nach Fertigstellung der neuen Bahnvorschriften ergab sich das Bedürfnis zur Herausgabe von Erläuterungen, die dem Fachmann vom Direktor bzw. Betriebsleiter bis zum Monteur den Sinn der Vorschriften näherbringen soll. Der Vorstand des VDE und die Bahnkommission beauftragten mich mit dieser Arbeit und dieselbe liegt nunmehr vor. Ich konnte mich dabei auf die mustergültigen „Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen“ von Herrn Geheimrat Dr. C. L. Weber stützen und das elektrische Bahnwesen ist daher Herrn Geheimrat Dr. Weber ebenso großen Dank schuldig, wie die übrige Elektrotechnik. Im übrigen haben mir die obengenannten beiden

Herren treulich mit ihren großen Erfahrungen auf diesem Sondergebiete geholfen.

Ich bin mir bewußt, daß den vorliegenden Erläuterungen mancherlei Mängel anhaften, zumal die zum Ausdruck gebrachten Ansichten naturgemäß persönliche sein mußten. Aus dem gleichen Grunde erklärt sich auch der straßenbahntechnische Gesichtswinkel. Ich hoffe, daß die als Grundlage dienende Arbeit mit der Zeit zu derselben Vollkommenheit gelangen möge, wie die Erläuterungen von Herrn Geheimrat Dr. C. L. Weber. Hierzu ist aber die Mitarbeit von Fachgenossen unerläßlich, um die ich hiermit dringend bitte. Entsprechende Vorschläge erbitte ich an meine persönliche Adresse.

Elberfeld, April 1927.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die erste Auflage der Erläuterungen ist im Jahre 1927 zu den von der VDE-Hauptversammlung des Jahres 1925 angenommenen „Vorschriften für elektrische Bahnen“ erschienen. Inzwischen wurden diese Bahnvorschriften sehr weitgehend umgearbeitet, und es wurde daher eine vollkommene Neubearbeitung der Erläuterungen notwendig.

Diese Neubearbeitung hat auch nicht nur im Verfolg der inzwischen vorgenommenen Neueinteilung der allgemeinen Vorschriften erfolgen müssen, sondern besonders deshalb, weil zwischenzeitlich eine Beteiligung der Deutschen Reichsbahn an der Bearbeitung der Vorschriften eingetreten ist.

Aus der Entstehungsgeschichte der Vorschriften dürften folgende Einzelheiten interessieren:

Im November 1895 wurden zunächst Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen mit niederer Spannung (bis zu 250 V) vereinbart. Im folgenden Jahre trat man an die Aufstellung von Vorschriften für Hochspannungsanlagen (für 1000 V und mehr) heran. Die Vorschriften für Anlagen von mittlerer Spannung (zwischen 250 und 1000 V) wurden 1899 als vorläufige Regeln angenommen. Ferner wurden 1900/1901 erstmalig als Anhang Vorschriften für elektrische Bahnanlagen aufgestellt. 1906 wurden diese Bahnvorschriften erstmalig von den Starkstromvorschriften als „Vorschriften für elektrische Bahnen“ abgetrennt. Im Jahre 1925 wurden dieselben vollständig umgearbeitet herausgegeben. Seit 1906 gelten in Preußen diese Bahnvorschriften als Ergänzung zu den Bau- und Betriebsvorschriften für Straßenbahnen mit Maschinenbetrieb und haben damit gesetzliche Kraft erlangt.

Die seit dem 1. Juli 1924 gültige Fassung der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen umfaßte Anlagen aller Größen und aller Spannungen, wobei lediglich zwischen solchen unter und über 250 V gegen Erde unterschieden wurde. Die Entwicklung sehr hoher Spannungen bis etwa 200000 V und die damit zusammenhängende Vergrößerung der Ein-

heiten und der Gesamtleistung von Großkraftwerken ließ es immer schwieriger erscheinen, alle Gesichtspunkte in einer einheitlichen Vorschrift zur Geltung zu bringen. Man wählte zur Teilung des Gebietes die Grenze von 1000 V und schuf getrennte, aber nach analogen Gesichtspunkten aufgebaute Vorschriften für solche unter 1000 V (V.E.S. 1) und solche mit Spannungen von 1000 V und darüber (V.E.S. 2). Auch aus diesem Grunde ist eine Neubearbeitung der Bahnvorschriften notwendig geworden.

Die Ausdehnung des Geltungsbereiches der V.E.B. auf den elektrischen Vollbahnbetrieb bringt es mit sich, daß eine Neugliederung der Vorschriften erfolgen mußte; es ist dabei unausbleiblich, daß eine vollkommene Lösung noch nicht erreicht sein wird, zumal sich gerade der elektrische Vollbahnbetrieb noch in der Entwicklung befindet.

Schließlich bedeutet auch der notwendige und unvermeidliche Zusammenhang der V.E.B. mit den V.E.S. eine gewisse Gebundenheit, die sich nicht immer ganz günstig auswirkt. Es wird erforderlich sein, wie dies auch vorgesehen ist, Umarbeitungen nur in großen Zwischenräumen vorzunehmen, das wird auch dazu beitragen, daß die Vorschriften eindringlicher in die Auffassung und das Denken derjenigen übergeht, deren Lebensaufgabe es ist, die Vorschriften zu beachten.

Wuppertal-Elberfeld, den 1. Juli 1932.

H. Uhlig.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Bauvorschriften.	
I. Gültigkeit.	
§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich	1
II. Begriffserklärungen.	
§ 2.	9
III. Allgemein gültige Bestimmungen.	
A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.	
§ 3. Schutz gegen Berührung	13
§ 4. Fahrzeugeterde	19
§ 5. Isolationszustand	22
B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.	
§ 6. Elektrische Maschinen	26
§ 7. Transformatoren	31
§ 8. Akkumulatoren	31
C. Stromzuführung zum Fahrzeug, Schaltung und Verteilung	
§ 9. Stromabnehmer	32
§ 10. Schaltanlagen der Fahrzeuge	34
§ 11. Schaltung der Fahrzeuge	37
D. Apparate	
§ 12. Allgemeines	40
§ 13. Schalter, Ölschalter und Zubehör. Trenn- und Erdungsschalter	44
§ 14. Geräte zum Anlassen und Regeln	50
§ 15. Steckvorrichtungen.	51
§ 16. Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter).	54
E. Fahrzeugheizung	
§ 17. Heizkörper für Fahrzeugheizung.	56
F. Leuchten und Zubehör.	
§ 18. Fassungen und Lampen	58
§ 19. Ortsfeste Beleuchtungskörper	60
§ 20. Ortsveränderliche Beleuchtungskörper (Handleuchter, Stehleuchter)	61

	Seite
G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen	62
§ 21. Blanke und isolierte Leitungen (einschließlich Bleikabel)	62
§ 22. Leitungsverlegung bei Fahrzeugen	70
H. Vorschriften für die Strecke	73
§ 23. Fahrleitungen und am gleichen Tragwerk geführte Freileitungen . . .	73
§ 24. Schienenrückleitungen	94
IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.	
§ 25. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume	98
B. Betriebsvorschriften.	
§ 26.	99
Sachverzeichnis	123

Kurzzeichen.

- B.K.V. = Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen.
- D.R.G. = Deutsche Reichsbahngesellschaft.
- D.R.P. = Deutsche Reichspost.
- E.B.V. = Einheitliche Betriebsvorschriften (für die Fahrbediensteten von Straßen- und nebenbahnähnlichen Kleinbahnen mit elektrischem Betrieb).
- K.P.I. = Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung.
- Pr.Kl.G. = Pr. Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen.
- R.E.A. = Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten.
- R.E.B. = Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen.
- R.E.M. = Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen.
- R.E.S. = Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung.
- R.E.T. = Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren.
- R. T.G. = Reichstelegraphengesetz.
- R.T.W.G. = Reichstelegraphenweggesetz.
- V.B.S. = Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen.
- V.E.B. = Vorschriften für elektrische Bahnen.
- V.E.F. = Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen.
- V.E.Hz. = Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen.
- V.E.S. 1 = Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V.
- V.E.S. 2 = desgleichen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber.
- V.I.L. = Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen.
- V.S.F. = Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen.
- V.S.K. = Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen.

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen*.

V.E.B./1932.

A. Bauvorschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Anlagen und Erweiterungen, soweit ihre Ausführung nach dem 1. Januar 1932 beginnt!).

Geltungsbereich.

b) Die nachstehenden Vorschriften und Regeln gelten für Starkstromanlagen²⁾ oder Teile solcher bei Fahrzeugen und Fahrleitungen einschließ-

§ 1.

1) Angenommen durch die Jahresversammlung 1931. Vorher haben vier andere Fassungen bestanden, von denen eine auch noch einer anderen Fassung unterworfen wurde. Über die Entwicklung gibt nachstehende Tafel Aufschluß:

Fassung	Beschlossen	Gültig ab	Veröffentl. ETZ
Erste Fassung	18. 6. 00	1. 7. 00	00 S. 663
Änderung der 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
Vierte Fassung	8. 9. 25	1. 1. 26	25 S. 239,279, 321,977,1526
Fünfte Fassung	22. 6. 31	1. 1. 32	31 S. 54, 489, 677, 949

Ogleich dies nicht ausdrücklich gesagt ist, haben die Vorschriften keine rückwirkende Kraft.

Siehe auch Erläuterung 11) zu diesem Paragraph.

2) Auf Schwachstromanlagen, z. B. Telegraphen-, Telephon- und verwandte Signaleinrichtungen, finden die Vorschriften an sich keine Anwendung, obwohl die Grenze nicht genau gezogen werden kann. Was unter „Starkstrom“ zu verstehen ist, ist bekanntlich nicht leicht zu definieren. Die Höhe der Spannung ist hierfür nicht

* Nachdruck mit Genehmigung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin.

lich Stromrückleitung elektrischer Bahnen³⁾ mit Ausnahme der Strecken-

allein maßgebend, die Grenze liegt also nicht etwa bei 42 V. (Spannungen bis zu diesem Werte werden mit Kleinspannung bezeichnet.) Vielmehr wird bei niedrigen Spannungen und hohen Stromstärken, z. B. 10 V und 100 A, von Starkstrom gesprochen werden müssen, ebenso wie eine Anlage für 100 V und 10 A als Starkstromanlage anzusehen ist.

Für Schwachstromanlagen sind durch den VDE eine Reihe von Bestimmungen aufgestellt worden, und zwar:

Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen. V.E.F./1932. Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen. V.F.L./1928.

Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren.

Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen. V.E.F./1932. Allgemeine Vorschriften für Starkstromleitungen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechanlagen.

Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu den allgemeinen Vorschriften.

Während die V.E.B./1926 nur galten für Spannungen bis 1650 V, ist in den neuen Vorschriften diese Grenze gefallen, d. h. die V.E.B./1932 gelten für alle im Bahnbetriebe vorkommende Spannungen.

3) Entgegen den V.E.B./1926 gelten diese Vorschriften nur noch für die den elektrischen Bahnen eigentümlichen Sondereinrichtungen, wie dieselben oben aufgeführt worden sind. Zweifellos hatte die 1926 vertretene Ansicht, alle einschlägigen Bestimmungen aufzunehmen, ihre volle Berechtigung, man wollte ja dem Bahnfachmann ein Vorschriftenbuch in die Hand geben, das alle Bestimmungen enthielt, welche für elektrische Bahnen in Frage kommen. Irgendwelche Bedenken gegen diese Auffassung haben sich im Laufe der Zeit nicht ergeben. Da aber von verschiedenen Seiten der Wunsch geäußert wurde, eine Trennung vorzunehmen, hat man diesem Wunsche entsprochen. Maßgebend war vor allem die Überlegung, daß durch die Neuordnung der allgemeinen Errichtungsvorschriften eine rechte Eingliederung nur sehr schwer möglich wurde. Bekanntlich haben wir bzgl. der allgemeinen Sicherheitsvorschriften jetzt folgende Unterteilung:

Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V (V.E.S. 1./1930).

Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000⁰V und darüber (V.E.S. 2./1930).

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen (V.B.S./1932).

Es ist also in Zukunft notwendig, bei der Errichtung elektrischer Bahnanlagen nicht nur die vorliegenden V.E.B./1932 zu Rate zu ziehen, sondern auch die V.E.S. 1./1930 und, bei Spannungen über 1000 V, die V.E.S. 2./1930, während die Betriebsvorschriften in § 26 der vorliegenden V.E.B./1932 enthalten sind. In Frage kommen die V.E.S. 1./1930 und V.E.S. 2./1930, also z. B. bei allen Kraftwerksanlagen, bei Installationen der Betriebsgebäude, bei Hochspannungs-Kraftübertragungen, bei Anschlüssen an die Fahrleitung für fremde Strombezieher, demnach für alle diejenigen Anlageteile, die schon in den V.E.S. 1./1930 und V.E.S. 2./1930 behandelt sind. Es sei noch darauf hingewiesen, daß zu den V.E.S. 1./1930 R. Zaudy Erläuterungen ausgearbeitet hat, die als 17. Auflage der Weberschen Erläuterungen im Jahre 1930 erschienen sind. Die Kenntnis dieser Erläuterungen ist zur Beurteilung aller Fragen von allgemeiner Bedeutung unerläßlich. Die Inhaltsverzeichnisse der V.E.S. 1. und 2. sowie der V.B.S. sind ihrer Wichtigkeit wegen nachstehend abgedruckt:

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V V.E.S. 1./1930.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich.

Fortsetzung der Erläuterung 3) von S. 2.

II. Begriffserklärungen.

§ 2.

III. Allgemein gültige Bestimmungen.

A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

- § 3. Schutz gegen zufällige Berührung.
Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.
- § 4. Auftreten zu hoher Spannungen.
- § 5. Isolationszustand.

B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

- § 6. Elektrische Maschinen.
- § 7. Transformatoren.
- § 8. Akkumulatoren.

C. Schalt- und Verteilungsanlagen.

§ 9.

D. Apparate.

- § 10. Allgemeines.
- § 11. Schalter.
- § 12. Anlasser und Widerstandsgeräte.
- § 13. Steckvorrichtungen.
- § 14. Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter).

E. Ortsveränderliche Geräte und Fernmeldegeräte.

§ 15. Ortsveränderliche Geräte, Fernmeldegeräte.

F. Leuchten und Zubehör.

- § 16. Fassungen und Lampen.
- § 17. Ortsfeste Beleuchtungskörper (auch Schnur- und Zupendel).
- § 18. Ortsveränderliche Beleuchtungskörper (Stehleuchter, Handleuchter).

G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

- § 19. Leitungen (isolierte und umhüllte Leitungen, Bleikabel).
- § 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. Bleikabel.

IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

- § 28. Elektrische Betriebsräume.
- § 29. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.
- § 30. Betriebstätten.
- § 31. Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume.
- § 32. Akkumulatorenräume und elektrolytische Anlagen.
- § 33. (Bleibt frei.)
- § 34. Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume.
- § 35. Explosionsgefährdete Betriebstätten und Lagerräume.
- § 36. Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, wenn in ihnen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

V. Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art.

A. Prüffelder, Laboratorien, Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen.

§ 37. Prüffelder, Justierräume und Laboratorien. Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen.

B. Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunsthörsäle, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

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

Fortsetzung der Erläuterung 3) von S. 3.

C. Bergwerke unter Tage.

- § 40. Verlegung in Schächten, Querschlägen und Strecken. Elektrische Schachtsignalanlagen.
 - § 41. Schlagwettergefährdete Grubenräume.
 - § 42. Fahrleitungen und Zubehör elektrischer Streckenförderung.
 - § 43. Fahrzeuge elektrischer Streckenförderung.
 - § 44. Abteufbetrieb.
 - § 45. Schießbetrieb im Anschluß an Starkstromanlagen.
 - § 46. Ortsveränderliche Betriebseinrichtungen.
- Anhang: Leitsätze für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagebau.

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber. V.E.S. 2./1930.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

- § 1. Geltungsbeginn, Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

- § 2.

III. Allgemein gültige Bestimmungen.

A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

- § 3. Schutz durch Abdeckung u. dgl.
- § 4. Schutz durch Erdung u. dgl.
- § 5. Schutz durch Isolierung.

B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

- § 6. Elektrische Maschinen.
- § 7. Transformatoren.
- § 8. Akkumulatoren.

C. Schaltanlagen.

- § 9. Schaltung.
- § 10. Schaltgerüste und Schaltkasten.
- § 11. Schalter.
- § 12. Meßeinrichtungen.
- § 13. Signaleinrichtungen.

D. Apparate.

- § 14. Anlasser, Steuer- und Widerstandsgeräte.
- § 15. Schmelzsicherungen.

E. Überspannung und Überstromschutz.

- § 16. Überspannungsschutz.
- § 17. Überstromschutz.

F. Leitungen.

- § 18. Blanke, umhüllte und isolierte Leitungen (einschl. Bleikabel).
- § 19. Freileitungen.

IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

- § 20. Elektrische Betriebsräume.
- § 21. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.
- § 22. Betriebstätten.
- § 23. Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume.
- § 24. Elektrische Betriebsräume in bewohnten Gebäuden.
- § 25. Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume.
- § 26. Explosionsgefährdete Betriebstätten und Lagerräume.
- § 27. Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, wenn in ihnen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

V. Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art.

A. Prüffelder, Laboratorien, Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen.

- § 28. Prüffelder und Laboratorien.
- § 29. Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen.

B. Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunsthöhlen, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

- § 30.

Fortsetzung der Erläuterung 3) von S. 4.

C. Bergwerke unter Tage.

§ 31. Verlegung in Schächten, Querschlägen und Strecken.

§ 32. Schlagwettergefährdete Grubenräume.

§ 33. Abteufbetrieb.

Anhang: Leitsätze für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagebau.

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen. V.B.S./1932.

Inhaltsübersicht.

§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich. Begriffserklärungen.

§ 2. Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen.

§ 3. Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung.

§ 4. Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.

§ 5. Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen.

§ 6. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.

§ 7. Maßnahmen vor der Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit.

§ 8. Arbeiten unter Spannung.

§ 9. Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.

Anhang: I. Schematische Darstellungen.

II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

Schließlich sei auch noch auf das „Vorschriftenbuch des VDE“ aufmerksam gemacht, das z. Z. in 18. Auflage vorliegt. Von diesen Vorschriften interessieren den Bahnfachmann besonders folgende:

Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen.

Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V. L.E.S./1932.

Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen.

Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserrohre gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen.

Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V. Sonderdruck VDE 0505.

Kupfernormen. Vorschriften für Leitungskupfer. Sonderdruck VDE 0504.

Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe.

Leitsätze für die Bestimmungen elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen.

Leitsätze für die Prüfung der Stoffeigenschaften keramischer Isolierteile für Nennspannungen unter 1000 V.

Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Holz als Isolierstoff.

Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle.

Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Vergußmassen für Kabelzubehörteile.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1930.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1930.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B./1930.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A./1928.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzende Betriebe R.A.B./1927.

Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren.

Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen V.E.Hz./1925. Regeln für Meßgeräte.

Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V.

Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930.

Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1931.

Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K./1928.

Vorschriften für umhüllte Leitungen.

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928.

Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S./1928.

Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H./1929.

Fortsetzung der Erläuterung 3) von S. 5.

Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an.

Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber L.S.G./1932.

Normen für häufig gebrauchte Warnungstafeln.

Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe. Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe.

Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen.

Vorschriften für Außenantennen.

Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V./1930.

Allgemeine Vorschriften zum Schutze vorhandener Reichstelegraphen- und Fernsprechanlagen gegen neue elektrische Bahnen.

Wie bereits gesagt, ist das Studium sämtlicher in Frage kommenden VDE-Vorschriften eine dringende Notwendigkeit und es sei auch noch besonders auf die Normungsarbeit des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie hingewiesen.

Von großem Wert ist außerdem zur Aufklärung mancher Zweifelsfragen das „Auskunftsbuch für die vorschriftsgemäße Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen“ von Prof. Dr.-Ing. G. Dettmar.

Während die V.E.B./1926 noch keine Geltung hatten für die Reichsbahn, sind nunmehr sämtliche Bahnen mit elektrischem Betrieb durch diese Vorschriften erfaßt! Die Vorschriften gelten also für die Reichsbahn, für sämtliche Privat-, Klein- und Straßenbahnen, ferner für Fahrdrachtomnibusse. Dabei spielt selbstverständlich der Charakter der Bahn als solcher keine Rolle. Dabei wären zu nennen als Sonderausführungen: Untergrund- und Hochbahnen, Schwebebahnen, Bergbahnen usw. Auch Bahnen besonderen Charakters, wie z. B. Paketbahnen für den Postbetrieb u. dgl. fallen unter diese Vorschriften, nicht dagegen elektrische Krane, Hängebahnen usw. Näheres wird noch bei den Erläuterungen zu den Einzelbestimmungen zu erörtern sein.

Während die V.E.S. 1 und 2 und die V.B.S. an sich keine gesetzliche Wirkung haben, sondern ihre Befolgung in einer gewissen Freiwilligkeit finden, abgesehen von einer Empfehlung durch die zuständigen Behörden, liegt die Sache bei den V.E.B. anders. In Preußen ist bekanntlich für alle diejenigen Bahnen, die nicht zu den Hauptbahnen usw. zählen, das „Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen“ vom 28. Juli 1892 maßgebend. Die Ausführungsanweisung zu diesem Gesetz vom 13. August 1898 schreibt die „Betriebsvorschriften für nebenbahnähnliche Kleinbahnen mit Maschinenbetrieb“ und die „Bau- und Betriebsvorschriften für Straßenbahnen mit Maschinenbetrieb“ vor und die jeweiligen Sicherheitsvorschriften des VDE für elektrische Bahnen sind Bestandteil dieser Betriebsvorschriften. Damit haben die V.E.B. volle gesetzliche Geltung.

Die Einteilung und rechtliche Behandlung sämtlicher in Preußen vorhandenen Schienenbahnen ergibt sich wie folgt:

- I. Schienenbahnen für den öffentlichen Verkehr.
 - A. Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs.
 1. Hauptbahnen.
 2. Nebenbahnen.
 - B. Eisenbahnen des nicht allgemeinen Verkehrs (Kleinbahnen).
 1. Kleinbahnen mit Maschinenbetrieb.
 - a) Nebenbahnähnliche Kleinbahnen.
 - b) Straßenbahnen und straßenbahnähnliche Kleinbahnen.
 2. Kleinbahnen ohne Maschinenbetrieb (Pferdebahnen).
- II. Schienenbahnen für nicht öffentlichen Verkehr.
 - A. Privatanschlußbahnen.
 - B. Grubenbahnen.
 1. Grubenanschlußbahnen.
 2. Grubenbahnen ohne Anschluß an eine öffentliche Bahn.
 - C. Industriebahnen usw. ohne Anschluß an eine öffentliche Bahn.

förderung u. T.⁴), und zwar für:

- Fahrzeuge elektrischer Schienenbahnen einschließlich aller mit ihnen elektrisch verbundenen Wagen⁵);
- Fahrzeuge von Schienenbahnen mit elektrischem Antrieb aus eigener Stromquelle einschließlich aller mit ihnen elektrisch verbundenen Wagen⁶);
- Fahrdrahtomnibusse (Drahtbusse)⁷);

Es gelten folgende Gesetze:

Für I A als Reichsbahn:	Reichsbahn-Gesetz	v. 30. 8. 1924.
	Eisenbahn-Gesetz	v. 3. 11. 1838.
„ I A „ Privatbahn:	Eisenbahn-Gesetz	v. 3. 11. 1838.
„ I B:	Kleinbahn-Gesetz	v. 28. 7. 1892. §§ 1—42.
„ II A:	Kleinbahn-Gesetz	v. 28. 7. 1892. §§ 43—50.
„ II B 1:	Kleinbahn-Gesetz	v. 28. 7. 1892, § 51.
	Allgem. Berg-Gesetz	v. 24. 6. 1865, §§ 67 ff.
„ II B 2:	Gewerbeordnung	v. 21. 6. 1869, §§ 37, 76.

In den anderen Ländern Deutschlands hat man sich dem preußischen Vorgehen wohl in allen Fällen angeschlossen. Da es sich aber um ein Länderrecht handelt, ist es zur Gültigkeit nicht nur erforderlich, die Annahme durch die Hauptversammlung des VDE herbeizuführen, sondern es müssen auch die Länderregierungen ihre Zustimmung geben. Bei den Hauptbahnen, in der Hauptsache bei der Reichsbahn, liegen die Aufsichtsrechte beim Reich und da die Reichsbahn bei der Ausarbeitung der V.E.B./1932 mitgewirkt hat, ist an einer Annahme wohl kaum zu zweifeln.

Nach der preußischen Ausführungsanweisung zu den Durchführungsbestimmungen für den Überlandverkehr mit Kraftfahrzeugen vom 8. 12. 1931 gelten für die Starkstromanlagen der Fahrzeuge und Fahrleitungen von Drahtbus-Anlagen ebenfalls die V.E.B.

4) Als besondere Ausnahme ist die Streckenförderung unter Tage aufgeführt, da hierfür Sonderbestimmungen bestehen. Alle oberirdischen elektrischen Bahnen auf Zechengelände, also auch z. B. die Abraumbahnen im Braunkohlen-Tagesbau, fallen jedoch unter die V.E.B.

5) Es soll hierunter verstanden werden, daß nicht nur Lokomotiven und Triebwagen für den Betrieb mit Strom aus einem Kraftwerk (also für Oberleitungs- und Stromschienenbetrieb) unter diese Vorschriften fallen, sondern auch alle Fahrzeuge, die von der Lokomotive oder dem Triebwagen gezogen werden, jedoch unter der Voraussetzung, daß eine elektrische Verbindung besteht. Letztere wird meist dazu dienen, den angehängten Fahrzeugen Strom für Brems-, Beleuchtungs- und Heizzwecke zuzuführen. Die Brems-, Beleuchtungs- und Heizungsanlagen solcher Wagen unterliegen also den V.E.B. Man wird aber hieraus nicht schließen können, daß z. B. Personenzüge mit besonderer Stromerzeugungsanlage für Beleuchtungszwecke oder mit Batterie für Bremsung nicht unter die V.E.B. fallen, sondern letztere werden sinngemäß anzuwenden sein.

6) Hierunter fallen z. B. Akkumulatoren-Triebwagen, Lokomotiven mit benzol-elektrischem Antrieb u. dgl. Bezüglich der angehängten Wagen gilt das unter 5) Gesagte.

7) Es war überhaupt notwendig, das neuerdings wieder in Aufnahme gekommene automobiler Fahrzeug mit Oberleitungsbetrieb, den Fahrdrahtomnibus oder Drahtbus, ebenfalls mit in die Vorschriften aufzunehmen, wengleich besondere Erfahrungen auf diesem Gebiete noch nicht vorliegen. Eine längere Betriebszeit muß zeigen, welche Ergänzungen noch notwendig sind.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Frage der Umgrenzung des Geltungsbereiches in den Kommissionsberatungen ziemliche Schwierigkeiten machte. Man war zuerst geneigt, diese Grenzen weit zu stecken, besonders aus dem Gesichtspunkt heraus, daß auch noch eine Reihe anderer Fahrzeuge, die allerdings

Oberirdisch verlegte Fahrleitungen elektrischer Schienenbahnen, wie Oberleitung, Stromschiene — und zwar sowohl einpolige als auch mehrpolige — sowie Fahrleitungen für Drahtbusse;

Sonstige oberirdisch verlegte Leitungen, die am Tragwerk der Fahrleitungen geführt sind, einschließlich ihrer Zubehörteile⁸⁾;

Schienenrückleitungen elektrischer Bahnen, jedoch ausschließlich der Rückspeisekabel⁹⁾.

Nicht unter diese Vorschriften fallen demnach:

Kraftwerke,
Unterwerke,
Schaltstellen,
Freileitungen,

sofern sie nicht am Tragwerk von Fahrleitungen geführt sind¹⁰⁾.

Für diese Teile sind die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1., die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2.“ sowie die „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.“ maßgebend.

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten grundsätzlichen Vorschriften enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Regeln, nach denen die Anlagen mit den üblichen Mitteln im allgemeinen auszuführen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen¹¹⁾.

keine Schienenfahrzeuge sind, elektrische Einrichtungen besitzen, für welche Vorschriften erforderlich sind. Zu nennen sind die elektrischen Einrichtungen von Autobussen, Montagefahrzeugen usw. Schon sachlich bestanden bezgl. der Eingruppierung aber Schwierigkeiten, die noch größer werden durch die Zuständigkeitsfrage. Man hätte unbedingt die Automobilindustrie und die Kraftfahrzeugunternehmer zu den Arbeiten hinzuziehen müssen und das hätte die Verhandlungen sicher nicht erleichtert. Immerhin bleibt diese Frage aber offen und muß nach der einen oder anderen Seite in Kürze geklärt werden.

8) Maßgebend ist also, ob die Leitung am gleichen Gestänge bzw. Tragwerk geführt wird, an dem die Fahrleitung aufgehängt ist. Dabei ist weder die Spannung, noch der Verwendungszweck von Bedeutung. Es kann sich also um Hochspannungsversorgungs- und Speise-, Verstärkungs- sowie schließlich auch um Fernmelde- und Signalleitungen handeln.

9) Damit ist gesagt, daß z. B. Kabel, die zur Verstärkung des Schienenquerschnittes dienen, unter die V.E.B. fallen, also solche Kabel, die mit dem Bahnkörper parallel verlaufen. Von Sammelpunkten oder dgl. abzweigende Rückspeisekabel werden unter V.E.S. 1. oder 2. behandelt. Man kann sagen, daß diese Festsetzung nicht eindeutig genug ist. Schwierigkeiten werden sich aber kaum ergeben, da keine Unterschiede zwischen den beiderseitigen Vorschriften bestehen.

10) Nicht besonders erwähnt sind für die bereits unter 2) genannten Installationen in Betriebsgebäuden, Anschlüsse für Stromabnehmer usw. Diese fallen ebenfalls unter die V.E.S. 1 und 2.

11) Die „Vorschriften“ sind unter allen Umständen einzuhalten, während von den „Regeln“ dann abgewichen werden kann, wenn besondere Gründe vorliegen. Die Vorschriften entsprechen also dem „muß“, die „Regeln“ dem „soll“. Diese sprachlichen Wendungen sind in der Folge zum Ausdruck gebracht.

Besonders beachtlich sind aber die nachstehenden „Grundsätze für die Ausgestaltung der VDE-Bestimmungen“.

II. Begriffserklärungen.

§ 2.

a) Unter Spannung bei Bahnen mit Fahrleitung wird die „Betriebsspannung“ verstanden¹⁾. Betriebsspannung ist die Spannung, die in leitend zusammenhängenden Netzteilen an den Klemmen der Stromverbraucher im Mittel zeitlich und örtlich vorhanden ist. Bei Akkumulatoren ist die mittlere Entladespannung maßgebend, bei Fahrzeuggeneratoren mit eigener Kraftmaschine die der höchsten Spannungstufe entsprechende mittlere Spannung, bei Umformung aus der Fahrdrachtspannung auf der Primärseite die Betriebsspannung, auf der Sekundärseite die der Betriebspannung entsprechende umgeformte Spannung²⁾.

Kleinspannungen sind Betriebsspannungen bis zu 42 V³⁾.

Unterschieden werden:

1. Vorschriften. Sie sind Bestimmungen, die mit Rücksicht auf Lebens- und Feuergefahr aufgestellt sind und eingehalten werden müssen.

2. Regeln. Sie sind entweder Angaben, wie die zugehörnden Vorschriften mit den üblichen Mitteln im allgemeinen auszuführen sind, oder Angaben, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

3. Leitsätze. Sie sind Angaben, die nach Erprobung in Form von Regeln oder Vorschriften herausgegeben werden und deren Beachtung empfohlen wird.

4. Normen. Sie enthalten genaue Angaben in bezug auf Aufbau, Form und Maße, Werkstoffe, Gewichte, mechanische, elektrische oder magnetische Eigenschaften usw., die eingehalten werden sollen.

Außerdem gilt folgendes:

5. Die Bestimmungen haben keine rückwirkende Kraft (Ausnahme siehe Betriebsvorschriften für Starkstromanlagen).

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

7. Die in verschiedenen Bestimmungen enthaltenen Worte „möglichst“, „nach Möglichkeit“, „tunlichst“ und „in der Regel“ sollen besagen, daß die Einhaltung dieser Bestimmungen nur unter Aufwendung solcher Mittel gefordert werden darf, die im Verhältnis zum gewollten Zweck wirtschaftlich tragbar sind. Die Wendungen „empfohlen wird“ bzw. „es empfiehlt sich“ sollen gleichfalls eine Abmilderung einzelner Bestimmungen bedeuten.

§ 2.

1) Eine Spannungsgrenze, wie dies in den V.E.B./1926 noch der Fall war, ist also nicht mehr festgelegt, d. h. die V.E.B./1932 gelten für alle im Betriebe möglichen Spannungen.

2) Es ist versucht worden, den Begriff „Betriebspannung“ möglichst genau festzulegen. „Betriebspannung“ ist also in der Hauptsache die an der Verbrauchsstelle zur Verwendung kommende Spannung, also bei Gleichstrombahnen am Fahrzeugmotor, während bei Wechselstrombahnen die Oberspannung, also die Einführungsspannung als „Betriebspannung“ zu gelten hat. Im Gegensatz zur „Betriebspannung“ steht z. B. die „Fahrdrachtspannung“, die entsprechend höher sein wird und schließlich die Spannung im Kraftwerk u. dgl.

Der Wert der „Betriebspannung“ ist immer ein Mittelwert, das entspricht der Natur des elektrischen Bahnbetriebes. Siehe auch Erläuterung 4) zu § 2.

3) Für besonders niedrige Spannungen sind Erleichterungen zugelassen (siehe auch § 3f). Dabei war die Erwägung maßgebend, daß eine Spannung unter 42 V ganz allgemein als ungefährlich gilt, weshalb für Spannungen bis zu dieser Höchstgrenze von einem Berührungsschutz abgesehen werden kann. Hierbei ist zu beachten, daß

Nennspannung, Nennstromstärke, Nennleistung und Nennfrequenz sind die Größen, mit denen die Geräte, Leitungen, Stromverbraucher usw.⁴⁾ bezeichnet und für die sie gebaut und eingerichtet sind.

b) Feuersicher im Sinne dieser Vorschriften ist die Zusammenfassung der in den einschlägigen Prüfvorschriften behandelten Arten der Feuersicherheit⁵⁾.

diese Grenze nur für erwachsene Menschen gilt. Für Kinder müssen niedrigere Werte angenommen werden, für entsprechende Anlagen ist gemäß Beschluß der Jahresversammlung 1926 eine Spannung von 24 V festgelegt. Das kommt z. B. für elektrische Spielzeugsbahnen in Frage, die im übrigen selbstverständlich den V.E.B. nicht unterliegen. Die Kleinspannung bis 42 V erweist sich recht brauchbar z. B. bei der Beleuchtung von Montagegruben. Näheres siehe Erläuterung zu § 3f. Auch bei der Beleuchtung von Eisenbahnwagen spielt die Kleinspannung eine Rolle, wenn auch die Verwendbarkeit sich zunächst noch auf Wechselstrombahnen bzw. auf Bahnwagen mit besonderen Stromerzeugern oder Akkumulatorenbatterien beschränkt. Siehe auch Erläuterung 4) zu § 2.

4) Bezgl. der Spannung sind zu beachten: „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V“ und „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V.“

Als Nennspannungen unter 100 V kommen für elektrische Bahnen folgende in Betracht:

Für Gleichstrom:

für Beleuchtung 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 40 als Kleinspannung, ferner 65 und 80 V.
Die Spannungen 40 und 80 nur für Elektromobile und Eisenbahnwagen;
für Motorenbetrieb 4, 6, 12, 24, 32, 40 als Kleinspannung, ferner 65 und 80 V;
für Fernmeldung 1,5, 2, 6, 8, 12, 24, 36, 48 und 60 V.

Für Wechselstrom:

für Beleuchtung alle unter Gleichstrom genormten Nennspannungen;
für Fernmeldung 36, 48 und 75 V.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß sich die vorgenannten Normen gegenwärtig in einer Umarbeitung befinden.

Für Spannungen über 100 V sind die „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V“ als Sonderdruck VDE 0505 erschienen. Als genormte Betriebsspannungen gelten gemäß § 3 folgende Werte:

A. Gleichstrom:

110, 220, 440, 550, 750, 1100, 1500, 3000 V.

Die Spannungen von 550, 750, 1100, 1500, 3000 V beziehen sich auf Bahnanlagen mit einpoliger Erdung.

B. Drehstrom von 50 Hz.:

125, 220, 380, 500, 1000, 3000, 6000, 10000, 15000, 20000, 30000, 45000, 60000, 80000, 100000, 150000, 200000, 300000, 400000 V.

Die fettgedruckten Zahlen bedeuten Vorzugsspannungen, die in erster Linie sowohl für Neuanlagen, als auch für umfangreiche Erweiterungen empfohlen werden.

Alles Nähere ist aus dem Sonderdruck selbst zu ersehen.

5) Eine genaue Definition für den Begriff „feuersicher“ ist bisher noch nicht gefunden worden. Maßgebend waren bisher die „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe“ gültig ab 1. Okt. 1924. Die Feuersicherheit eines Normalstabes (Flachstab von 10 mm Dicke, 15 mm Breite und 120 mm Länge) wird dadurch ermittelt, daß dieser Stab der Flamme eines Bunsenbrenners von 9 mm Brennöffnung und 10 cm Flammenhöhe unter bestimmten Bedingungen ausgesetzt wird. Das Verhalten der Isolierstoffe ist dann nach folgenden drei Stufen zu beurteilen:

Stufe 0. Der Stab brennt nach dem Entfernen der Flamme länger als $\frac{1}{4}$ min weiter.

Stufe 1. Der Stab brennt nach dem Entfernen der Flamme nicht länger als $\frac{1}{4}$ min weiter.

Stufe 2. Der Stab entzündet sich nicht in der Flamme.

c) Fahrleitungen im Sinne dieser Vorschriften ist die Gesamtheit der zur Stromabgabe an Fahrzeuge dienenden Leitungen und alle Einrichtungen, die zu ihrer Aufhängung dienen, wie Maste einschließlich Fundierungen, Leitungsträger, Tragwerke bei Kettenaufhängung, Isolatoren, Schalter, Spannvorrichtungen, Streckentrenner, Erdungen usw.⁶⁾.

d) Freileitungen im Sinne dieser Vorschriften sind außerhalb von Gebäuden geführte oberirdische Leitungsanlagen, bei denen die Leitungen keine Schutzverkleidung haben, einschließlich der Isolatoren und Träger (Maste usw.)⁷⁾.

Freileitungen, die am Tragwerk der Fahrleitungen geführt sind, gelten als Teile von Fahrleitungen⁸⁾.

e) Berührungsspannung⁹⁾ ist die im Störfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreise gehörenden, leitfähigen Anlageteil und Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

Diese Auslegung des Begriffes „Feuersicherheit“ genügt den Anforderungen nicht, es wurde daher in Aussicht genommen, ihn in die beiden Begriffe

- a) Glutsicherheit und
- b) Schaltfeuersicherheit

zu unterteilen.

Die „Glutsicherheit“ bzw. „Schaltfeuersicherheit“ eines Isolierteiles ist gewährleistet, wenn die Baustoffe eine den Betriebsbeanspruchungen angemessene „Glutfestigkeit“ bzw. „Schaltfeuerfestigkeit“ haben.

Bezgl. der Glutsicherheit sind zwei wesentliche Fälle zu unterscheiden: Betriebsmäßig vorkommende Glut an Teilen, die mit dem Isolierstoff in Berührung stehen, z. B. bei Heizgeräten oder unbeabsichtigtes Auftreten von Glut durch unvorschriftsgemäße Behandlung und Beanspruchung außerhalb des normalen Betriebes.

Die Methoden zur Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen sind bereits festgelegt, während die Verfahren zur Ermittlung der Schaltfeuerfestigkeit zur Zeit noch ausgearbeitet werden. Bestimmungen für die Prüfung der Feuersicherheit von Isolierteilen (als Teilabschnitt der K.P.I.) befinden sich ebenfalls in Vorbereitung.

Die „Leitsätze für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen“ sind in der Jahresversammlung 1931 mit Gültigkeit ab 1. Januar 1932 angenommen worden. Als glutsicher gelten danach Geräte oder Isolierteile, die bei Glut betriebsmäßig vorhandener Leiter keine ihren Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden. Die „Glutfestigkeit“ ist die Widerstandsfestigkeit von Isolierstoffen gegenüber der Glut; sie wird in Stufen eingeteilt. Es kann an dieser Stelle davon abgesehen werden, die Durchführung der Messung zu beschreiben, da diese in den genannten Leitsätzen enthalten sind.

6) Die Erklärung war notwendig, um die Grenze gegenüber den Freileitungen zu finden, die den V.E.S. 1. oder V.E.S. 2. bzw. den V.S.F. unterliegen.

7) Schutznetze, Schutzleisten, Schutzdrähte usw., die die Freileitungen an der Berührung mit anderen Leitungen oder am Herabfallen hindern, sind nicht Schutzverkleidungen im Sinne obiger Bestimmung. Als solche sind vielmehr Rohre, Verschalungen aus Holz oder Blech u. dgl. zu bezeichnen, die der Leitung eben den Charakter als Freileitung nehmen. Freileitungen können auch aus umhüllten oder isolierten Leitungen gebildet werden.

8) Es würde natürlich wenig zweckmäßig sein, wenn für eine Anlage zwei verschiedene Vorschriften in Frage kämen. Demgemäß fallen unter die V.E.B. alle Leitungen, die am Fahrleitungstragwerk mitverlegt sind, ganz gleichgültig, welchen Zweck diese Leitungen verfolgen bzw. welche Spannungen verwendet werden. Näheres siehe § 23.

9) Siehe Erläuterungen 1 zu § 3.

f) Erden heißt, eine leitende Verbindung mit der Schienen- oder Fahrzeugeterde herstellen.

Als Erde im Sinne dieser Vorschriften gelten, soweit nicht ausdrücklich anderes bemerkt ist, die Fahrschienen, und zwar auch dann, wenn sie als Stromrückleitung benutzt werden und dabei gegenüber dem umgebenden Erdreich eine gewisse Spannung annehmen können.

Diese Erde heißt Schienenerde.

Als Erde bei Fahrzeugen gelten auch die den Körper des Fahrzeuges bildenden, zusammenhängenden metallenen Bauteile (besonders die den Fußboden tragenden zusammenhängenden Rahmen oder Gestelle).

Diese Erde heißt Fahrzeugeterde [siehe § 4a)].

Erdungsleitung ist die zum Erder führende Leitung einschließlich Sammelleitung.

In Fahrzeugen für Bahnen mit Schienenrückleitung ist zwischen Erdungsleitung für Betriebströme und Schutzerdungsleitung zu unterscheiden.

Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen den zu schützenden Anlageteilen und dem Erder.

g) Stromfestigkeit ist die Festigkeit gegen thermische Zerstörung durch Stromwärme und gegen mechanische Zerstörung durch Stromkräfte bei Stoßstrom oder bei Dauerstrom.

h) Spannungsfestigkeit (oder elektrische Festigkeit) ist die Festigkeit gegen Überschlag oder Durchschlag bei Stoßspannung oder bei Wechselspannung von Betriebs- oder höherer Frequenz.

i) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die unter Verschluss gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf (siehe § 25)¹⁰⁾.

k) Betriebsarten. Bei Dauerbetrieb (DB) ist die Betriebszeit so lang, daß die Beharrungstemperatur erreicht wird.

Bei aussetzendem Betrieb (AB) wechseln Einschaltzeiten mit Pausen ab, deren Dauer nicht genügt, daß die Abkühlung auf die Temperatur des Kühlmittels erreicht wird. Die Summe aus Einschaltzeit und Pause ist die Spieldauer. Das Verhältnis von Einschaltzeit zu Spieldauer ist die „relative Einschaltdauer“.

Bei kurzzeitigem Betrieb (KB) ist die Betriebszeit so kurz, daß die Beharrungstemperatur nicht erreicht wird; die Pause ist lang genug, daß die Abkühlung auf die Temperatur des Kühlmittels erreicht wird.

10) Die V.E.S. unterscheiden bekanntlich noch elektrische Betriebsräume, Betriebsstätten, feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume, feuergefährdete Betriebsstätten und Lagerräume.

Für die Sonderzwecke der Bahnen kommen diese Räume wohl kaum in Frage, die Aufzählung ist in den V.E.B. selbst daher weggefallen. Selbstverständlich aber behält die Unterteilung Geltung für diejenigen Anlageteile der Bahnen, die den V.E.S. unterliegen.

III. Allgemein gültige Bestimmungen.**A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.**

§ 3.

Schutz gegen Berührung¹⁾.

a) Bei Betriebsspannungen bis 1500 V²⁾ müssen die unter Spannung

§ 3.

1) Der Schutz gegen Berührung wird im § 3 nur hinsichtlich der Gefahren behandelt, die beim Übertritt der Elektrizität auf den menschlichen Körper erwachsen, d. h. es wird nur der Schutz der Personen, nicht aber der Schutz der Leitungen und Apparate gegen schädliche mechanische und chemische Einwirkungen getroffen. Nähere Aufklärung wird in:

Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V L.E.S. 1./1932

erschienen unter VDE 488 im Juni 1931 mit Geltung ab 1. Januar 1932 und in Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen gültig ab 1. Januar 1924 gegeben.

Das Inhaltsverzeichnis der L.E.S. 1./1932 wird nachstehend abgedruckt:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.

§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 4. Anwendungsbereich der Schutzmaßnahmen.

B. Isolierung.

§ 5. Anwendung der Isolierung.

C. Kleinspannung.

§ 6. Anwendung der Kleinspannung.

§ 7. Ausschließliche Verwendung der Kleinspannung.

D. Schutzerdung.

§ 8. Anwendung der Schutzerdung.

§ 9. Bemessung der Schutzerdung.

E. Nullung.

§ 10. Anwendung der Nullung.

§ 11. Nullungsbedingungen.

§ 12. Erdung in Netzen mit Nullung.

§ 13. Blanke Nulleiter.

§ 14. Nullung ortsveränderlicher Stromverbraucher.

F. Schutzleitungssystem.

§ 15. Anwendung des Schutzleitungssystems.

G. Schutzschaltung.

§ 16. Anwendung der Schutzschaltung.

H. Gemeinsames für Erdung, Nullung, Schutzleitungssystem und Schutzschaltung.

§ 17. Verhütung von Unterbrechungen der Schutzleitung.

§ 18. Bemessung der Schutzleitung.

J. Erdung eines Netzpunktes (Betriebserdung).

§ 19. Schutz bei Übertritt der Oberspannung.

§ 20. Schutz bei Erdschluß auf der Unterspannungsseite.

IV. Verlegung der Erder.

V. Prüfung der Schutzmaßnahmen.

Erläuterung 2) auf S. 17.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 13.

Ihrer besonderen Wichtigkeit wegen sollen ferner noch auszugsweise einige Vorschriften angegeben werden:

§ 3. 1. Schutzmaßnahmen im Sinne dieser Leitsätze sind Maßnahmen zum Schutze von Menschen gegen Gefährdung durch zu hohe Berührungsspannung.

2. Berührungsspannung ist die im Störfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Anlageteil (Metallteil) und der Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

3. Schrittspannung ist die mit der Schrittweite (4 m) überbrückbare Spannung.

4. Körperschluß entsteht, wenn ein nicht zum Betriebsstromkreis, aber zur elektrischen Einrichtung gehörender Anlageteil (z. B. Motorgehäuse) durch einen Isolationsfehler eine leitende Verbindung mit dem Betriebsstromkreis erhält.

5. Erdschluß entsteht, wenn ein oder mehrere betriebsmäßig gegen Erde isolierte Leiter eine leitende Verbindung mit der Erde bekommen. Bei Einfacherdschluß hat nur ein einziger isoliert verlegter Leiter Erdschluß, bei Doppel- oder Mehrfacherdschluß haben zwei oder mehrere isoliert verlegte Leiter Erdschluß.

6. Erdschlußstrom ist der beim Erdschluß in die Erde fließende Strom.

7. Erder sind die zum Erden benutzten Metallteile, die sich in der Erde befinden und mit ihr in leitender Verbindung stehen.

8. Erden heißt eine leitende Verbindung des zu schützenden Anlageteiles mit der Erde herstellen.

9. Erdübergangswiderstand (Ausbreitungswiderstand) eines Erders ist der Widerstand zwischen dem Erder und dem weiter (mehr als 20 m) entfernten Erdboden.

10. Erdungswiderstand ist die Summe von Erdübergangswiderstand und Widerstand der Erdungsleitung.

11. Erdungsleitung ist die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Anlageteil und dem Erder einschließlich Sammelleitung.

12. Erdung bedeutet die Gesamtheit von Erdungsleitung und Erder.

§ 4. Anwendungsbereich der Schutzmaßnahmen. Schutzmaßnahmen sind in Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde überall anzuwenden.

Unter Spannung gegen Erde ist in Netzen ohne Betriebserdung die größte Spannung eines Leiters gegen Erde zu verstehen, die bei Erdschluß in der Anlage auftreten kann.

In Anlagen mit Spannungen über 65 . . . 250 V gegen Erde sind Schutzmaßnahmen erforderlich, wenn die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung vorliegt, d. h. wenn der Übergangswiderstand des Menschen zur Erde durch gute Leitfähigkeit des Standortes (z. B. metallener Fußboden) oder durch Erhöhung der an sich schlechten Leitfähigkeit des Standortes (z. B. Beton-, Fliesenfußboden, Erde) infolge Feuchtigkeit, Wärme, chemischer Einflüsse oder dgl. wesentlich herabgesetzt ist.

Zu schützen sind alle zur elektrischen Anlage, aber nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Metallteile, die unmittelbar Spannung annehmen können, und zwar dann, wenn sie entweder von einem nicht isolierten Standort aus großflächig, d. h. mit der vollen Handfläche, berührt werden können, wie z. B. Gehäuse von Maschinen, Apparaten und Handgeräten, oder wenn sie mit metallenen, in Reichhöhe befindlichen Konstruktionsteilen in leitender Verbindung stehen.

In Räumen mit Fußböden aus Stein, Fliesen, Beton (ohne Eisen), Holzzement, Lehm, Sand oder dgl. brauchen jedoch, falls diese praktisch trocken sind, bei Spannungen über 65 . . . 150 V gegen Erde Schutzmaßnahmen nur insoweit getroffen zu werden, als oben genannte Metall- bzw. Gebäudekonstruktionsteile betriebsmäßig umfaßt werden können, wie z. B. Handräder und Griffe.

In anderen Fällen, z. B. im allgemeinen in trockenen Wohnräumen sowie in Anlagen mit Spannungen bis 65 V gegen Erde, sind Schutzmaßnahmen nicht erforderlich (Ausnahmen siehe § 7).

Den Schutzmaßnahmen wird vielfach nicht die erforderliche Aufmerksamkeit zugewendet, da die Anlagen auch ohne sie betrieben werden können; weil sie aber zum Schutze des Menschen erforderlich sind, muß ihnen sogar erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, wenn sie ihren Zweck, entweder das Überbrücken oder das Auftreten oder das Bestehenbleiben zu hoher Berührungsspannung zu verhindern, erfüllen sollen.

Je besser angeordnet, je sorgfältiger ausgeführt, je gewissenhafter eine Anlage unterhalten ist und je hochwertiger die verwendeten Apparate isoliert sind, desto seltener zeigen sich Störungen.

In älteren Anlagen, die bis 6 Monate nach Inkrafttreten dieser Leitsätze nach den jeweiligen Verbands- oder den besonderen behördlichen Bestimmungen ihrer Zeit errichtet

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 14.

worden sind, brauchen nachträglich Schutzmaßnahmen nicht getroffen bzw. vorhandene nicht gemäß diesen Leitsätzen verbessert zu werden, wenn dadurch unbillige Härten entstehen würden; alle zur elektrischen Anlage, aber nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Metallteile, die unmittelbar Spannung annehmen und von einem nicht isolierten Standort aus voll umfaßt (z. B. Handräder und Griffe) werden können, müssen jedoch geschützt werden, wenn die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung vorliegt.

§ 5. Anwendung der Isolierung. Schutz durch Isolierung kann erreicht werden entweder durch eine Isolierung des Menschen vom Anlageteil (z. B. isolierende Umfassung von Schaltergriffen, Handrädern, Isolierkapselung von Apparaten, isolierende Umhüllung von kabelähnlichen Leitungen) oder durch eine Isolierung des Menschen von der Erde (z. B. isolierender Fußbodenbelag, trockener Holzboden oder Holzrost, isolierende Wände).

Bei Nachinstalltionen kann vielfach in einfacher Weise durch Isolierung des Standortes des Bedienenden ein Schutz im Sinne dieser Leitsätze geschaffen werden.

Lackierung und Emailierung von Metallteilen sowie wetterfeste Umhüllung von Leitungen gilt nicht als Isolierung im Sinne dieser Leitsätze.

Isolierung kann als Schutzmaßnahme nur dann angewendet werden, wenn mit einer praktisch für Jahre ausreichenden Beschaffenheit der Isolation gerechnet werden kann.

§ 15. Anwendung des Schutzleitungssystems. In begrenzten einheitlichen Anlagen, wie z. B. Fabriken mit eigener Stromerzeugung oder eigenem Transformator mit elektrisch getrennten Wicklungen, kann ein Schutz durch Verbindung aller zu schützenden Anlageteile untereinander sowie mit den der Berührung zugänglichen Gebäudekonstruktionsteilen, Rohrleitungen und dgl. erreicht werden. Diese Verbindungsleitungen, die das Schutzleitungssystem bilden, sind zu erden.

Ist eine Isolationskontrolle vorhanden, dann genügt für die Erdung des Schutzleitungssystems ein Erdungswiderstand von 20 . . . 30 Ω .

Ist vorstehende Bedingung nicht erfüllt, so ist nach § 9 zu erden. Wird das Schutzleitungssystem mit einem Netzpunkt verbunden, so müssen die Nullungsbedingungen erfüllt werden.

Bei Anlagen elektrischer Bahnen gilt die Fahrchiene einschließlich der Rückleitungen als geerdetes Schutzleitungssystem. Eine besondere Erdung ist hierbei mit Rücksicht auf die „Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen“ nicht erforderlich.

Ferner:

IV. Verlegung der Erder.

1. Erder.

a) Wasserleitungen. Der Anschluß an Rohre erfolgt an gut blank gemachten Stellen durch breite Schellen (siehe DIN VDE 1818).

Die Wasserleitung darf zu Schutzerdungen innerhalb der Gebäude nur verwendet werden, wenn die Rohre gut leitend verbunden sind, wie z. B. bei Bleirohren durch Verlötlung. Der Anschluß soll jedoch möglichst vor dem Wassermesser erfolgen. Erfolgt er hinter dem Wassermesser, so muß dieser gut leitend überbrückt werden.

Bei Verwendung der Wasserleitung zu Betriebserdungen muß der Anschluß an den Hauptrohren außerhalb der Gebäude erfolgen.

Ausgedehnte Wasserleitungsnetze haben meist einen Erdübergangswiderstand in der Größenordnung von 0,1 . . . 2 Ω .

b) Oberflächenerdungen aus Bändern oder Drähten. Sie sind mindestens 30 cm unter der Erdoberfläche zu verlegen und müssen einen Mindestquerschnitt von 50 mm² haben. Bänder sollen mindestens 3 mm dick sein. Stahl soll feuerverzinkt oder verbleit sein. Die Länge richtet sich nach der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und dem Erdübergangswiderstand (Ausbreitungswiderstand), der erreicht werden soll. Als Anhaltspunkt für den Widerstand derartiger Oberflächenerder können die folgenden Werte bei Acker- (Humus-) oder Lehm Boden dienen:

Länge in Metern . . .	25	50	100
Widerstand in Ohm . . .	8	5	3.

Bei ungünstigen Platzverhältnissen können die Leitungen im Zickzack verlegt werden, wenn ein Mindestabstand der Windungen von ungefähr 1,5 m eingehalten wird. Der Widerstand wird aber dadurch erhöht.

c) Rohre. Der Erdübergangswiderstand (Ausbreitungswiderstand) eines ein- (siehe DIN VDE 1815) bis zweiwändigen Rohres von etwa 3 m Länge beträgt bei Ackerboden etwa 30 Ω . Benutzt man mehrere Rohre, um einen kleineren Widerstand zu erreichen,

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 15.

so ist ein Mindestabstand von ungefähr 3 m zwischen ihnen einzuhalten. Stahlrohre sollen feuerverzinkt, verbleit oder verkupfert sein.

d) Erdplatten. Stählerne Platten sollen einseitig mindestens 0,4 m² groß und mindestens 3 mm stark sein (siehe DIN VDE 1816). Stählerne Platten sollen feuerverzinkt oder verbleit sein. Erdplatten sollen senkrecht im Erdreich angeordnet werden, da bei waagerechter Anordnung Hohlräume leichter entstehen können. Platten von 0,5 m² einseitiger Oberfläche haben in Ackerboden einen Erdübergangswiderstand (Ausbreitungswiderstand) von etwa 40 Ω , solche von 1,2 m² einseitiger Oberfläche von etwa 30 Ω . Bei Verwendung von mehreren Platten zur Herabsetzung des Widerstandes ist ein Mindestabstand von ungefähr 3 m zwischen ihnen einzuhalten. Das Einbetten von Platten in Koks ist zu vermeiden.

2. Bodenbeschaffenheit und dgl.

Lehmboden ist hinsichtlich seines Widerstandes dem Ackerboden gleichzuachten. Feuchter Sandboden hat etwa 3fachen, trockener Sandboden etwa 5fachen, Kies etwa 10fachen Widerstand.

An Gewässern sind Erder längs des Ufers und nicht im Wasser zu verlegen, da Wasser im allgemeinen schlecht leitet.

Die Erder müssen fest in den Erdboden eingestampft oder eingeschlämmt werden, so daß die Berührung zwischen Erder und Erde möglichst innig wird. Dazu gehört, daß das Erdreich in der nächsten Umgebung des Erders möglichst feinkörnig ist. Grober Kies und Steine sind ebenso schlechte Vermittler des Stromübergangs wie reines Wasser und fettige oder ölige Schichten. Erder dürfen nicht mit Anstrich (z. B. Rostschutzmittel) versehen sein, da dadurch der Ausbreitungswiderstand vergrößert würde.

3. Erdungsleitung.

Die Erdungsleitungen sind, soweit sie offen verlegt sind, außer gegen mechanische Beschädigung gegebenenfalls auch gegen chemische Zerstörung zu schützen und möglichst so zu verlegen, daß sie leicht überwacht werden können. Unzulässig ist, sie ohne Schutz einzumauern.

4. Verbindungsstellen.

Sämtliche Verbindungen sind sorgfältig herzustellen, da selbst ein verhältnismäßig geringer Übergangswiderstand (Oxydbildung oder dgl.) die Güte einer Erdung stark beeinträchtigt. Verbindungen sollen verschweißt, vernietet oder verschraubt sein. Schraub- oder Nietverbindungen müssen überlappt sein und mit 2 Schrauben oder 2 Nieten ausgeführt werden. Empfohlen wird, die fertigen Verbindungen gegen Oxydation durch Anstrich zu schützen.

Und:

V. Prüfung der Schutzmaßnahmen.

Die Schutzmaßnahmen sind einer Prüfung vor Inbetriebsetzung der Anlage und regelmäßigen Nachprüfungen gemäß den „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ zu unterziehen.

Bei Nullung und bei Schutzschaltung erfolgt die Prüfung durch Feststellung der Wirksamkeit.

Bei Erdung erfolgt die Prüfung entweder gleichfalls durch Feststellung der Wirksamkeit oder durch Messung des Erdübergangswiderstandes wie folgt:

a) Messung mit Strom- und Spannungsmesser.

Die gegebenenfalls vom Nulleiter bzw. dem schützenden Anlageteil abzuklemmende Erdungsleitung wird mit einem nicht geerdeten Außenleiter über einen Widerstand von etwa 30 Ω hinter der Sicherung unter Zwischenschaltung eines Strommessers verbunden. Ist ein geerdeter Leiter im Netz vorhanden, so schließt sich der Strom über diesen. Ist ein solcher nicht vorhanden und kommt durch die Isolationsfehlerströme des Netzes kein für die Messung ausreichender Strom zustande, so wird die Messung nach b) empfohlen.

Mit einem Spannungsmesser von hinreichend hohem Widerstand (etwa 3000 Ω) wird dann die Spannung zwischen einem Punkt hinter dem Vorschaltwiderstand und einer Sonde gemessen, die einen Ausbreitungswiderstand von höchstens 200 Ω haben soll. Die Sonde ist am Standort einzutreiben. Wenn eine Verschleppung der Berührungsspannung durch Rohre, Eisengeräte usw. zu befürchten ist, ist am Ende des Leiters (Rohrleitung) zu messen. Der Erdübergangswiderstand ergibt sich als Quotient aus Spannung und Stromstärke, wobei die Spannung zwischen dem Erder und einer etwa 20 m entfernten Sonde zu messen ist.

stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile im Handbereich³⁾ gegen zufällige Berührung⁴⁾ geschützt sein (Ausnahmen für abgeschlossene elektrische Betriebsräume siehe § 25, Schutz gegen Beschädigung siehe § 22).

Lackierung oder Emallierung allein gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

b) Abdeckungen, Schutzgitter u. dgl. müssen mechanisch widerstandsfähig sein und zuverlässig befestigt werden. Im Handbereich müssen die Schutzverkleidungen der Leitungen in die Maschinen und Geräte eingeführt werden (Ausnahme siehe § 25).

c) Berührungsspannung⁵⁾ im Sinne der folgenden Regeln tritt auf, wenn durch Schäden an Teilen der elektrischen Anlage oder andere Un-

Da bei derartigen Messungen Schrittspannungen auftreten, so ist zur Vermeidung von Unfällen Vorsicht zu üben (Absperrung, Isolierung, kleine Schrittweite).

b) Messung mit Erdungsmesser.

Hierbei bedient man sich mit Vorteil fabrikmäßig hergestellter Meßgeräte.

Das Inhaltsverzeichniss der „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ lautet:

- I. Allgemeines.
- II. Zweck der Schutzerdung.
- III. Begriffserklärungen.
- IV. Schutzerdung in gedeckten Räumen.
- V. Schutzerdung im Freien.
- VI. Zuleitungen zu Erdern.
- VII. Bemessung der Erdung.
- Anhang.
 - A. Feststellung der maßgebenden Erdschlußstromstärke.
 - B. Ausführung der Erder.
 - C. Allgemeines über Messung von Erdungswiderständen.
 - D. Meßweisen.
 - E. Bewertung der Meßergebnisse.

Es kann an dieser Stelle nicht näher auf die einzelnen Bestimmungen eingegangen werden, zumal die Anwendung der letzteren Leitsätze nunmehr für Spannungen über 1000 V gilt.

2) Die Spannungsgrenze ist hier auf 1500 V festgesetzt worden, es entspringt dies der Überlegung, daß für Bahnen eine Grenze bei 1000 V zu Unzuträglichkeiten führen würde. Die Betriebserfahrungen haben bisher nachteilige Folgen nicht gezeigt.

3) Der Umfang des Handbereiches hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Für die Sonderzwecke der Bahnen kommen in der Hauptsache die Fahrleitungen, Stromschienen und vielleicht blanke Leitungs- oder Apparateile auf dem Wagendache in Frage. Als „Handbereich“ dürfte hierbei zu verstehen sein, daß derartige Teile weniger als 2 m in jeder Richtung von Fußboden, Fenster oder dgl. entfernt sind.

4) Ganz wesentlich ist der Begriff „zufällige Berührung“. Eine zufällige Berührung ist diejenige, die bei der bestimmungsmäßigen Benutzung des Raumes usw. ungewollt eintreten kann. Gegen mutwillige oder sonst absichtliche Berührung ist ein Schutz oft nicht durchführbar. Bei Widerständen und Heizapparaten sind Gitter zulässig, auch wenn sie das absichtliche Durchgreifen der Finger zulassen. Die üblichen Ausführungen der Prüfrosen für die Beleuchtung in den Straßenbahnwagen dürften unbedenklich sein, wenn die Kontakteile zurückgesetzt sind, dagegen ist es notwendig, die Lichtsteckdose an der Plattform durch einen Schutzdeckel zu sichern oder dieselbe außerhalb des Handbereiches anzubringen. Im übrigen wird für Spannungen über 1500 V auf § 3e) verwiesen.

5) Maßgebend sind die von der Kommission für Erdung aufgestellten „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V L.E.S. 1./1932“. Diese Leitsätze haben der Beschlußfassung in der diesjährigen Haupt-

regelmäßigkeiten die der Berührung zugänglichen metallenen Teile der elektrischen Einrichtungen eine Spannung gegen Erde annehmen⁶⁾). Dieses ist in erster Linie durch den Bau der Apparate und durch sorgfältigen Einbau zu verhindern⁷⁾).

d) Bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde sind der Berührung zugängliche Metallteile, an denen Berührungsspannungen auftreten können, isolierend zu umkleiden oder zu erden (Ausnahmen siehe §§ 23 und 25)⁸⁾).

Bei Betriebsspannungen von mehr als 1500 V sind diese Teile stets zu erden (Ausnahme siehe § 25).

1. Bedienungsgriffe (Handgriffe, Handräder usw.) sollen möglichst aus Isolierstoff bestehen oder mit solchem umpreßt sein. Metallene, nicht umpreßte Bedienungsgriffe sollen über eine metallene Welle oder Führung mit geerdeten Metallteilen in leitende Berührung gebracht werden⁹⁾).

versammlung unterlegen und ersetzen die „Leitsätze für Erdung und Nullung in Niederspannungsanlagen v. 1. Dez. 1924“.

Nach § 3 Absatz 2 dieser Leitsätze ist „Berührungsspannung“ die im Störfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Anlagenteil (Metallteil) und der Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

6) Als Teile, die Spannung gegen Erde annehmen können, kommen nicht nur Teile der Fahrleitungsanlage, wie Eisenmaste usw., in Frage, sondern auch Fahrzeugteile, wie metallene Aufsteiggriffe, Befestigungsschrauben usw. Eine bestimmte Umgrenzung ist nicht möglich, maßgebend ist die Höhe der wirksamen Spannung, wobei zu berücksichtigen ist, daß bei Bahnen die Feuchtigkeit eine erhebliche Rolle spielt.

7) Dieser Bedingung ist besonders im Fahrzeugbau nicht immer genügend Rechnung getragen. Im Straßenbahnwagen der bisherigen hölzernen Bauart hat der Wagenbauer nicht immer gebührende Rücksicht auf das Vorhandensein elektrischer Leitungsteile genommen. Beim eisernen Wagen kommt noch hinzu, daß nunmehr das gesamte Gerippe als Fahrzeugeterde anzusehen ist mit der Folgerung, daß die Isolierung der Leitungen und Apparate besonders sorgfältig durchzuführen ist.

8) Die Frage, ob isoliert oder geerdet wird, ist bisher nicht entschieden, doch hat es den Anschein, als ob man heute der Isolierung doch wieder mehr Wert beilegte. Das muß aber von Fall zu Fall entschieden werden. Von den Lieferanten wird vielfach noch die Erdung vorgezogen, weil sich dann eine gedrängtere Bauart der Apparate ermöglichen läßt. Nun ist aber einmal die Erdung in Fahrzeugen nur sehr schwer einwandfrei durchzuführen, zum anderen entstehen durch die gedrängte Bauart der Apparate im Betriebe Spannungsüberschläge, die naturgemäß unerwünscht sind. Ich habe mich bereits in der ersten Auflage der Erläuterungen auf die diesbezüglichen Ausführungen von Oberingenieur Klement: „Güte der Installationstechnik“ im Siemens-Jahrbuch 1927 bezogen, die nachstehend wiederholt werden.

„Die Festlegung von Mindestabmessungen von Wandstärken, Kriechstrecken, Kontaktschrauben usw. wird in Zukunft stärksten Einfluß ausüben. Daneben aber auch die wesentlich verschärften Prüfvorschriften, die nicht nur Garantien für in Zukunft in allen Einzelheiten festgelegte Schaltleistungen und mechanische Haltbarkeit geben, sondern auf jene Vorschriften, die bessere Isolation gewährleisten. — Den geforderten Isolationszustand einer Anlage zu halten, wird alsdann leichter möglich sein und Körper- und Erdschlüsse, die umständliche und kostspielige Erdung erfordern, immer mehr zur Seltenheit machen. — Bisher wurde in dieser Richtung vieles durch billige Konstruktion vernachlässigt und somit die Sicherheit gegen Feuer- und Lebensgefahr, die leicht zu erreichen wäre, auf einen erheblichen Tiefstand gebracht. Beste Isolierung der Apparate und Materialien erübrigt sicher zu 90 % kostspielige Erdung und Nullung.“

Diese beherzigenswerten Ausführungen eines Konstrukteurs können nur voll und ganz unterschrieben werden.

9) Danach müssen z. B. die Fahrschalterkurbeln über die Achse geerdet werden. Zu berücksichtigen ist hierbei wieder, daß das damit ebenfalls geerdete Schutzgehäuse

2. In Fahrzeugen gilt als wirksame Erdung die metallisch leitende Befestigung an Teilen, die als Fahrzeugeterde anzusehen sind, oder die Verbindung mit diesen durch eine besondere Leitung. Der Querschnitt dieser Erdungsleitung soll der Stromsicherung, die den in der Erdungsleitung abfließenden Strom unterbricht, angepaßt werden, jedoch mindestens 4 mm^2 betragen¹⁰⁾. Bei Transformatoren soll die Erdrückleitung des Betriebstromes nicht als Erdungsleitung für Schutzerdung benutzt werden.

e) Bei Betriebsspannungen von mehr als 1500 V müssen sowohl die blanken als auch die mit Isolierstoff bedeckten, unter Spannung stehenden Teile der Anlage durch ihre Bauart, Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen der Berührung entzogen sein (Ausnahme siehe § 25).

3. Als ausreichende Schutzvorkehrungen gegen Berührung gelten widerstandsfähige geerdete metallene Verkleidungen. Bei Anlageteilen mit geschlossenem metallenen Gehäuse genügt deren Erdung. Die Erdung ist nach Regel 2 auszuführen.

f) Bei Kleinspannungen kann von den vorstehenden Bestimmungen abgewichen werden¹¹⁾.

§ 4.

Fahrzeugeterde.

a) Die die Fahrzeugeterde bildenden Metallkörper müssen metallisch leitend über die metallenen Radsätze mit den Fahrschienen verbunden sein¹⁾.

für den Fahrschalter einen genügenden Abstand von stromführenden Teilen erhält, um Überschläge zu verhindern. Handräder von Bremsen sind an sich durch die eisernen Verbindungsteile geerdet.

10) Gemäß § 9 der L.E.S. 1./1932 ist die Erdung eines nicht zum Betriebstromkreis gehörenden Anlageteiles so zu bemessen, daß die Berührungsspannung bei einem Fehlerstrom gleich der Abschaltstromstärke der vorgeschalteten Sicherung die zulässige Grenze von 65 V nicht übersteigt; der Erdungswiderstand soll daher nicht größer sein als

$$\frac{65 \text{ V}}{\text{Abschaltstromstärke}}$$

Unter Abschaltstromstärke ist die Stromstärke zu verstehen, die die Sicherung oder den Selbstschalter innerhalb kurzer Zeit abschaltet; infolge der großen Verschiedenheit der Charakteristiken der Schmelzsicherungen und Selbstschalter soll der Einfachheit halber als Abschaltstromstärke der Berechnung die 2,5fache Nennstromstärke zugrunde gelegt werden.

Man sieht, daß die richtige Bemessung der Erdungsleitungen besonders in einem Fahrzeug nicht ganz einfach ist, wenn man nicht, wie z. B. beim Fahrschalter, den Aufbau auf die Wagenkastenlängsträger als ausreichende Erdung ansieht.

11) Hierfür gilt § 6 der L.E.S. 1./1932. Ferner sind für die Kleintransformatoren die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K.“ anzuwenden. Die Ausführung einer solchen Anlage soll jedoch mindestens für 250 V ausreichen und den V.E.S. 1. entsprechen. Das könnte als eine erhebliche Beschränkung der Verwendungsmöglichkeit angesehen werden, wenn man z. B. an eine Montagegrubenbeleuchtung mit Kleinspannung denkt, die an sich zweckmäßig mit blanken Leitungen ausgeführt wird. Sofern jedoch die Verlegung auf Isolatoren für 250 V mit genügender mechanischer Festigkeit erfolgt, widerspricht eine solche Ausführung m. E. nicht dem § 21 der V.E.S. 1.

§ 4.

1) Demnach sind als Fahrzeugeterde die eisernen Wagenkasten-Längsträger bzw. das eiserne Bodengerippe anzusehen, die über Federn, Mitnehmer und dgl. mit dem eisernen Untergestell (Laufgestell, Fahrgestell) verbunden sind, dieses eiserne Unter-

An die Fahrzeugeterde sind die Rück- oder Erdungsleitungen der zu den Fahrschienen (Schienenerde) zu führenden Stromkreise des Fahrzeuges anzuschließen²⁾.

1. Die Metallteile dieser Körper sollen unter sich gut leitend verbunden sein³⁾ und, soweit sie trennbar oder beweglich aufeinander gelagert sind (wie Wagenkasten auf Fahr- oder Drehstellen), miteinander genügende metallene Berührung haben. Hierbei gelten die Lager (Ölfilme) der Radsätze nicht als Unterbrechung der Strombahn oder der metallisch leitenden Verbindung⁴⁾.

2. Sind nicht metallene Teile in dem Übergangsweg vorhanden, wie Gummipuffer zwischen Wagenkasten und Untergestell oder zwischen Achslagertragfeder und Halter am Rahmen, so sollen sie durch metallene Leitungen überbrückt werden⁵⁾.

b) Die vorstehenden Bestimmungen gelten nicht für Drahtbusse⁶⁾.

gestell steht wiederum über Federn, Achsbuchsen, Achsen und Räder mit der Schienenerde in leitender Verbindung. Die Betonung ist hierbei auf die metallisch leitende Verbindung zu legen! [Siehe auch Erläuterung 4).]

2) Das geschieht in hergebrachter Weise am besten dadurch, daß nicht zu viele Erdungsleitungen angeschlossen werden, sondern daß möglichst vorher eine Zusammenfassung der Erdungsleitungen stattfindet, soweit dies praktisch möglich und tunlich ist. Es ist natürlich selbstverständlich, daß diese Anschlüsse genügend mechanisch gesichert sein müssen, um bei den dauernd rüttelnden Bewegungen des Fahrzeuges ständig einen guten Übergangskontakt zu gewährleisten.

3) Es ist an sich eine Selbstverständlichkeit, daß die als Fahrzeugeterde geltenden Metallteile des Fahrzeuges elektrisch gut leitend miteinander verbunden sind, ferner ist es aber auch notwendig, daß z. B. der hölzerne Wagenkasten keine freien, größeren Metallmassen enthält, die nur mangelhaft durch Holz oder dgl. isoliert sind. Diese Metallteile „sollen“ vielmehr ebenfalls besser an die Fahrzeugeterde angeschlossen werden, falls auch nur die geringste Gefahr eines Über- bzw. Durchschlages besteht. Dabei ist darauf zu achten, daß die Fahrzeugeterde selbst bei hölzernem Wagenkasten nahe an das Dach heranreichen kann, was von besonderer Bedeutung bei der Behandlung der auf dem Dach anzuordnenden Apparate usw. ist.

4) Auch die Auflagen der Wagenfedern, die ja meist geschmiert sind, gelten nicht als Unterbrechung der Strombahn. Man kann aber sehr im Zweifel sein, ob diese Ansicht richtig ist! Lediglich die Vielheit dieser Übergangstellen in Parallelschaltung kann die Zulassung einer solchen milden Bestimmung rechtfertigen. Man hat aber immer zu überlegen, ob es nicht zweckmäßiger ist, diese Ölfilme elektrisch zu überbrücken. Das geschieht vielfach schon aus dem Grunde, um die Ableitung atmosphärischer Überspannungen zu verbessern. Ob diese elektrische Überbrückung besonders notwendig ist bei Achsbuchsenrollenlagern, um Korrosionen der letzteren zu vermeiden, ist noch nicht vollkommen geklärt, mir will aber doch scheinen, daß man diese Überbrückung wenn eben möglich anwenden sollte.

5) Diese Gummipuffer werden neuerdings wieder vielfach angewendet, um Schwingungen abzufangen oder zu dämpfen. Natürlich besteht dann unbedingt die Notwendigkeit, diese elektrischen Isolierkörper durch einwandfreie elektrische Leiter zu überbrücken. Das bezieht sich selbstverständlich auch auf Radscheiben mit Gummizwischenlagen. Man wird der Lösung dieser Frage große Aufmerksamkeit zuwenden müssen und es wird in diesem Falle wohl erforderlich sein, die Erdung durch einen federnden Kontakt auf den Radreifen unmittelbar zu bewirken, eine Zugabe mechanischer Art, die zweifellos nicht recht erwünscht ist.

6) Bzgl. der bei den Drahtbussen (Oberleitungsomnibussen) zu ergreifenden Maßnahmen liegen ausreichende Betriebserfahrungen noch nicht vor. Ich verdanke diesbezügliche Richtlinien Herrn Direktor Schiffer, R.W.E., der dieselben gelegentlich der Einrichtung der Oberleitungs-Omnibuslinien Mettmann-Guiten entworfen hat. Nachstehend werden diese Richtlinien zum Abdruck gebracht:

Fortsetzung der Erläuterung 6) von S. 20.

Erden des Fahrzeuges.

1. Da eine Erdung des Fahrzeuges während der Fahrt praktisch unmöglich ist, sollte zur Verhütung des Auftretens gefährlicher Spannungen am Wagenkasten jedes Fahrzeug mit einer der Fahrdrachtspannung angepaßten Anzahl Zellen Elektrolytableiter ausgerüstet werden.
2. Es sollten zwei Elektrolytableiterbatterien eingebaut werden, von denen je ein Pol mit je einem Stromabnehmer verbunden sein sollen.
3. Die Mittenverbindung zwischen den beiden Ableiterbatterien sollte mit dem Wagenkasten verbunden werden.
4. Die Verbindung der einzelnen Kabel mit den Ableiterbatterien sollte so gesichert sein, daß sie sich beim Fahren nicht lösen kann.
5. Die Metallkörper des Fahrzeuges, also Wagenkasten und Fahrgestell, sollen metallisch leitend miteinander verbunden sein.
6. Der Anschluß der Ableiterbatterien sollte ohne Zwischenschaltung von Sicherungen oder Schaltern erfolgen.
7. Zu empfehlen ist der Einbau einer Bergstütze, deren Gelenke so zu gestalten sind, daß sie eine Erdung des stehenden Wagens zulassen.

Isolierung des Fahrzeuges.

1. Die Aufsteigetritte sollen isoliert sein, derart, daß nicht nur der Auftritt selbst, sondern auch die Seitenwangen des Auftrittes isoliert sind.
2. Die Einsteigehandgriffe sowie sämtliche im Wageninnern angebrachten Handgriffe, Haltstangen usw. sollten aus Isoliermaterial, Holz oder isolierstoffumpreßtem Material bestehen.
3. Der Einbau der Stromabnehmer sollte tunlichst so erfolgen, daß die Stromabnehmer-Untergestelle stromlos bleiben.
4. Zweckmäßig wird daher der Rollenkopfhalter auf der Stromabnehmerstange isoliert befestigt und die Fortleitung des Stromes in der Stromabnehmerstange durch ein Gummikabel vorgenommen.
5. Trotzdem ist als zweite Isolierung ein isolierter Einbau der Stromabnehmer auf dem Wagendach zu empfehlen, ja sogar anzustreben, das Wagendach lediglich aus Holz herzustellen.

Erden der Fahrleitung.

1. Zu empfehlen ist, den negativen Pol der Fahrleitung grundsätzlich zu erden.
2. Weiter ist zu empfehlen, in Abständen von rd. 1000 m den negativen Pol der Fahrleitung ebenfalls zu erden.
3. Zu empfehlen ist ferner, an den Stellen, an denen in der Fahrleitung Blitzableiter eingebaut sind, den negativen Pol der Fahrleitung mit der Erde zu verbinden.

Bau der Fahrleitung.

1. Ist der negative Pol der Fahrleitung geerdet, so darf bei Luftweichen oder Kreuzungen die negative Fahrleitung durch Isolierstücke (Streckentrenner) nicht unterbrochen werden.
2. Die Unterbrechung der Fahrleitung an diesen Stellen darf immer nur in der nicht geerdeten Fahrleitung vorgenommen werden.
3. Müssen z. B. an Dreieckkehren beide Fahrleitungsdrähte, also sowohl der positive wie auch der geerdete Draht durch Streckenunterbrecher getrennt werden, so sind diese Unterbrecher stets so einzubauen, daß die Unterbrechung beim Durchfahren stets zur gleichen Zeit erfolgt, also beide Stromabnehmerrollen zur gleichen Zeit die Isolierstücke befahren.
4. Aufteilung der Fahrleitung in Speisebezirke hat immer nur in der nicht geerdeten Fahrleitung, also dem positiven Draht zu erfolgen.
5. Der geerdete negative Fahrdrat darf durch Unterbrecher nicht getrennt werden.

Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten gefährlicher Spannungen am Wagenkasten durch Maßnahmen im Unterwerk.

1. Im Unterwerk sind geeignete Maßnahmen zu treffen, daß aus dem Drehstromnetz stammende oder bei Maschinen durch Nuten harmonische entstehende Oberwellen in das Gleichstrom-Bahnnetz nicht hineingelangen können.
2. Arbeitet das Unterwerk mit einer parallelgeschalteten Pufferbatterie, so genügt diese zur Unwirksammachung solcher Oberwellen.
3. Es ist jedoch zu fordern, daß diese Batterie während der Betriebszeit nicht abgeschaltet wird. Das Laden der Batterie muß daher in den Betriebspausen erfolgen.

§ 5.

Isolationzustand.

a) Alle Teile der Anlage müssen einen angemessenen Isolationzustand haben¹⁾.

4. Arbeitet das Unterwerk ohne Batterie, also Einankerumformer oder Gleichrichter allein, so ist eine Wellenglättungseinrichtung im Unterwerk einzubauen, die die gefährlichen Oberwellen aussiebt.

Blitzableiter.

1. Da der Oberleitungsomnibus während der Fahrt nicht geerdet werden kann, sind Blitzableiter oder Überspannungsschutz wie bei Straßenbahnen nicht einzubauen.

§ 5.

1) Die Fortleitung des elektrischen Stromes ist in der Hauptsache, abgesehen von der Leitfähigkeit der Leitungsmaterialien, beeinflusst durch die Möglichkeit der Vermeidung des Abfließens des elektrischen Stromes, also durch die „Isolierung“ der Leiter. Diese Isolierung kann in mannigfachen Maßnahmen bestehen, also z. B. in der Anordnung blanker Leiter auf Isolatoren, in der Ummantelung von Leitern mit schlecht leitenden Stoffen, in der Unterbringung von Apparateilen auf isolierenden Unterlagen usw. usw. Eine absolute Isolierung gibt es nicht, vielmehr ist die Isolierung ein schwankender Wert, der einmal durch die Art und Güte des Baustoffes selbst gegeben ist, der zum anderen beeinflusst wird durch Alterung, Erwärmung, Feuchtigkeit, Verstaubung usw. Man muß sich also damit begnügen, einen, der Spannung der Anlage entsprechend, möglichst hohen Wert der Isolierung bei allen Betriebsverhältnissen dauernd aufrechtzuerhalten. Dieser Wert, der mit „Isolationzustand“ bezeichnet wird, wird in seiner Bemessung beeinflusst von der Wirtschaftlichkeit und der Unterbringungsmöglichkeit der zu isolierenden Leitungen und Apparate. Man wird daher ein Optimum wählen, also einen gewissen Spannungs- bzw. Energieverlust in den Kauf nehmen zugunsten einer geldlich erträglichen Aufwendung für den Isolierstoff selbst. Es sind hier ziemlich weite Grenzen gesetzt, da der sichere Betrieb einer Anlage vielfach noch möglich ist bei einem verhältnismäßig niedrigen Isolationwert. Bei Fahrzeugen wird man andererseits klug daran tun, den Isolationwert nicht nur seiner elektrischen Bedeutung entsprechend anzusetzen, sondern man wird auch die hohen mechanischen Beanspruchungen, sei es durch mechanische Schwingungen oder durch sonstige mechanische Einflüsse, gebührend berücksichtigen müssen. Man erreicht hierdurch den doppelten Zweck, nämlich den der besseren mechanischen Haltbarkeit neben dem der guten elektrischen Isolierung. Der geldliche Mehraufwand steht meist in keinem Verhältnis zu den Gesamtanlagekosten, macht sich aber nicht nur bezahlt durch einen geringeren Energieverlust, sondern auch durch eine längere Lebensdauer bzw. vor allem durch eine größere Betriebsicherheit. Besonders in der letzten Zeit ist es der Industrie gelungen, sehr hochwertige Isolierstoffe zu erzeugen, die allen billigen Anforderungen auch auf Feuchtigkeitsschutz, Schutz gegen Erwärmung usw. genügen.

Das Vorhergesagte gilt in der Hauptsache für Leitungen; für Maschinen, Apparate usw. müssen oft andersartige Gesichtspunkte maßgebend sein, die in der Konstruktion, vor allem aber in der Unterbringungsmöglichkeit und dem Gewicht ihre Ursache haben. Besonders die Gewichtsfrage ist von großer Bedeutung beim Fahrzeugbau.

Aus vorstehenden Ausführungen geht bereits hervor, daß für den Isolationzustand einer bestimmten Anlage kein bestimmter Wert angegeben werden kann! Derselbe hängt vielmehr sehr von den vorherrschenden Verhältnissen ab. Da jede Isolierstelle nach diesen Ausführungen eine unvermeidliche Fehlerstelle, d. h. eine, wenn auch an sich kleine Übergangsstelle für den elektrischen Strom darstellt, ist der Isolationzustand einer elektrischen Anlage nicht nur von dem Isolationwert der einzelnen Isolierstelle abhängig, sondern auch von der Zahl der Isolierstellen. Eine kleine Anlage mit wenigen Isolierstellen selbst mäßiger Art wird also einen höheren Isolationzustand aufweisen als eine große Anlage mit sehr vielen und hochwertigen Isolierstellen. Man wird zwar, schon aus Gründen der Energieersparnis, diese vielen Isolierstellen sehr

1. Die Prüfung des Isolationswiderstandes soll mindestens mit der Betriebsspannung ausgeführt werden²⁾.

2. Bei Isolationsprüfungen durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn tunlich, der negative Pol der Stromquelle an die zu prüfende Leitung gelegt werden³⁾.

3. Wenn bei Prüfungen ungeerdeter Anlagen nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen gegeneinander geprüft wird, so sollen alle Glühlampen, Motoren oder andere Strom verbrauchende 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

hochwertig herstellen müssen, ohne es aber trotzdem vermeiden zu können, daß der Isolationzustand nicht über einen gewissen Mindestwert, selbst bei sorgfältigster Überwachung, zu bringen ist. Das bedingt, wie schon gesagt, noch keineswegs irgendeine Betriebsunsicherheit bzgl. einer Feuergefahr oder eine Gefahr für den menschlichen Körper. Der Wert des Isolationzustandes ist daher kein unmittelbares Maß für die Sicherheit und den Wert der Anlage.

2) Die früher vielfach üblichen Messungen des Isolationswiderstandes, d. h. also die Feststellung des Isolationswertes, mit niedrigen Spannungen von etwa 110 V bei einer Bahnspannung von 600 V haben gar keinen Wert! Noch viel weniger das von Monteuren geübte Abklingeln mit Batterien; das Abklingeln hat nur eine Bedeutung beim Leitungssuchen! Es ist ja selbstverständlich und liegt in der Natur der elektrischen Isolierung begründet, daß eine Isolierung bei 600 V vollkommen ungenügend sein kann, während dieselbe für 110 V ausreicht. Eine Messung mit 110 V würde also ein gutes Ergebnis zeitigen, obgleich die Isolierung eben bei der Betriebsspannung von 600 V nicht ausreichend ist und zu Durchschlägen führt. Infolgedessen soll die Meßspannung mindestens der Betriebsspannung entsprechen. Dabei ist allerdings die Angabe „mindestens“ nicht so auszulegen, daß nun beliebig höhere Meßspannungen angewendet werden, damit würde man unter Umständen nur das Gegenteil erreichen, nämlich eine Gefährdung der Isolierung durch die Messung selbst. Für Maschinen, Apparate usw. sind die Prüfspannungen usw. meist festgelegt, hierüber wird bei den betreffenden Abschnitten der Vorschriften noch zu sprechen sein. Für die Messung ganzer Anlagen werden solche Angaben nicht gemacht, es wird ausreichend sein, entweder die Betriebsspannung selbst oder eine Meßspannung zu wählen, die etwa 25% darüber liegt.

Die vorgenannten Ausführungen beziehen sich auf den Isolationzustand einer Anlage. Das würde etwa dem § 5 der V.E.S. 1. entsprechen. § 5 V.E.B. schreibt aber vor, „alle Teile der Anlage müssen einen angemessenen Isolationzustand haben“. Darunter ist zu verstehen, daß eine Bahnanlage in ihre Bestandteile aufzulösen ist, und zwar in die Fahrleitungsanlage und die einzelnen Fahrzeuge. Es ist ja klar, daß jedes Fahrzeug als eine einzelne Anlage zu betrachten ist. Auch die Fahrleitungsanlage bedarf mindestens bei größeren Bahnanlagen einer weiteren Unterteilung. Als besondere Teile haben auch die Streckensignalanlagen, etwaige Kraft- oder Lichtanschlüsse und dgl. zu gelten. Letztere und die Kraft- und Unterwerke unterliegen an sich den diesbezüglichen Bestimmungen der V.E.S. 1. bzw. V.E.S. 2.

Die Messung mit der Betriebsspannung selbst, d. h. ohne Verwendung eines Kurbelinduktors oder einer sonstigen Fremdspannung hat den Nachteil, exakte Werte bei der meist schwankenden Spannung kaum feststellen zu können.

Bzgl. der Isoliermaterialien und ihre Verwendung darf auf die vielen neueren Veröffentlichungen des VDE hingewiesen werden.

3) Das setzt an sich schon die Verwendung einer Fremdspannung voraus, da bei Gleichstrombahnen der negative Pol meist an Erde liegt. Die Anlage des negativen Poles an die zu prüfende Leitung wird mit chemischen Beeinflussungen begründet. Von erheblichem Einfluß dürfte diese „Soll“-Vorschrift aber nicht sein.

zu wählen ist. Bei Prüfung geerdeter Anlagen sind alle geerdeten Stromverbraucher abzutrennen, in Reihenstromkreisen jedoch nur der der Erde am nächsten liegende⁴⁾.

4. Der Isolationszustand einer Leitungsanlage bei Fahrzeugen gilt als angemessen, wenn der Isolationswert, gemessen mit der Betriebsspannung, mindestens 1000Ω multipliziert mit der Betriebsspannung für jeden abtrennbaren Stromkreis beträgt⁵⁾.

4) Der erste Teil der Regel 3 bezieht sich im allgemeinen auf Stromkreise, wie sie in der Hauptsache in allen elektrischen Installationen üblich sind, aber auch auf Stromkreise, wie z. B. auf Wechselstromlokomotiven, also Licht- und Hilfsstromkreise. Der letzte Satz der Regel 3 findet dagegen Anwendung bei den üblichen Straßenbahnfahrzeugschaltungen. Hierunter fallen dann auch die Solenoidbremsstromkreise und die Schienenbremsstromkreise. Die Kurzschlußbremsstromkreise müssen nach dem ersten Teil der Regel 3 gemessen werden. Diese Messungen bieten naturgemäß keine dauernde Gewähr für die Betriebsicherheit eines Bremsstromkreises und es besteht das lebhafteste Bedürfnis, diese Messung auch während des Betriebes selbst ausführen zu können. Genügen würden in solchen Fällen Messungen, die den Stromdurchlauf kontrollieren, wie es z. B. bei der Luftdruckbremse durch den Druckanzeiger geschieht. Es darf dabei darauf hingewiesen werden, daß durch die Fahrfähigkeit eines Straßenbahntriebwagens noch keineswegs seine elektrische Bremsfähigkeit nachgewiesen ist! Die Kontaktwiderstände können vielmehr derartige Werte besitzen, daß sie wohl bei der Fahrspannung keine Bedeutung haben, dagegen aber bei der geringen Anfangsspannung bei der elektrischen Bremsung! Die Remanenzspannung der Motoren beträgt etwa 12 V und dieser geringen Spannung müssen die Übergangswiderstände entsprechen.

5) Die Bestimmung bezieht sich ausdrücklich nur auf Leitungsanlagen in Fahrzeugen! Es darf hierbei auf die sehr ausführlichen Erläuterungen von Zaudy zu § 5a) 4 der V.E.S. 1/1930 verwiesen werden. Danach soll ein Stromübergang von 0,001 A nicht überschritten werden, dem entspricht bei 600 V ein Widerstand von 600000Ω . Dieser Isolationszustand ist jedoch in jedem Teil der Leitungsanlage einzuhalten, er gilt selbstverständlich nur für den trockenen Zustand und nicht für die angeschlossenen Motoren und Apparate.

Auch für die Fahrleitungsanlage ist ein bestimmter Wert nicht angegeben! Früher war es üblich, bei Straßenbahnen für 1 km Fahrleitung 500000Ω zuzulassen. Wie bereits oben ausgeführt wurde, mißt man heute der sorgfältigen Prüfung der einzelnen Isolatoren größere Bedeutung bei. Im Betriebe selbst wird der Isolationswert starken Schwankungen unterworfen sein, da derselbe von einer ganzen Reihe von Neben Umständen abhängig ist. Verschmutzung der Isolatoren, Regen, Nebel usw. beeinträchtigen den Isolationswert. Üblich ist es, z. T. auch behördlich vorgeschrieben, regelmäßige Prüfungen der Fahrleitungsanlage, etwa halbjährig oder ganzjährig, vorzunehmen, bei denen in der Regel so verfahren wird, daß zunächst der Isolationszustand einer abtrennbaren Teilstrecke mit dem festgelegten Wert der ersten Messung verglichen wird, sodann wird jede einzelne Isolationstelle nachgemessen. Es kann sich hierbei, wie schon ausgeführt, nur um vergleichende Messungen handeln, aber auch für die Fahrleitungsanlage gilt selbstverständlich der Grundsatz, daß mindestens mit der Betriebsspannung zu messen ist.

Übrigens schreiben die „Bau- und Betriebsvorschriften für Straßenbahnen mit Maschinenbetrieb“ in § 12 vor, daß die Hausrosetten mit Schalldämpfern versehen sein müssen.

Selbstverständlich ist es, daß gleichzeitig mit der Isolationsprüfung der Fahrleitungsanlage eine Prüfung der Schutzvorrichtungen auf einwandfreie Erdung usw. vorgenommen werden muß.

Wie bereits erwähnt, ist der Prüfung der einzelnen Isolatoren der größte Wert beizumessen. Deshalb soll der auch hier gültige § 12 der „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930“ im Wortlaut wiedergegeben werden.

Fortsetzung der Erläuterung 5) von S. 24.

§ 12. Isolatoren.

a) Für die Prüfung der Isolatoren gelten die „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an“. Soweit die Isolatoren genormt sind, gelten außerdem die diesbezüglichen Normblätter DIN VDE 8002—8005, 8007 und 8008. Noch nicht genormte Isolatoren müssen in elektrischer und — bei Abspannpunkten — auch in mechanischer Hinsicht die gleiche Sicherheit wie die genormten Isolatoren bieten.

b) Die Isolatoren müssen hinsichtlich ihrer Prüf- und Überschlagspannung den „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber. L.S.G./1932“ entsprechen.

Für die Wahl und Anordnung der Isolatoren wird darauf hingewiesen, daß der Überschlagwert der Isolatoren durch größere Höhenlage des Verwendungsortes und in nebelreichen Niederungen, ferner durch Ruß und sonstige leitende Ablagerungen, wie sie in der Nähe von chemischen Fabriken oder an der Meeresküste auftreten, herabgesetzt werden kann und daß die Isolatoren in gewitterreichen Gegenden in erhöhtem Maße gefährdet sind.

c) Stützenisolatoren, die zur Abspannung benutzt werden, müssen eine Bruchlast von 90 % der Nennlast der Leitung haben [vgl. § 9 der unter a) genannten Leitsätze].

Kettenisolatoren in Abspannlinie sind so zu bemessen, daß bei Verwendung genormter Isolatoren die nach DIN VDE 8007 und 8009 vorgeschriebenen, bei Verwendung nicht genormter Isolatoren die gewährleisteten 1-h-Prüflastwerte mindestens 90 % der Nennlast der Leitung betragen.

d) Im einzelnen gelten folgende Bestimmungen:

1. Mechanische Stückprüfung von Kettenisolatoren.

Zur Ausscheidung fehlerhafter Stücke sind die fertiggewehrten Kappen- und Vollkernisolatoren 1 min lang mit den in DIN VDE 8007 und 8009 angegebenen Prüflasten zu prüfen.

2. Stichprobenprüfung.

Mechanische Prüfung von Stützenisolatoren.

Stützenisolatoren, die für Abspannzwecke verwendet werden, müssen stichprobenweise gemäß § 9 a) der unter a) genannten Leitsätze mit entsprechend starken eingekitteten oder eingeleiteten Versuchstützen geprüft werden. Hierbei müssen genormte Isolatoren, die in DIN VDE 8002—8005 aufgeführten, nicht genormte Isolatoren die entsprechenden Mindestbruchlasten haben.

Mechanische Prüfung von Kettenisolatoren.

Kettenisolatoren müssen stichprobenweise gemäß § 9 b) der unter a) genannten Leitsätze geprüft werden. Kappenisolatoren müssen hierbei die in DIN VDE 8007 aufgeführten Vollkernisolatoren die in DIN VDE 8009 aufgeführten Mindestbruchlasten haben.

Mechanische Dauerprüfung von Kettenisolatoren.

Kappenisolatoren müssen stichprobenweise gemäß § 10 der unter a) genannten Leitsätze, unter gleichzeitiger Anlegung elektrischer Spannung, 1 h lang mechanisch geprüft werden und hierbei den in DIN VDE 8007 aufgeführten 1-h-Prüflastwerten genügen, ohne durchzuschlagen.

Vollkernisolatoren müssen gemäß § 11 der unter a) genannten Leitsätze einer mechanischen Dauerprüfung 1 h lang unterworfen werden und hierbei die in DIN VDE 8009 aufgeführten 1-h-Prüflastwerte ohne schädliche Formveränderung aushalten. Elektrische Spannung braucht nicht angelegt zu werden.

Durchschlagprüfung.

Isolatoren, die der Durchschlagprüfung gemäß § 7 der unter a) genannten Leitsätze unterworfen werden, müssen folgende mittlere Durchschlagspannungen aushalten:

Stützenisolatoren den 1,4fachen Wert der Trockenüberschlagspannung.	
Kappenisolatoren bis 170 mm Tellerdurchmesser	90 kV,
„ „ 280 „ „	130 „
„ „ 350 „ „	145 „.

Diese Bestimmungen gelten für Spannungen über 1 kV, für Spannungen unter 1 kV kommt § 36 m) in Frage, diese Bestimmung lautet:

Für Betriebsspannungen bis 0,5 kV gelten für Isolatoren DIN VDE 8001 und 8011, für Betriebsspannungen über 0,5 kV gelten für Isolatoren DIN VDE 8002—8005.

B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.**§ 6.****Elektrische Maschinen.**

a) Elektrische Maschinen (Generatoren, Umformer und Motoren) müssen nicht nur für ihre Nennleistung, sondern auch für die zulässige Überlastung, ferner bei der zulässigen Überdrehzahl und bei Kurzschluß eine von den sonstigen Betriebsbedingungen unabhängige, ausreichende mechanische sowie Strom- und Spannungsfestigkeit insgesamt und in allen ihren Teilen aufweisen. Die Festigkeit muß unabhängig von der Betriebsart der Maschine (aussetzender oder kurzzeitiger Betrieb, schwankender oder gleichmäßiger Dauerbetrieb u. dgl.) sowie unabhängig von der Temperatur der Maschine, soweit sie in den zulässigen Grenzen bleibt, gewahrt sein.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Maschinen den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B.“ entsprechen¹⁾.

Außerdem sind auch Isolatoren RM I nach DIN VDE 8020 für Betriebsspannungen bis 0,5 kV zulässig. Bei Verlegung von Starkstrom- und Fernmeldeleitungen an gemeinsamem Gestänge ist für unterscheidende Kennlichmachung Sorge zu tragen.

Näheres siehe auch Erläuterung zu § 23.

§ 6.

1) Zu den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B./1930“ sind von Prof. Dr. G. Dettmar Erläuterungen (7. Auflage 1930) herausgegeben worden, und zwar kommt Absatz D dieser Erläuterungen in Betracht.

Aus der Einleitung geht hervor, daß für die Zeit bis 1932 alle im Bahnbetrieb benutzten Maschinen und Transformatoren im wesentlichen genau so behandelt wurden wie die in anderen Betrieben benutzten. Für Verwendung auf Fahrzeugen war hinsichtlich der Erwärmung die besondere Bestimmung gegeben, daß eine um 20° höhere Temperaturzunahme zulässig sei, was in der Verwendungsart seine Begründung hatte.

Von 1932 ab wurden die Bestimmungen für Maschinen und Transformatoren als „Regeln“ in 3 Gebiete geteilt, und zwar:

1. für alle Maschinen mit Ausnahme für das Bahngebiet,
2. für alle Transformatoren mit Ausnahme für das Bahngebiet,
3. für Maschinen und Transformatoren für das Bahngebiet.

Die danach bearbeiteten ersten „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen“ R.E.B. genannt, wurden mit Beginn des Jahres 1925 in Kraft gesetzt. Entsprechend den im Jahre 1929 herausgegebenen umfangreichen Änderungen der R.E.M. und R.E.T. mußten auch die R.E.B. umgearbeitet werden. Diese Umarbeitung ist am 1. Januar 1930 in Kraft gesetzt.

Es haben nur solche Bestimmungen, Maschinenarten, Klassen von Isolierstoffen usw. Aufnahme gefunden, die für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen in Betracht kommen.

Der Wichtigkeit dieses Gegenstandes wegen ist nachstehend zunächst noch das Inhaltsverzeichnis der R.E.B./1930 angegeben:

Inhaltsübersicht.**I. Gültigkeit.**

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Gültigkeit.
- § 3. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

- § 4. Bestandteile von Maschinen.
- § 4a. Wicklungen von Transformatoren.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 26.

- § 5. Spannung und Strom.
- § 6. Arbeitsweise.
- § 7. Nennbetrieb.
- § 8. Nennspannung von Transformatoren.
- § 9. Nennstrom.
- § 10. Leistung.
- § 10 a. Nennleistung.
- § 11. Leistungsfaktor.
- § 12. Wirkungsgrad.
- § 13. Erregung.
- § 14. Drehzahlverhalten und Drehzahlregelung.
- § 15. Kühlungs- und Lüftungsarten.
- § 16. Schutzarten für Maschinen.
- § 16 a. Betriebsarten.

III. Genormte Werte.

- § 16 b. Frequenz.
- § 16 c. Spannungen.

IV. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

- § 17. Sinusform von Spannungskurven.
- § 18. Aufstellungsort.
- § 19. Bürstenstellung.
- § 20. Angezapfte Wicklungen.
- § 21. Siehe § 23.
- § 22. Prüfungen.
- § 23. Betriebswarmer Zustand.
- § 24. Gewährleistungen.

B. Betriebsarten.

- § 25. Fahrbetrieb.
- § 26. Prüfbetrieb.

C. Erwärmung.

- § 27. Begriffserklärung.
- § 28. Probelauf.
- § 29. Bestimmung der Wicklungserwärmung.
- § 29 a. Erwärmungsmessung des Eisenkernes und des Öles.
- § 30. Berechnung der Wicklungserwärmung aus der Widerstandszunahme.
- § 31. Erwärmungsmessung mit Thermometer.
- § 32. Ausführung der Messungen.
- § 33. Temperatur des Kühlmittels.
- § 34. Wärmebeständigkeit der Isolierstoffe.
- § 35. Grenzwerte.
- § 36. Geschichtete Stoffe.
- § 37. Zweierlei Isolationen.

D. Überlastung, Kommutierung.

- § 38. Allgemeines.
- § 39. Überlastung.
- § 40. Kommutierung.
- § 41. Kurzschlußfestigkeit.

E. Isolierfestigkeit.

- § 42. Allgemeines.
- § 43. Wicklungsprobe.
- § 44. Sprungwellenprobe für Transformatoren.
- § 45. Windungsprobe für Transformatoren.
- § 46. Durchführungsisolatoren.

F. Wirkungsgrad.

- § 47. Allgemeines.
- § 48. Wirkungsgrad-Bestimmungen bei Maschinen.
- § 49. Verluste in Hilfsgeräten.
- § 50. Direkt gemessener Wirkungsgrad.
- § 51. Indirekt gemessener Wirkungsgrad.
- § 52. Eisen- und Reibungsverluste.
- § 53. Erregungsverluste.
- § 54. Berechnung der Lastverluste.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 27.

§ 55. Zusatzverluste.

§ 56. Verluste von Transformatoren.

§ 56 a. Leistungsaufnahme von Hilfsgeräten.

G. Spannung.

§ 56 b. Spannungsbereich.

H. Mechanische Festigkeit.

§ 57. Schleuderprobe.

J. Ursprungszeichen und Schilder.

§ 58. Hersteller und Firmenzeichen.

§ 59. Leistungsschild.

§ 60. Bemerkungen zu den Leistungsschild-Angaben.

§ 61. Fremdlüftung.

§ 62. Ölumlaufl.

§ 63. Mehrfache Stempelungen.

§ 64. Umwicklungen.

K. Toleranzen.

§ 65. Zulässige Abweichungen.

Zu den einzelnen Paragraphen ist zu bemerken:

§ 1. Bei der Prüfung usw. älterer Maschinen ist von Fall zu Fall festzustellen, welche Bestimmungen in Frage kommen. In den Erläuterungen von Dettmar sind nähere Hinweise gegeben.

§ 2. Die Bestimmungen sind auf die allgemein üblichen Ausführungsarten beschränkt, für Sonderausführungen sind besondere Vereinbarungen festzulegen, wobei jedoch grundsätzlich die vorliegenden Regeln sinngemäß zu beachten sind.

§ 3. Bez. des Geltungsbereiches kann in der Hauptsache auf § 1 der V.E.B./1932 hingewiesen werden bzw. auf die Erläuterungen hierzu. Es fallen zunächst also alle Schienenfahrzeuge aller elektrischer Bahnen unter diese Regeln, ferner die Oberleitungsomnibusse (Drahtbusse). Andere elektrisch betriebene Fahrzeuge, wie z. B. Lastkraftwagen, Trekker, Elektromotoren, benzin-elektrische Turmwagen usw., ferner auch elektrisch betriebene Krane usw. unterliegen diesen Regeln nicht.

Aber auch die an sich unter diese Regeln fallenden Fahrzeuge enthalten Maschinen, Transformatoren usw., die nicht unter die R.E.B., sondern unter die R.E.M. bzw. R.E.T. fallen. Es sind dies alle diejenigen Bauarten, die hauptsächlich in der allgemeinen Elektrotechnik Verwendung finden, die also eine Sonderbahnausführung nicht darstellen. Z. B. soll ein Turbogenerator für die elektrische Beleuchtung von Dampflokomotiven oder auch ein Motorgenerator für denselben Zweck auf elektrischen Lokomotiven nicht unter die R.E.B., sondern unter die R.E.M. fallen. Dasselbe gilt für die elektrisch angetriebenen Luftkompressoren. Dagegen soll eine Zugbeleuchtungsmaschine, die von der Achse angetrieben wird, unter die R.E.B. fallen. Man wird die Grenze nicht immer leicht finden können. In solchen Fällen ist eine entsprechende Verständigung notwendig, da es sich ja im wesentlichen um einzuhaltende Bedingungen zwischen Besteller und Lieferer handelt.

Gemäß § 6 Arbeitsweise sind unter dem Begriff „Motor“ nur umlaufende Maschinen zu verstehen, damit fallen eindeutig alle hin- und hergehenden elektrischen Maschinenteile nicht unter den Begriff „Motor“, also z. B. Solenoidbremsen usw. Die R.E.B. sind also für diese Apparate nicht ohne weiteres gültig, wemgleich es wünschenswert erscheint, die Regeln über Erwärmung und Isolierfestigkeit sinngemäß anzuwenden.

Zu § 7 Nennbetrieb ist zu bemerken, daß sich die auf dem Schilde gemachte Angabe stets auf die warme Maschine bezieht. Die Leistung einer Maschine ist immer an ihren Klemmen zu messen.

In § 10 Leistung ist als Einheit der Leistung das Kilowatt (kW) festgelegt. Leistungsangaben in PS waren im Straßenbahnbetriebe bis in die letzte Zeit viel üblich, sollten aber im Sinne der Einheitlichkeit in Zukunft vermieden werden. Gemäß dem Beschlusse des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen lautet die Definition:

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 28.

Die technische Einheit der Leistung heißt Kilowatt. Sie ist praktisch gleich 102 Kilogrammometer in der Sekunde und entspricht der absoluten Leistung 10^{10} Erg in der Sekunde. Einheitsbezeichnung kW.

Diese Festlegung entspricht auch dem Beschlusse der Internationalen elektrotechnischen Kommission:

1. Die Leistung elektrischer Generatoren wird definiert als die elektrische Arbeit, welche an ihren Klemmen verfügbar ist.
2. Die Leistung elektrischer Motoren ist zu definieren als an der Welle verfügbare mechanische Arbeit.
3. Sowohl elektrische wie mechanische Arbeit sind in internationalen Watt auszudrücken.

Nachstehend seien noch die Umrechnungszahlen zusammengestellt:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1,360 \text{ PS} = 102 \text{ kgm/s} \\ 1 \text{ PS} &= 0,736 \text{ kW} = 75 \text{ kgm/s} \\ 1 \text{ kgm/s} &= 0,0098 \text{ kW} = 0,0136 \text{ PS}. \end{aligned}$$

Die Angabe des Motors ist stets an der Motorwelle selbst zu messen!

Zu § 16c. Spannungen ist zu bemerken:

Gegenüber den genormten Nennspannungen für ortsfeste Maschinen bestehen einige Unterschiede. Für Fahrzeug-Wechselstrom- bzw. Einphasenstrom-Maschinen ist eine Normung überhaupt noch nicht vorgenommen. Die Normung für Gleichstrommaschinen beginnt bei 220 V, während für ortsfeste Gleichstrommaschine nach DIN VDE 2 über 100 V noch die Nennspannung von 110 V für Motoren, 115 V für Generatoren in Frage kommt. 42 V ist keine genormte Spannung mehr! Neben den „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V“ gelten auch noch die „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V“, in denen für Motorbetrieb die Gleichspannungen von 4, 6, 8, 12, 24, 40, 65 und 80 V vorgesehen sind. Wechselstromspannungen für Motorenbetrieb sind nicht genormt. Von 550 bzw. 750 V ab sind die Nennspannungen jeweils durch Verdoppelung entstanden. In den ab 1. Jan. 1932 gültigen Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V ist 2200 V auch gestrichen. Es kommen also praktisch folgende Fahrzeug-Gleichstrom-Motoren-Nennspannungen in Frage:

220 550 750 1100 1500 3000 V.

Die Nennspannung für Gleichstrom-Generatoren auf Fahrzeugen ist ebenfalls noch nicht genormt, der Vollständigkeit halber seien dagegen aus den R.E.M. die genormten Nennspannungen für ortsfeste Gleichstrom-Bahngeneratoren aufgeführt, dieselben sind wie folgt festgelegt:

240 600 825 1200 1650 3300 V.

Sie liegen also 10% über den Betriebsspannungen, gegenüber 5% bei allen anderen Generatoren.

Zu § 18 Aufstellungsort sei nur kurz auf die interessanten Ausführungen in den Erläuterungen zu den R.E.M. und R.E.T. von Dettmar hingewiesen (Seite 29 und Seite 116 der 3. Auflage).

Zu § 22 Prüfungen ist zu bemerken, daß die Wiederholung der Spannungsprobe im Fahrzeug bei Anwendung der vollen in § 43 bestimmten Prüfspannungen eine unnötige Gefährdung der Isolation bedeuten würde. Wenn also nach der Tafel VII in § 43 die Prüfspannung in der Fabrik für einen 550 V Straßenbahnmotor 2100 V beträgt, so soll im Fahrzeug nur mit 1325 V gemessen werden!

Im § 23 ist bez. des betriebswarmen Zustandes gesagt, daß die diesem entsprechende Temperatur zu 75° angenommen werden soll.

§ 24 handelt von den Gewährleistungen. Wenn im zweiten Teil besondere Vereinbarungen für die elektrische Bremsung vorgesehen sind, so soll damit sicher nicht gesagt sein, daß normalerweise die elektrische Bremsung besondere Maßnahmen, Vergrößerung der Motoren bedingt. Das ist eine Ansicht, die vielfach von Gegnern der elektrischen Bremse geäußert wird, die aber unzutreffend ist. Andersartig liegt die

b) Elektrische Maschinen sind so aufzustellen, daß an ihnen im Betriebe etwa auftretende Feuererscheinungen brennbare Stoffe in ihrer Umgebung nicht entzünden können.

2. Soweit der Schutz gegen Berührung umlaufender Teile, gegen Ablagerungen von Fremdkörpern aus der Umgebung, gegen mechanische Beschä-

Sache bei den z. Z. starke Beachtung findenden Stromrückgewinnungsbestrebungen, hier ist es selbstverständlich, daß die Frage der Stromrückgewinnungsmöglichkeit beachtlich ist für die Bemessung der Motoren.

Die weiteren §§ 25—37 handeln im wesentlichen von den Erwärmungsvorgängen. Gegenüber den ortsfesten Maschinen sind höhere Erwärmungen zugelassen. Das soll eine schärfere Inanspruchnahme im Prüffeld bezwecken. Das entspricht auch den Betriebsverhältnissen, deren Sonderheiten aber unbedingt Beachtung finden müssen.

§§ 38—41 handeln von der Überlastung. Gemäß § 39 muß bei laufender Maschine der Motor bei vollem Feld und Nennspannung

während 1 min den 1,7fachen Stundenleistungstrom,
stoßweise „ 2 „ „

aushalten, ohne Beschädigungen und bleibende Formänderungen zu zeigen.

Die §§ 42—46 enthalten sodann die sehr wichtigen Bestimmungen über die Isolierfestigkeit, darunter befinden sich auch ausführliche Angaben über die Art der vorzunehmenden Prüfungen, die sehr beachtlich sind.

Die §§ 47—56a beschäftigen sich mit dem Wirkungsgrad.

In § 56b sind mit Tafel III die Überspannungen bei Gleichstrommotoren angegeben, bei denen diese praktisch funkenfrei betrieben werden sollen.

Nennspannung V	Überspannung V	Nennspannung V	Überspannung V
220	265	1100	1320
550	660	1500	1800
750	900	3000	3600

Auch hier ist wiederum angegeben, daß bei elektrischer Bremsung besondere Vereinbarungen getroffen werden sollen. Das ist sicher keine befriedigende Lösung, zumal ja bei elektrischer Bremsung wesentlich höhere Überspannungen auftreten als die oben genannten. Es muß verlangt werden, daß bei elektrischer Bremsung keine Funkenbildung eintritt, die die Sicherheit der Bremswirkung beeinträchtigt oder die Motoren beschädigt. Jeder neuzeitliche Motor erfüllt übrigens diese Forderung.

§ 57 behandelt die sehr wichtige Schleuderprobe. Hierbei ist beachtlich, daß bei Fahrzeugantriebsmotoren bis 100 kW Stundenleistung, für die die höchste Betriebsdrehzahl nicht bekannt oder unsicher ist, die Prüfdrehzahl an Stelle der 1,25fachen höchsten Betriebsdrehzahl die 2,5fache Stundendrehzahl sein soll. Ein Straßenbahnmotor mit einer Drehzahl von 600 wäre also mit einer Drehzahl von 1500 zu prüfen!

In §§ 58—64 sind Regeln für die Ursprungszeichen und Schilder angegeben, während sich § 65 mit den zulässigen Toleranzen beschäftigt.

Genormt sind bisher:

- DIN VDE 3220 Dez. 29: Bürsten für Bahnmotoren.
- DIN VDE 3225 Nov. 31: Achsenabstände für Zahnräder.
- DIN VDE 3227 Nov. 31: Zahnräder. Großräder für Straßenbahnmotoren.
- DIN VDE 3228 Nov. 31: Bolzenschrauben und Achkant-Kronenmuttern für Großräder für Straßenbahnmotoren.
- DIN VDE 3229 Nov. 31: Schraubenschlüssel.
- DIN VDE 3230 Nov. 31: Zahnräder. Kleinräder für Straßenbahnmotoren.
- DIN VDE 3231 Nov. 31: Muttern und Sicherungsbleche für Kleinräder für Straßenbahnmotoren.
- DIN VDE 3232 Nov. 31: Läuferwellenzapfen für Straßenbahnmotoren.
- DIN VDE 3233 Nov. 31: Zahnradkasten aus Blech für Straßenbahnmotoren und
- DIN VDE 2961 April 25: Elektrische Maschinen-Leistungsschilder.

digung der Maschine und dgl. nicht schon durch ihre Bauart selbst erzielt wird, soll er bei der Aufstellung durch Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen erreicht werden.

c) Metallteile, für die eine besondere Erdung in Frage kommt, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist (siehe auch § 3²).

d) Jede Maschine muß ein Leistungsschild tragen, auf dem die notwendigen Angaben deutlich lesbar und in haltbarer Weise angebracht sind.

3. Das Leistungsschild soll so angebracht sein, daß es möglichst auch im Betrieb bequem abgelesen werden kann.

§ 7.

Transformatoren.

a) Transformatoren jeder Art (Leistungs-, Absatz-, Zusatz-, Isolations-, Regel- oder Spartransformatoren) müssen nicht nur für ihre Nennleistung, sondern auch für die zulässige Überlastung, ferner bei Kurzschluß eine von den sonstigen Betriebsbedingungen unabhängige, ausreichende Strom- und Spannungsfestigkeit insgesamt und in allen ihren Teilen aufweisen. Die Festigkeit muß unabhängig von der Betriebsart des Transformators (aussetzender oder kurzzeitiger Betrieb, schwankender oder gleichmäßiger Dauerbetrieb und dgl.) sowie unabhängig von der Temperatur des Transformators, soweit sie in den zulässigen Grenzen bleibt, gewahrt sein.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Transformatoren den R.E.B. entsprechen.

b) Der Ölstand im Kessel muß erkennbar sein; ferner muß an diesem ein Ölablaß vorhanden sein. Auch muß die Möglichkeit bestehen, Ölproben aus dem Transformator zu entnehmen.

c) Metallteile, für die eine besondere Erdung in Frage kommt, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist (siehe auch § 3²).

d) Jeder Transformator muß ein Leistungsschild tragen, auf dem die notwendigen Angaben deutlich lesbar und in haltbarer Weise angebracht sind.

2. Das Leistungsschild soll so angebracht sein, daß es möglichst auch im Betrieb bequem abgelesen werden kann.

§ 8.

Akkumulatoren¹⁾.

a) Die einzelnen Zellen sind, sofern sie nicht aus Isolierstoff bestehen²⁾,

§ 8.

1) Die vorliegenden Bestimmungen gelten lediglich für Akkumulatoren in Fahrzeugen. Für alle stationären Akkumulatoren, also auch für Pufferbatterien, kommt § 8 V.E.S. 1./1930 in Betracht. Es kann für stationäre Akkumulatoren auf die Erläuterungen von Zaudy verwiesen werden. Bezgl. der Betriebsunterhaltung sind nähere Angaben im „Auskunftsbuch für die vorschriftsmäßige Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen“ von Prof. Dr.-Ing. G. Dettmar enthalten.

Gegenüber den alten V.E.B. und den V.E.S. 1. sind die neuen V.E.B./1932 abgeändert, wie an den in Frage kommenden Stellen noch näher erläutert ist.

2) Man kann grundsätzlich zwischen Bleiakkulatoren und alkalischen Akkulatoren unterscheiden. Erstere besitzen Gefäße aus Isolierstoff, also Glas, Zelluloid

gegeneinander und gegen das Fahrzeug durch Zwischenlagen, die durch Feuchtigkeit nicht leitend werden dürfen, zu isolieren³).

b) Die Akkumulatorenbatterien sind so zu umkleiden, daß eine zufällige Berührung durch Unberufene verhindert ist⁴).

c) Die Akkumulatorenräume oder Verkleidungen der Batterien müssen mit ausreichenden Lüftungseinrichtungen versehen werden⁵). Ein Übertreten von Säuredämpfen in das Innere von Fahrzeugen ist zu verhindern⁶).

d) Akkumulatoren für Wagenhilfsbetriebe, Notbeleuchtung oder elektrisch gesteuerte Bremsen mit einer Kleinspannung bis 42 V, die außerhalb des Fahrzeuges geladen werden, unterliegen der Bestimmung unter c) nicht⁷).

C. Stromzuführung zum Fahrzeug, Schaltung und Verteilung¹).

§ 9.

Stromabnehmer²).

a) Stromabnehmer müssen für die Betriebsspannung ausreichend iso-

oder Hartgummi, ferner auch bei größeren Gefäßen solche aus Steingutkästen und Holzkästen, die mit Blei ausgeschlagen sind, während die Gefäße der alkalischen Akkumulatoren aus Stahlblech bestehen. Für Fahrzeugzwecke kommen wohl hauptsächlich, der Bruchgefahr wegen, Gefäße aus Zelluloid und Hartgummi bzw. aus Stahlblech in Frage. Obwohl Zelluloid nach den neuen Vorschriften als Baustoff nicht mehr verboten ist, sollte es der Brandgefahr wegen mindestens bei größeren Batterien nicht verwendet werden.

3) Ein bestimmter Isolationswert ist nicht gefordert, ebensowenig wie bei den stationären Akkumulatoren. Das hängt mit den Betriebsverhältnissen zusammen. Dafür sollten die Isoliermittel sorgfältig ausgesucht werden, und zwar soll ein guter Isolationswert wieder hergestellt sein, wenn die bei der Ladung aufgetretene Feuchtigkeit wieder verschwunden ist.

4) Man wird die Art der Aufstellung schon deshalb besonders sorgfältig wählen müssen, um bei einem etwaigen Austritt von Säure Sachbeschädigungen zu vermeiden. Das läßt sich wohl bei allen Fahrzeugen unschwer erreichen. Überdies ist im Absatz c) ausdrücklich bestimmt, daß auch ein Übertritt von Säuredämpfen in das Innere von Fahrzeugen bei Batterien mit einer Spannung, die höher ist als 42 V, verhindert werden muß.

5) Auch diese Bestimmung bezieht sich nur auf Batterien mit einer höheren Spannung als 42 V. Damit soll aber gesagt sein, daß nur Batterien kleinerer Leistung, deren Ladung außerhalb des Fahrzeuges erfolgt, von der Lüftungsvorschrift ausgenommen sind.

6) Wie bereits erwähnt, muß im Interesse der Vermeidung von Sachbeschädigungen nicht nur der Austritt von Säure, sondern auch das Übertreten von Säuredämpfen in das Innere von Fahrzeugen verhindert werden. Das läßt sich durch die Art der Unterbringung und der Lüftung unschwer erreichen.

7) Es handelt sich hier um Kleinbatterien, wie sie aus der Verwendung bei Kraftfahrzeugen bekannt sind und für die erfahrungsgemäß besondere Sicherheitsmaßnahmen nicht erforderlich sind.

§ 9.

1) In diesem Abschnitt wird der elektrische Teil des Fahrzeuges selbst behandelt, also vom Stromabnehmer an gerechnet, während die Bestimmungen über die Stromzuführung zum Fahrzeug unter Abschnitt H zu finden sind.

2) Als Stromabnehmer sind diejenigen Fahrzeugteile zu verstehen, die die elektrische Energie vom Fahrdrat oder der Stromschiene durch Rollen-, Bügel-, Scherenstromabnehmern oder von Gleitschuhen entnehmen und dem Fahrzeug zuführen.

liert³⁾) und für die abzunehmenden Stromstärken ausreichend bemessen sein⁴⁾).

b) Stromabnehmer müssen so gebaut und angebracht sein, daß sie die ordnungsgemäß verlegte Fahrleitung bei allen vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten mit einem zur sicheren Stromabnahme ausreichenden Druck berühren⁵⁾).

1. Der senkrechte Druck auf die Fahrleitung soll innerhalb des zugelassenen Unterschiedes der Höhenlage möglichst gleichmäßig sein⁶⁾).

c) Stromabnehmer müssen von der Fahrleitung abgezogen werden können⁷⁾).

3) Diese Bestimmung muß hauptsächlich Beachtung finden bei der jetzt vielfach üblichen ganzmetallinen Ausführung der Fahrzeuge, während bisher bei der hölzernen Wagenbauart das hölzerne Dach und die hölzernen Laufbohlen genügende Isolationsmöglichkeiten boten. Damit wächst allerdings auch die Gefahr für dasjenige Personal, welches aus Betriebsgründen auf dem Wagendach zu tun hat. Durch entsprechende Anweisung muß der vergrößerten Gefahr begegnet werden.

4) Das bezieht sich hauptsächlich auf die Bemessung der Fläche für das eigentliche Gleitstück. Hier soll die Stromdichte nicht zu groß werden, vor allem auch, um die in mehrfacher Hinsicht schädliche Funkenbildung möglichst zu verhindern. Bestimmungen über das Material des Gleitstückes konnten selbstverständlich nicht erlassen werden, zumal bisher abschließende Ergebnisse nicht vorliegen. Das gilt auch für die Frage der Rundfunkbeeinflussung. Es werden also z. B. bei Straßenbahnen neben dem immer noch weitverbreiteten Aluminiumschleifstück Kohleschleifstücke oder solche aus anderen Metallen Verwendung finden können.

5) Daß die dauernd gleichmäßige Anlage des Stromabnehmer-Schleifstückes bei allen Fahrgeschwindigkeiten gewährleistet sein muß, ist schon im Betriebsinteresse an sich selbstverständlich. Es ist dabei Voraussetzung, daß die Fahrleitung ordnungsgemäß verlegt sein muß, darunter ist auch zu verstehen, daß eine Bauart gewählt wurde, die ebenfalls der Fahrgeschwindigkeit entspricht. Für größere Fahrgeschwindigkeiten wird man also Vielfachaufhängung vorziehen müssen, diese Bauart empfiehlt sich aber auch schon bei Straßenbahnfahrgeschwindigkeiten und besonders dann, wenn Speiseleitungskupfer untergebracht werden muß, da sich als Tragdrähte Hartkupferleitungen sehr gut eignen.

Daß außerdem der Anlagedruck abhängig ist von der Fahrgeschwindigkeit, ergibt sich in der Hauptsache aus der Beeinflussung durch den Wind. Dieser Einfluß ist wiederum von der Konstruktion des Stromabnehmers abhängig. Er ist verhältnismäßig gering bei Scherenstromabnehmern, verhältnismäßig groß bei drehbaren Bügelstromabnehmern ihrer langen Auslage wegen. Man gibt aus den verschiedenen Erwägungen heraus in neuerer Zeit trotz des größeren Gewichtes und des höheren Preises dem Scherenstromabnehmer den Vorzug, da hier der Anlagedruck und damit der Verschleiß von Fahrleitung und Stromabnehmerschleifstück verhältnismäßig gering sein wird.

6) Besonders bei Straßenbahnen können recht erhebliche Unterschiede in der Höhenlage der Fahrleitung bestehen, immer soll der Stromabnehmer mit gleichmäßigem Druck folgen, das wird sich auch bei der besten Stromabnehmerkonstruktion nicht stets erreichen lassen, ist aber unbedingt anzustreben.

7) Diese Bestimmung ist notwendig, um § 26 (Betriebsvorschriften) erfüllen zu können. Es ist danach vorgeschrieben bei Arbeiten an Teilen der elektrischen Ausrüstung des Fahrzeuges, die Spannung führen können, zur größeren Sicherheit den oder die Stromabnehmer abzuziehen, da das Ausschalten des Hauptschalters keine genügende Gewähr bietet. (Einschalten durch Unbefugte usw.) Besonders notwendig ist das Abziehen des Stromabnehmers bei Stahlwagen bzw. Metallwagen.

In welcher Weise die Stromabnehmer angezogen werden sollen, ist nicht vorgeschrieben. Es ist jedoch erforderlich, diese Vorrichtung so einfach zu gestalten, daß

2. Bei sehr niedrigen Unterführungen kann ausnahmsweise von der Abziehbarkeit der Stromabnehmer abgesehen werden⁸⁾).

d) Stromabnehmer für Oberleitung mit mechanischer Anpressung müssen in der abgezogenen Lage festgehalten werden können⁹⁾, solche mit Druckluftanstellung müssen bei abgelassener Druckluft selbsttätig niedergehen und liegen bleiben.

§ 10.

Schaltanlagen der Fahrzeuge¹⁾.

a) Gerüste für Schaltgeräte müssen allen im Betriebe auftretenden mechanischen und elektrischen Beanspruchungen standhalten²⁾.

ihre Bedienung durch das Fahrpersonal unschwer und sicher möglich ist. Besondere Hilfsmittel dürfen nicht erforderlich sein.

Es gibt allerdings Fälle, in denen sich das Abziehen mehrerer Stromabnehmer eines Fahrzeuges aus technischen Gründen nicht ermöglichen läßt. In solchen Fällen wird es notwendig, die Spannungslosigkeit mit einwandfreien Mitteln kenntlich zu machen.

8) Das läßt sich in Einzelfällen nicht vermeiden, hat aber zur Folge, daß an solchen Stellen nicht an Spannung führenden Teilen des Fahrzeuges gearbeitet werden darf.

9) Diese Bedingung wird beim einfachen Straßenbahnstromabnehmer z. B. dadurch erfüllt, daß die Abzugleine festgeklemmt werden kann.

§ 10.

1) Der Begriff „Schaltanlage“ ist, ebensowenig wie in der allgemeinen Elektrotechnik, nicht eng umrissen. Hiermit sind die geschlossenen Anordnungen z. B. von Sicherungen und Schaltern gemeint, während die einzelne Anordnung eines einfachen Schaltelementes zweifelsfrei nicht als Schaltanlage angesprochen werden kann. Man wird also Einzelschalter z. B. ebenso wie bei einer Hausinstallation in einfachster Weise, also auch auf Holz, anordnen können, sofern nicht Sicherheitsmaßnahmen anderer Art hiergegen sprechen.

Sinngemäß zu beachten sind die

Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung.

Zur besseren Unterrichtung wird die Inhaltsübersicht dieser Regeln nachstehend angegeben:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

A. Allgemeines.

§ 3.

B. Schaltvorgänge.

- § 4. Ein- und Ausschalten. Schließen oder Öffnen.
- § 5. Strom und Spannung führende Teile.
- § 6. Aus- oder Einschalten.

C. Kontaktarten.

§ 7.

D. Gerätearten.

- § 8. Kennzeichnung der Arten.
- § 9. Zweck und Wirkungsweise.
- § 10. Polzahl.
- § 11. Zahl der Schließstellungen.
- § 12. Schaltvorgang.
- § 13. Betätigungsarten.
- § 14. Momentschaltungen.
- § 15. Arten der Auslösung bei Selbstschaltern und Relais.
- § 16. Unmittelbare und mittelbare Auslösung.

Erläuterung 2) auf S. 36.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 34.

- § 17. Freiauslösung.
- § 18. Arten der Schließstellen.
- § 19. Schutzarten.
- § 20. Anschlußarten.
- § 21. Mechanische Verbindung von Schutzhülle und Gerät.

E. Bestandteile.

- § 22. Schaltstücke.
- § 23. Auslöser.
- § 24. Relais.
- § 25. Sicherungen.
- § 26. Steckvorrichtungen.
- § 27. Überschaltwiderstände. Funkenentzieher.

F. Elektrische Größen und Zeitbegriffe.

- § 28. Spannung und Strom der Geräte. Kriechstrecke.
- § 29. Auslösergrößen.
- § 30. Auslösezeit. Eigenzeit. Arten der Auslöserverzögerung.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

- § 31. Zu beachtende Vorschriften und Normen.
- § 32. Normale Nennspannungen für Geräte.
- § 33. Normale Nennströme für Geräte.
- § 34. Normale Auslösernennströme.
- § 35. Normale Nennstromstärken für Schmelzeinsätze.
- § 36. Normale Auslösernennspannungen.
- § 37. Normale Betätigungsspannungen für Fremdschlußwicklungen.
- § 38. Zellschalter.
- § 39. Meßumschalter.

B. Bauregeln.

1. Anschlüsse.

- § 40. Anschlußbolzen.
- § 41. Anschlußleitungen.

2. Bemessung von Einzelteilen. Kriechstrecken.

- § 42. Zwischenwiderstände bei Zellschaltern.
- § 43. Abbrennstücke und Funkenentzieher bei Zellschaltern.
- § 44. Kriech- und Luftstrecken.
- § 45. Bedienungsteile. Abdeckungen. Ummantelungen.
- § 46. Betätigungssinn. Schaltstellungen.
- § 47. Erdung.
- § 48. Wirkungsweise.
- § 49. Elektrisch betätigte Schaltvorrichtungen.
- § 50. Abschmelzen von Schmelzeinsätzen.
- § 51. Haltbarkeit.
- § 52. Isolierteile.
- § 53. Isolierbrücken.
- § 54. Abdeckungen. Schutzverkleidungen.
- § 55. Aufschriften.

C. Prüfung.

- § 56. Modell- und Stückprüfung.

1. Modellprüfung.

a) Erwärmungsprobe.

- § 57. Allgemeines.
- § 58. Erwärmung.
- § 59. Lufttemperatur.
- § 60. Erwärmungsmessung.
- § 61. Meßmittel.
- § 62. Dauer einer Belastung.
- § 63. Erwärmung von Wicklungen.
- § 64. Erwärmung von Kupferwicklungen.
- § 65. Temperaturgrenzwerte.

b) Schalhäufigkeitsprobe.

- § 66.

b) Schränke oder Zellen für Schaltgeräte müssen so gebaut sein, daß sie mechanisch widerstandsfähig sind und durch die zu schützenden Anlageteile nicht gefährdet werden³⁾).

c) Als Werkstoffe für Schalt- und Verteilungstafeln sowie Klemmen- und Klemmenkasten dürfen nur Isolierstoffe und Metalle verwendet werden, die den im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhalten. Holz ist als Umrahmung, Schutzverkleidung und Schutzgeländer zulässig⁴⁾.

c) Spannungsprobe.

§ 67. Allgemeines.

§ 68. Schleifbürstenwahlschalter.

§ 69. Wicklungen.

§ 70. Zellenschalter.

d) Schaltleistungsprobe.

§ 71.

2. Stückprüfung.

§ 72.

IV. Verwendung und Anbringung.

§ 73. Überstromschalter.

§ 74. Sicherungen mit Polhörnern.

§ 75. Offene Schmelzstreifen. Rohrsicherungen.

§ 76. Anbringung der Geräte.

§ 77. Trennschalter.

§ 78. Geschützte Anbringung.

§ 79. Schutz vor Erwärmung.

§ 80. Berührungssichere Anbringung.

§ 81. Schaltkasten.

V. Bedienung und Wartung.

§ 82. Bedienung von Relais und Auslösern.

§ 83. Säuberung metallener Schaltstücke.

§ 84. Einschaltbewegungen.

Anhang: Schaltungsbilder mit Erklärungen.

2) In der Hauptsache kommen hier in Frage die Schaltanlagen in Lokomotiven usw. Hier müssen die Gerüste vor allem auch den Beanspruchungen durch Fahrzeugschwingungen usw. genügen.

3) Diese Schränke können also aus Holz bestehen. Dann muß aber dafür gesorgt werden, daß durch Flammenbogen nicht eine Inbrandsetzung des Holzes erfolgen kann. Es müssen demnach die Abmessungen genügend groß sein und durch Auskleidung mit unbrennbarem Material muß entsprechend vorgebeugt werden.

4) Daß Holz nicht mehr als Konstruktionsmaterial für Schalttafeln usw. verwendet werden darf, entspricht den langjährigen Erfahrungen. Auch in Fahrzeugen, selbst in Straßenbahnwagen ist die Verwendung geeigneter Isoliermaterialien unschwer möglich und durchführbar. Recht geeignet ist hierfür Schieferasbest oder bei kleineren Abmessungen Isolierstoff unter Zugrundelegung von Kunstharz. Bei neuen Straßenbahnwagen sollte man die notwendigen Schalter und Sicherungen ebenfalls zusammengefaßt in Schaltschränken unterbringen. Die vielfach früher übliche Art des Aufschraubens der Schalter und Sicherungen auf die Holzzwischenwand des Wagens sollte man vermeiden, wengleich ein Verbot für einzelne Schalter und Sicherungen nicht besteht. Aus Betriebsgründen würde man diese Apparate ziemlich hoch anordnen müssen, das erschwert aber die Bedienung und führt zu Beschädigungen der Apparate. Hierdurch wiederum können Stromüberleitungen auf das Bedienungspersonal herbeigeführt werden. Eine Anordnung selbst hochwertiger Sicherungen ungeschützt oder so, daß durch ein Ausblasen der Sicherungspatronen nach unten Körperverletzungen oder Sachbeschädigungen hervorgerufen werden, ist ganz selbstverständlich unstatthaft. Die zweckmäßigste Lösung ist also immer der Schaltschrank.

In Lokomotiven usw. wird man meist der Anordnung von Schalttafeln aus Isolierstoff auf geerdetem Schaltgerüst den Vorzug geben.

d) Metallteile, für die eine besondere Erdung in Frage kommt, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist (siehe auch § 3²)⁵).

e) Schalt- und Verteilungstafeln, -gerüste und -kasten, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, müssen so beschaffen sein, daß die Zu- und Ableitungen nach der Befestigung der Tafel auf der Vorderseite oder am Rand angeschlossen werden können⁶).

f) In jeder Verteilungsanlage sind für die einzelnen Stromkreise Bezeichnungen anzubringen, die näheren Aufschluß über die Zugehörigkeit der angeschlossenen Leitungen, Schalter, Sicherungen, Meßgeräte usw. geben⁷).

1. Bei Schaltanlagen, die für verschiedene Stromarten und Spannungen bestimmt sind, sollen die Einrichtungen für jede Stromart und Spannung deutlich gekennzeichnet sein.

§ 11.

Schaltung der Fahrzeuge.

a) Die vom Stromabnehmer ausgehende Hauptleitung eines Fahrzeuges (Leitung des Fahrstromkreises oder des Leistungstransformators) ist durch eine Stromsicherung (Schmelzsicherung oder Selbstschalter, vgl. § 16) zu schützen [Ausnahmen siehe c), f) und g)]¹).

5) Das gilt in gleicher Weise auch für die Apparate. Siehe § 12f). Ebenso wie dort darf die Erdung nicht dazu verleiten, daß die Konstruktionsabstände so klein gewählt werden, daß Überschlänge die naturnotwendige Folge sind. Die Erdung muß unbedingt sichergestellt sein, wenn sie ihren Zweck erfüllen soll. Infolgedessen genügt eine ungesicherte Schraube meist nicht den Anforderungen, es muß vielmehr dafür gesorgt werden, daß eine Lösung der Erdung auch bei starken Stößen und bei Schwingungen des Fahrzeuges nicht erfolgen kann. Die Kennzeichnung der Erdungsschraube erfolgt am zweckmäßigsten durch eine eingeschlagene Bezeichnung E.

6) Es bestehen auch keine Bedenken bei Straßenbahn-Schaltschränken, die ja meist von der Rückseite nicht zugänglich sind, Schalter und Sicherungen mit vorderem Anschluß der Leitungen zu verwenden, sofern nur dafür gesorgt wird, daß die Anschlußleitungen genügend geschützt verlegt sind.

7) Das geschieht am zweckmäßigsten durch haltbare, d. h. auf die Dauer gut erkennbare Stromkreisschilder.

§ 11.

1) Angenommen ist hierbei zunächst, daß die Einführung in das Fahrzeug einpolig erfolgt. Um zu erreichen, daß durch Überlastung der Zuleitung Beschädigungen des Fahrzeuges erfolgen können, muß die Anordnung der Stromsicherung möglichst kurz nach dem Verlassen des Stromabnehmers erfolgen. Das kann allerdings nur durch eine Schmelzsicherung, wenigstens in den meisten Fällen, geschehen. Allerdings ist diese Anordnung wenig üblich und man läßt es bei Straßenbahnwagen zu, den Selbstschalter auf dem Dach einer Plattform anzubringen, wo er gleichzeitig auch von Hand bedient werden kann. Dann ist jedoch eine ungeschützte Leitungslänge bis zum Stromabnehmer vorhanden, deren Abmessung reichlich stark und deren Verlegung sehr sorgsam erfolgen muß, um bei starken Belastungen unbedingten Schutz zu gewährleisten.

Gemäß § 16 a) sind Leitungen durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter zu schützen, d. h. also daß bei Querschnittsveränderungen dieser Schutz vorgenommen werden muß, jedoch wird bei Fahrzeugen von dieser Bestimmung abgesehen, da sie nicht durchführbar wäre bzw. zu gegenteiligen Wirkungen führen würde, besonders wenn z. B. die Fahrschalterleitungen in Frage kommen. Man wird aber genau prüfen müssen, an welchen Stellen Sicherungen zweckmäßig sind, wobei nicht nur der Gesichtspunkt der elektrischen Sicherheit, sondern auch der Bahnsicherheit eine Rolle spielen muß.

1. Die Stromsicherung soll so bemessen und eingestellt sein, daß sie bei Kurzschluß den Stromkreis abschaltet, ihn bei den höchsten betriebsmäßig auftretenden Belastungen jedoch nicht unterbricht²⁾.

2. Ein als Leitungsschutz nach a) dienender Selbstschalter kann zugleich als Teil der Fahrsteuerung benutzt werden³⁾.

Die Verwendung besonderer Selbstschalter und Sicherungen gegen Überlastungen von Motoren und Geräten wird hierdurch nicht berührt.

3. Bei Fahrzeugen mit doppel- oder mehrpoliger Fahrleitung oder mit eigener Stromquelle sollen alle ungeerdeten Zuleitungen geschützt werden.

b) Die Fahrmotoren müssen unabhängig vom Fahrshalter durch eine zweite Vorrichtung abgeschaltet und spannungslos gemacht werden können⁴⁾.

4. Als zweite Vorrichtung darf ein nach a) angeordneter Selbstschalter mitbenutzt werden⁵⁾.

c) Die Stromkreise für die Innen- und Außenbeleuchtung der Fahrzeuge dürfen bei den Abschaltungen der Fahrstromkreise nach a) und b) nicht unterbrochen werden, sofern dadurch nicht eine besondere Beleuchtungsanlage eingeschaltet wird⁶⁾.

2) Vorgeschrieben ist also in der Hauptsache nur ein Schutz der Fahrstromkreise, also der Motoren, gegen Kurzschluß. Bezgl. der übrigen Stromkreise sind die nachfolgenden Bestimmungen maßgebend. Die höchste betriebsmäßige Belastung richtet sich nach den Streckenverhältnissen und diesen müssen selbstverständlich die Motoren angepaßt sein. Der beste Schutz gegen Überlastung liegt also in einer reichlichen Bemessung der Motoren. Ebenso reichlich müssen naturgemäß auch sämtliche Fahrstromleitungen berechnet sein. Bei der üblichen Straßenbahnschaltung (Serien-Parallelschaltung von zwei Motoren) ist an sich ein wirksamer Schutz nicht möglich, will man nicht zu unständlichen Anordnungen kommen, die im Betriebe wenig brauchbar sind. Selbstverständlich soll hiermit nicht gesagt sein, daß z. B. der Selbstschalter nur auf Kurzschluß eingestellt wird, es wird vielmehr notwendig sein, die höchste betriebsmäßig auftretende Belastung sorgfältig zu ermitteln, um hiernach die Sicherung („Übersicherung“) vornehmen zu können.

3) Gemeint sind hiermit Fahrshalter mit eingebautem Auslöser oder sonstige Steuerrelais.

4) Die entsprechende Bestimmung in den alten Bahnvorschriften lautete:

§ 36 i. Die Stromzuführung zu dem Fahrshalter muß auf jedem Führerstand durch einen Schalter unterbrochen werden können.

Diese Bestimmung konnte nur auf Straßenbahnwagen mit vorderer oder hinterer Plattform bezug haben, bei Mitteleinstiegswagen war der Sinn der überlieferten Vorschrift, nämlich dem zweiten Mann, dem Schaffner, die Stromlosmachung des Wagens zu ermöglichen, schon nicht oder nur sehr schwer zu erfüllen. Man wird dessenungeachtet zweckmäßig bei Straßenbahnwagen normaler Bauart bei der alten Anordnung bleiben und auf jeder Plattform einen Schalter anordnen. Beide Schalter müssen also hintereinander geschaltet sein, wenn sie ihren Zweck erfüllen sollen. Die zweite Abschaltvorrichtung braucht keine Selbstausschaltung zu haben.

5) Die etwa vorgesehene Schmelzsicherung genügt also nicht als zweite Vorrichtung, sondern es ist vorausgesetzt, daß der Selbstschalter Handbetätigung bzw. Handausschaltung besitzt.

6) Das soll bezwecken, daß bei einem Stromlosmachen der Fahrmotoren das Fahrzeug selbst beleuchtet bleiben muß, sei es durch den Fahrleitungstrom oder durch eine sonstige Stromquelle, die sich auf dem Fahrzeug befindet. Der Beleuchtungstrom muß daher vor der ersten Abschaltvorrichtung abgenommen werden. Je nach dem Ort der Anbringung der Beleuchtungssicherungen entsteht daher eine ungeschützte Leitungslänge, die besonders stark bemessen und gut isoliert verlegt werden muß, um eine Brandgefahr für das Fahrzeug auszuschließen.

d) Jeder Fahrschalter eines Fahrzeuges muß in der Ausschaltstellung die Fahrmotoren derart abschalten, daß sie spannungslos sind. Die Abschaltung der Fahrmotoren muß so erfolgen, daß Selbsterregung nicht auftreten kann.

e) Jeder Fahrschalter eines Fahrzeuges muß in der Ausschaltstellung gegen unbefugte Betätigung gesichert werden können, z. B. durch Abnehmen einer der Handhaben. Dieser Bestimmung darf auch in einer Stellung genügt werden, in der die Fahrmotoren entgegen d) auf Widerstands-(Kurzschluß-) Bremsung geschaltet sind⁷⁾.

f) Bei Fahrzeugen, die mit Widerstands-(Kurzschluß-) Bremse ausgerüstet sind, dürfen im Ankerstromkreise der als Generatoren geschalteten Fahrmotoren Stromsicherungen, die den Stromkreis unterbrechen können, nicht vorhanden sein⁸⁾.

5. Die Sicherung der aus der Fahrleitung oder aus anderen Stromquellen gespeisten, der Bremschaltung dienenden Stromkreise, z. B. für die Erregung der Fahrmotoren, für elektromagnetische Bremsgeräte oder für Steuergeräte (Schütze), wird hierdurch nicht berührt⁹⁾.

g) Stromkreise, die Geräte für Frischstrombremsen speisen, dürfen bei der Abschaltung nach a) und b) nicht mitunterbrochen werden, sofern die Frischstrombremse nicht nur als Zusatzbremse dient¹⁰⁾.

h) Bei Gleichstrom-Schienenfahrzeugen für Oberleitungsbetrieb muß an der vom Stromabnehmer abgehenden Leitung, bevor diese das Dach verläßt, ein Überspannungsschutz angeschlossen werden. Die zugehörige Erdungsleitung ist auf dem kürzesten Wege zum Fahrzeuguntergestell zu führen¹¹⁾. Bei Wechselstromfahrzeugen ist ein Überspannungsschutz nicht erforderlich, wenn das Dach eine geerdete metallene Schutzdecke hat.

7) Der zweite Satz fehlte in den alten Bahnvorschriften. Inzwischen hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, und die Aufsichtsbehörde hat vielfach eine entsprechende Forderung gestellt, die Fahrkurbel auf einer elektrischen Bremsstellung abnehmbar zu machen. Damit soll erreicht werden, daß in Endstellen, die im Gefälle liegen, das Abrollen von Triebwagen dadurch ungefährlich wird, daß sich der Wagen elektrisch festbremst.

8) Daß Bremsstromkreise nicht gesichert werden dürfen, entspricht dem Verlangen nach größtmöglicher Sicherheit des Bremsvorganges. Hier geht also die Sicherstellung des Bahnbetriebes der elektrischen Sicherheit unbedingt vor. Selbstverständlich muß diese Bestimmung Anwendung finden nicht nur für die Kurzschlußbremse selbst, sondern z. B. auch für Solenoidbremsen, wie dieselben meist in Beiwagen verwendet werden. Elektromagnetische Schienenbremsen sind ohne weiteres einbegriffen, da dieselben Bestandteile des Kurzschluß-Stromkreises sind bzw. unter § 11 g) fallen. Wenn nun die elektrischen Bremsstromkreise ungesichert sind, so bedarf selbstverständlich deren Bemessung und Verlegung der größten Sorgfalt.

9) Das wird sich aber immer nur auf die Sicherung von Stromkreisen beziehen, die die Bremsicherheit nicht direkt berühren. Z. B. kann es keinem Zweifel unterliegen, daß eine Batteriebremse im Beiwagen nicht gesichert werden darf. Für die Sicherung kommen also nur Schützen und Relais in Frage, die besonders empfindlich sind. Bezgl. der Sicherung von Frischstrombremsen gehen die Ansichten noch auseinander, überwiegend neigt man aber dazu, auch derartige Stromkreise nicht zu sichern, wobei es natürlich ebenfalls unbedingt notwendig ist, die Leitungen reichlich zu bemessen und in bester Weise zu verlegen, um Brandgefahren für die Fahrzeuge zu vermeiden.

10) Die Bremsstromkreise dürfen selbstverständlich nicht unbeabsichtigt unterbrochen werden. Bezgl. der Sicherung wird auf Erläuterung 9) verwiesen.

11) Diese Bestimmung ist sehr wesentlich und es ist besonderer Wert auf reichliche Bemessung der Erdungsleitung und auf eine schlanke Verlegung zur Fahrzeugerde

6. Schalter und Schaltgeräte sollen so gebaut oder angebracht sein, daß ihre Betätigung unbefugten Personen entzogen ist. Sicherungen sollen so angebracht sein, daß sie unbefugten Personen unzugänglich sind¹²⁾.

Dieses gilt nicht für Selbstschalter bei Straßenbahnfahrzeugen¹³⁾.

7. Ausgenommen sind Schalter, deren Benutzung den Fahrgästen vorbehalten ist, wie Regelschalter für die Heizung von Wagenabteilen und Notbremschalter für elektrisch beeinflußte Bremsen.

i) Die Bestimmungen unter d) und f) gelten für Reihenschlußmotoren; bei Motoren mit anderer Erregung sind Ausnahmen zulässig.

Über die Schaltung für Nutzbremmung werden z. Z. Bestimmungen noch nicht erlassen¹⁴⁾.

D. Apparate¹⁾.

§ 12.

Allgemeines.

a) Die Apparate müssen so gebaut oder angebracht sein, daß einer Verletzung von Personen durch Splitter, Funken, geschmolzenes Material oder

Wert zu legen. Bei metallenen Wagendächern ist für ausreichenden Schutz des erdeten Blitzableiters gegen Berührung, auch unbeabsichtigte, zu sorgen.

Im übrigen soll die Bestimmung „bevor diese das Dach verläßt“ nicht zu engherzig aufgefaßt werden, da z. B. bei Industrielokomotiven vielfach eine anderweitige Unterbringung gar nicht zu umgehen ist. Es ist selbstverständlich bei der Anordnung stets die Zweckbestimmung im Auge zu behalten.

12) Das bedingt also praktisch eine Unterbringung der Schalter und auch der Sicherungen, in Schaltschränken. Ausnahmefälle sind denkbar, sollten aber doch nach Möglichkeit vermieden werden, das liegt auch im Betriebsinteresse. Immerhin handelt es sich hier um eine Sollvorschrift. Es wird jedoch nochmals darauf hingewiesen, daß die Unterbringung von Sicherungen stets so erfolgen muß, daß eine Beschädigung von Personen und Sachen durch ausblasende Patronen nicht stattfinden kann. Eine Anordnung des Sicherungselementes also etwa so, daß die Sicherungspatrone vom Plattformdach nach unten ausblasen kann, ist unbedingt unstatthaft.

13) Wenn die Hauptschalter ihren Zweck erfüllen sollen, d. h. daß sie die Stromausschaltung im Gefahrfalle ermöglichen, dann dürfen dieselben nicht etwa erst auf Umwegen erreichbar sein. Das schließt allerdings betrieblich sehr unerwünschten Mißbrauch nicht aus, erfahrungsgemäß sind aber Nachteile bisher nicht eingetreten.

14) Die Frage der Nutzbremmung befindet sich z. Z. noch im Stadium der Entwicklung. Selbstverständlich muß aber auch hier der vorherrschende Grundsatz der Bahnsicherheit Geltung haben. In Sonderheit ist darauf zu verweisen, daß bei Nutzbremmung die Stromkreise nicht als Bremsstromkreise und daher nicht entsprechend § 11f zu behandeln sind, da die Stromrückgewinnung naturnotwendig über die Hauptsicherung erfolgt. Man führt infolgedessen die Schaltung so aus, daß auf die Nutzbremmung anschließend eine Kurzschluß-(Widerstands-)bremmung erfolgen kann. Beachtlich sind auch die Maßnahmen, die bei der Stromrückgewinnung von Bedeutung sind, soweit sich dieselben z. B. auf Rückwirkungen auf das Fahrleitungsnetz, bei Arbeiten an demselben, bei abgeschalteten Strecken usw. beziehen.“

§ 12.

1) Man muß unterscheiden zwischen Stromerzeugern einerseits und Stromverbrauchern andererseits, alle Einrichtungen aber, die zum Schalten, Sichern, Regeln, Messen und Verteilen des Stromes dienen, sind als „Apparate“ bezeichnet. Es besteht ein gewisser Mangel bezgl. der Begriffsbestimmung insofern, als die Bezeichnung „Geräte“ nicht genau festgelegt ist, so erklärt sich auch, daß in den V.E.S. die Bestimmungen für Apparate auch für Geräte ganz allgemein gelten. Im übrigen bestehen Sonderbestimmungen des VDE für die Mehrzahl der Apparate.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 40.

Als solche Sonderbestimmungen sind zu nennen:

- Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A./1928.
- Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb R.A.B./1927.
- Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928.
- Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S./1928.
- Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H./1929.

In den V.E.B. hat man unterschieden unter

D. Apparate.

- § 13. Schalter.
- § 13. Ölschalter und Zubehör.
- § 13. Trenn- und Erdungsschalter.
- § 14. Geräte zum Anlassen und Regeln.
- § 15. Steckvorrichtungen.
- § 16. Stromsicherungen.

E. Fahrzeugheizung.

- § 17. Heizkörper.

F. Leuchten und Zubehör.

- § 18. Fassungen und Lampen.
- § 19. Ortsfeste Beleuchtungskörper.
- § 20. Ortsveränderliche Beleuchtungskörper.

Es wird ferner auf die Erläuterung 1) zu § 6 hingewiesen, und zwar zu § 6 der R.E.B., dort ist bereits ebenfalls darauf aufmerksam gemacht, daß für gewisse „Apparate“ die R.E.B. keine direkte Anwendung finden. Genannt sind als „Apparate“ z. B. Solenoidbremsen. Für diese Apparate, und ferner gehören noch hierunter Schienenbremsen, Scheibenbremsen usw., sind Einzelbestimmungen nicht erlassen. Man wird demnach die allgemeinen Bestimmungen für Apparate und vielleicht auch die R.E.B. sinngemäß anwenden müssen.

Bestimmungen für Widerstände befinden sich unter § 14.

In den V.E.B. sind ferner keine Bestimmungen für nachstehende Apparate und Geräte enthalten, für welche entsprechende Vorschriften in den V.E.S. I., § 15 enthalten sind:

- Geräte mit Kleinstmotoren,
- Koch- und Heizgeräte für den Hausgebrauch,
- Elektrowerkzeuge,
- Rundfunkgeräte,
- Fernmeldegeräte.

Man wird auch diese Bestimmungen für den Gebrauch auf Fahrzeugen sinngemäß anwenden müssen.

Zu den Elektrowerkzeugen ist zu bemerken, daß eigentlich die Absicht bestand, Elektrowerkzeuge für Spannungen über 250 V zu verbieten! Das hat den starken Widerstand der Bahnen herausgefordert und es ist schließlich auch zugelassen, Spannungen von 550 V Gleichstrom zu verwenden. Es wurde befürchtet, daß höhere Spannungen als 250 V Gefährdungen hervorrufen würden, besonders bei ortsveränderlichen Elektrowerkzeugen. Dem wurde entgegengehalten, daß die langjährigen Erfahrungen im Bahnbetriebe keine Handhabe zu einer solchen Schärfe bieten. Ernstliche Unfälle sind kaum zu verzeichnen, allerdings neigen die Elektrowerkzeuge für höhere Spannungen, besonders in den kleinen Abmessungen, zu Reparaturen. Andererseits können aber die Bahnen nicht auf die Verwendung von Elektrowerkzeugen für z. B. 550 V Gleichstrom verzichten und es muß Sache der Lieferfirmen sein, brauchbare Konstruktionen herauszubringen. Selbstverständlich müssen auch die Verwender solcher Elektrowerkzeuge dafür sorgen, daß durch sachgemäße Anwendung Körperschäden vermieden bleiben, das gilt besonders für eine sorgfältige Erdung.

Stromübergänge bei ordnungsmäßigem Gebrauch vorgebeugt wird (siehe auch § 3²).

1. Nur solche Apparate sollen verwendet werden, die bereits durch ihre Bauart gewährleisten, daß die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der zufälligen Berührung entzogen sind³).

Die bisher gültigen:

Regeln für die Bewertung von Handbohrmaschinen vom 1. Juli 1922,
Regeln für die Bewertung und Prüfung von Hand- und Support-Schleifmaschinen vom 1. Jan. 1926

sind durch Beschluß der VDE-Hauptversammlung in Frankfurt/Main 1931 ersetzt durch:

Vorschriften für Elektrowerkzeuge V.E.Wz./1932.

Wie bereits erwähnt, sind unter diesem Abschnitt der V.E.S. 1. § 15 auch „Fernmeldegeräte“ aufgeführt. Eine diesbez. Bestimmung fehlt in den V.E.B. Die Bestimmung der V.E.S. 1. lautet:

Die Fernmeldeanlage muß eine gesonderte elektrische Anlage bilden. Soweit die Fernmeldeanlagen räumlich und elektrisch von dem Netz zuverlässig getrennt sind, unterliegen sie den „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F.“.

Zwischen der Fernmelde- und der Starkstromanlage darf bei Wechselstrom keine leitende Verbindung bestehen.

Der Anschluß an Gleichstromnetze ist zu vermeiden; ist dieses in besonderen Fällen nicht zu umgehen, so sind die „Bestimmungen in § 10 der V.E.F.“ zu beachten.

Starkstrom führende Fernmeldegeräte unterliegen in allen Teilen den Errichtungs-vorschriften.

Die bisher gültigen:

Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen vom 1. Januar 1924

sind ersetzt durch:

Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F./1932.

Desgleichen sind ersetzt die

Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen) vom 1. Januar 1924

durch

Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Klingeltransformatoren.

In den Regeln ist ausdrücklich festgelegt, daß diese keine Geltung für öffentliche Verkehrsanlagen haben. Bei der Besprechung zu § 23 wird noch näher auf diese Frage zurückgekommen.

2) Es wird auf Erläuterung 12) zu § 11 hingewiesen, an welcher Stelle bereits auf die Notwendigkeit der einwandfreien Unterbringung besonders der Sicherungen aufmerksam gemacht wurde. Die ungeschützte Anbringung von Sicherungen so, daß durch das Ausblasen von Sicherungspatronen Körperverletzungen oder Sachbeschädigungen hervorgerufen werden können, ist unbedingt unstatthaft.

3) Diese Bestimmung wird leider von einer großen Zahl Apparaten, besonders Schaltern und Sicherungen, nicht erfüllt. Es muß immer wieder als unzulässig bezeichnet werden, wenn aus fabrikationstechnischen Gründen Schalter und Sicherungen für Bahnzwecke auf den Markt gebracht werden, die den einfachsten Ansprüchen nicht genügen und von einer vollkommenen Ahnungslosigkeit bezgl. der Anforderungen des Bahnbetriebes zeugen. Sind schon derartige Apparate vielfach kaum ausreichend für einfache Hausinstallationen, so müssen dieselben für den Bahnbetrieb als unbrauchbar bezeichnet werden. Es genügt nicht nur, die betr. Apparate so zu konstruieren, daß die vorhandenen Fabrikationswerkzeuge ausgenutzt werden, sondern es müssen die besonderen Belange des Bahnbetriebes bei der Festlegung der Abmessungen usw.

b) Apparate einschließlich ihrer Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen den im Betriebe durch elektrische Feuererscheinungen, Wärme, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse auftretenden Beanspruchungen standhalten⁴⁾.

c) Die Apparate müssen so bemessen sein, daß sie durch die im Bahnbetriebe auftretenden Ströme keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen können⁵⁾.

d) Apparate und ihre Schutzverkleidungen müssen zuverlässig befestigt werden und so ausgebildet sein, daß die Schutzhüllungen der Leitungen in die Schutzverkleidungen eingeführt werden können. Soweit isolierte Aufstellung zulässig ist (Ausnahme siehe § 25), muß die Schutzhüllung der Leitungen auf angemessene Länge isolierend sein.

e) Die Apparate müssen so gebaut und angebracht sein, daß für die anzuschließenden Leitungen (auch an den Einführungsstellen) eine genügende Isolation gegen benachbarte Fahrzeugteile, Leitungen und dgl. erzielt wird.

f) Metallteile, für die eine besondere Erdung in Frage kommt, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist (siehe auch § 3²⁾⁶⁾.

2. Griffe, Handräder und dgl. können aus Isolierstoff oder Metall bestehen. Im letzten Falle ist § 3 zu berücksichtigen. Metallene Griffe, Handräder und dgl., die mit einer haltbaren Isolierschicht vollständig überzogen sind, sind auch ohne Erdung zulässig⁷⁾.

g) Ortsveränderliche Apparate müssen so gebaut sein, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden können⁸⁾.

berücksichtigt werden. Das ist bisher nur in mangelhafter Weise der Fall gewesen und hat zu der merkwürdigen Folgerung geführt, daß sich einzelne Bahnverwaltungen ihre Schalter selbst bauen.

4) Das gilt auch vor allem für die Festlegung der Abmessungen gegenüber geerdeten Schutzverkleidungen. Es ist nicht damit getan, daß an dieser Schutzverkleidung eine Erdungsschraube angebracht ist, sondern es müssen auch Überschläge vermieden bleiben, um eine größtmögliche Betriebsicherheit zu erreichen.

5) Wie diese Bestimmung für Apparate auszulegen ist, bei denen betriebsmäßig Übererwärmungen auftreten können, geht aus § 14 hervor.

6) Es ist bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß durch die Anbringung einer Erdungsschraube keinesfalls etwa die Zulässigkeit zur übermäßigen Verringerung der Abstände zwischen stromführenden und zu erdenden Teilen hergeleitet werden darf! Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die Frage offen bleibt, ob die Erdungsschraube überhaupt benutzt wird. Es sind Fälle zu beobachten gewesen, wo es einfach nicht möglich war, die Fahrshalterabdeckung zu erden, da die Abstände so gering waren, daß dauernd Überschläge stattfanden. In solchen Fällen ist die Erdung sicher, mindestens betriebsmäßig, als Nachteil zu bezeichnen. Wie die Kennzeichnung erfolgt, zweckmäßig mit einem E, ist nicht vorgeschrieben.

7) Auch hier muß größte mechanische Widerstandsfähigkeit gefordert werden. Das läßt sich aber selbst für derartige Teile aus Isolierstoff bei der heutigen Vervollkommnung dieser Technik (Kunstharzverfahren usw.) unschwer erreichen. Meist werden Fahrshalterkurbeln mit hölzernen Handgriffen versehen, eine derartige Maßnahme gilt selbstverständlich nicht als Isolierung im Sinne dieser Vorschriften, da gewohnheitsmäßig auch der metallene Teil der Kurbel berührt wird.

8) Derartige Fälle sind ja, besonders im Straßenbahnbetrieb, verhältnismäßig selten. Es wird sich meist um Handleuchten handeln und hier sind die Konstruktionen jetzt doch wohl durchgehend den Vorschriften entsprechend.

3. Die Einführungstellen für die Leitungen sollen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen auch bei rauher Behandlung nicht zu befürchten ist. Die Verwendung von Werkstattdrähten N.W.K. und von Gummischlauchleitungen N.M.H. und N.S.H. soll möglich sein⁹⁾.

h) Der Anschluß der Leitungen muß durch Verschraubung erfolgen [siehe auch § 22 i)]¹⁰⁾.

i) Alle Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen in metallenes Muttergewinde eingreifen.

k) Der Verwendungsbereich (Stromstärke, Spannung — auch Steuer- spannung — usw.) muß, soweit es für die Benutzung notwendig ist, dauerhaft und gut leserlich auf dem Hauptteil der Apparate angegeben sein. Lös- bare Abdeckungen gelten nicht als Hauptteil. Bei Apparaten mit Druck- luftantrieb sind der höchste sowie der niedrigste Betriebsdruck für die Be- tätigung anzugeben.

4. Werden die Bezeichnungen abgekürzt, so soll für den Nennstrom A, für die Nennspannung V und für die Druckluft atü verwendet werden.

l) Alle Apparate müssen am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen¹¹⁾.

§ 13.

(Siehe auch §§ 3 und 12, Selbstschalter siehe § 16).

Schalter.

a) Alle Schalter, die zur Stromunterbrechung dienen, müssen so gebaut und angebracht sein, daß beim ordnungsmäßigen Öffnen unter normalem Betriebsstrom kein Lichtbogen stehen bleibt. Abgesehen von den Schaltern für Kleinspannungen müssen sie für mindestens 250 V, bei höheren Span- nungen mindestens für die Betriebsspannung gebaut sein [siehe auch p)]¹⁾.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Schalter den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.“ bzw. den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S.“ entsprechen²⁾.

9) Die Beachtung der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstrom- anlagen V.I.L./1931“ wird dringend empfohlen.

10) Die § 22 i) bezieht sich auf ortsveränderliche Leitungen.

11) Das entspricht also der Firmenbezeichnung bzw. der Fabrikmarke.

§ 13.

1) Da für Bahnen als Betriebsspannungen

550 750 1100 1500 usw. V

genannt sind, kommen für Schalter auch nur diese Spannungen in Betracht. Es ist aber zu beachten, daß für eine Bahn, die am Kraftwerk etwa 600 V führt, Schalter für 750 V verwendet werden müssen usw.

2) Da diese K.P.I. immerhin erhebliche Bedeutung besitzen, sei nachstehend das Inhaltsverzeichnis der K.P.I./1928 angegeben:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit und Bereich.

§ 1. Geltungsbeginn.

§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 44.

III. Vorschriften.

A. Allgemeines.

- § 4. Zu beachtende Vorschriften. Sicherheit.
- § 5. Isolierteile.
- § 6. Abdeckungen. Trennwände. Einführungsöffnungen.
- § 7. Kriech- und Luftstrecken.
- § 8. Leitungsanschlüsse.
- § 9. Erdungsanschluß.
- § 10. Kontakte.
- § 11. Sockel.
- § 12. Überwachungszeichen für Isolierteile.
- § 13. Aufschriften.

B. Dosenschalter.

- § 14. Schalterbezeichnungen. Normale Stromstärken.
- § 15. Spannungen.
- § 16. Aufschriften.
- § 17. Berührungsschutz.
- § 18. Kontakte.
- § 19. Anschlüsse. Sockel.
- § 20. Bedienungsteile.
- § 21. Befestigung der Bedienungsteile.
- § 22. Schaltstellung.

Prüfbestimmungen.

- § 23. Spannung und Isolationsprobe.
- § 24. Erwärmungsprobe.
- § 25. Ausschaltleistung.
- § 26. Mechanische Sicherheit.
- § 27. Schalterkappen.
- § 28. Wärmesicherheit der Isolierteile.
- § 29. Feuersicherheit der Isolierteile.

C. Steckvorrichtungen.

- § 30. Stromstärke. Spannung.
- § 31. Berührungsschutz.
- § 32. Anschlüsse. Sockel.
- § 33. Steckdosen.
- § 34. Hülsen. Stifte.
- § 35. Zugentlastung.
- § 36. Stecker.
- § 37. Steckvorrichtungen für Hochspannung.
- § 38. Metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen.

Prüfbestimmungen.

- § 39. Spannung und Isolationsprobe.
- § 40. Erwärmungsprobe.
- § 41. Schaltleistung.
- § 42. Mechanische Sicherheit. Zugentlastung. Verdrehungsschutz.
- § 43. Kappen. Stecker.
- § 44. Wärmesicherheit der Isolierteile.
- § 45. Feuersicherheit der Isolierteile.

D. Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz.

- § 46. Stromstärke. Spannung. Edisongewinde.
- § 47. Sockel. Paßschraube. Stöpselkopf.
- § 48. Schmelzraum. Unterbrechungsmelder.
- § 49. Unverwechselbarkeit.

Prüfbestimmungen.

- § 50. Spannungs- und Isolationsprobe.
- § 51. Kurzschlußsicherheit.
- § 52. Abschmelzstromstärke (vorgeschriebene).
- § 53. Abschmelzbelastung (beliebige).
- § 54. Sicherungen für Steckdosen.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 45.

E. Fassungen und Lampensockel.

- § 55. Spannungen. Belastungen. Aufschrift.
- § 56. Isolierung. Kontaktteile.
- § 57. Fassungsboden, Mantel, Nippel. Leitungsanschluß.
- § 58. Berührungsschutz.
- § 59. Mindestmaße. Pauschalsystem. Luftstrecken.
- § 60. Schaltfassungen.
- § 61. Schalter.
- § 62. Bedienungsteile für Schaltfassungen.
- § 63. Zulässige Fassungsarten.

Prüfbestimmungen.

- § 64. Spannung und Isolationsprobe.
- § 65. Schaltleistung.
- § 66. Mechanische Sicherheit.
- § 67. Wirksamkeit des Berührungsschutzes.
- § 68. Fassungen mit Hilfschaltvorrichtungen.
- § 69. Swanfassungen.
- § 70. Wärmesicherheit der Isolierteile.
- § 71. Zugkettenfassungen.
- § 72. Fassungs-mäntel. Gewindehülsen.
- § 73. Feuersicherheit der Isolierteile.

F. Armaturen, Kaschierungen und Fassungs-nippel.

- § 74. Berührungsschutz bei Armaturen.
- § 75. Berührungsschutz in Kaschierungen. Glasschalen und Schirme.
- § 76. Nippel.
- § 77. Gewinde für Armaturen.

G. Handleuchter.

- § 78. Spannungen.
- § 79. Körper. Griff. Leitungsanschluß.
- § 80. Schalter.
- § 81. Metallteile auf dem Isolierkörper.
- § 82. Berührungsschutz.
- § 83. Handleuchter für feuchte Räume.

Prüfbestimmungen.

- § 84. Spannungs- und Isolationsprobe.
- § 85. Mechanische Haltbarkeit. Zugentlastung. Verdrehungsschutz.
- § 86. Wärmesicherheit der Isolierteile.

H. Verteilungstafeln.

§ 88.

J. Isolierrohre und Zubehör.

- § 89. Isolierrohre mit gefalztem Mantel.
- § 90. Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse.
- § 91. Abzweigdosen aus keramischem oder anderem Isolierstoff.
- § 92. Stahlpanzerrohre.

K. Plombierbare Hauptleitungsabzweigungskasten.

§ 93.

L. Sonstige Verlegungsmaterialien.

§ 94.

M. Allgemeine Prüfbestimmungen.

- § 95. Feuchtigkeitsicherheit.
- § 96. Mechanische Festigkeit von Kappen für Schalter und Steckdosen sowie von Isolierteilen für Hauptleitungsabzweigungskasten.
- § 97. Mechanische Festigkeit von Steckern.
- § 98. Mechanische Festigkeit von Handleuchtergriffen.
- § 99. Zugentlastung.
- § 100. Verdrehungsschutz.
- § 101. Wärmesicherheit fester Isolierteile.
- § 102. Wärmesicherheit von Vergußmassen.
- § 103. Feuersicherheit.

b) Bei der Auswahl von Schaltgeräten ist auf die zu erwartende Abschaltleistung Rücksicht zu nehmen³⁾).

c) Schalter für Stromverbraucher müssen, wenn sie geöffnet werden, alle Pole ihres Stromkreises, die unter Spannung gegen Erde stehen, praktisch gleichzeitig abschalten. Trennschalter unterliegen der Vorschrift gleichzeitiger allpoliger Abschaltung nicht.

d) Bei allen Schaltern muß die Schaltstellung erkennbar sein⁴⁾).

e) Hebelschalter sind so anzubringen, daß sie nicht durch das Gewicht der Schaltmesser von selbst ein- oder ausschalten können.

f) Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen mit den übrigen zugehörigen Leitungen abtrennbar sein. Diese Bestimmung gilt nicht für Anlaß- und Steuerungschaltungen.

g) Griffdorne für Hebelschalter, Achsen von Dosen- und Drehschaltern und diesen gleichwertige Betätigungsteile dürfen nicht Spannung führend sein.

h) Dosenschalter müssen Momentschalter sein⁵⁾).

Ölschalter und Zubehör⁶⁾.

i) Ölschalter müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit sowie eine genügende Strom- und Spannungsfestigkeit aufweisen. Bei unzureichender Kurzschlußfestigkeit muß ein selbsttätiges Ein- und Ausschalten unter Kurzschluß verhütet sein.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Schalter den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H.“ entsprechen⁷⁾).

3) Eine Bestimmung, die allerdings größeren Wert für ortsfeste Anlagen besitzt. Es genügt bekanntlich nicht, den Schalter nach dem Stromverbraucher zu bemessen, sondern es ist für die Bemessung diejenige Energie maßgebend, die von der Stromerzeugungsanlage auf diese Schaltstelle im Kurzschlußfalle abgegeben werden kann, unter Berücksichtigung der Dämpfung in der Zuleitung.

4) Das bezieht sich auf Hebel- und Dosenschalter und es ist besonders notwendig, die Ausschaltstellung deutlich hervorzuheben.

5) Auch die neuerdings erfreulicherweise in Aufnahme gekommenen Kleinhebelschalter müssen Momentschalter sein.

6) Im wesentlichen entsprechen nachstehende Bestimmungen über Ölschalter usw. dem § 11 der V.E.S. 2./1930.

7) Für obige Regeln ist nachstehend die Inhaltsübersicht angegeben:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit und Bereich.

- § 1. Geltungsbeginn.
- § 2. Abweichung von den Regeln.
- § 3. Geltungsbereich.
- § 4. Reihenbezeichnung.

II. Begriffserklärungen.

A. Allgemeines.

- § 5. Einschalten. Ausschalten.
- § 6. Schlagweite.

B. Gerätearten.

- § 7. Unterscheidungsmerkmale.
- § 8. Schalter.
- § 9. Aufstellungsart.

C. Betätigung und Auslösung.

- § 10. Betätigungsarten.
- § 11. Auslösen. Ansprechen.

Fortsetzung der Erläuterung 7) von S. 47.

- § 12. Unmittelbare und mittelbare Auslösung.
- § 13. Auslöser.
- § 14. Arbeitstromauslöser. Ruhestromauslöser.
- § 15. Anschluß der Auslöser.
- § 16. Primärauslöser. Sekundärauslöser.
- § 17. Relais.
- § 18. Anschluß der Relais.
- § 19. Primärrelais. Sekundärrelais.
- § 20. Arbeitskontakt. Ruhekontakt.
- § 21. Elektrische Schutzarten.
- § 22. Wirkungsweise der selbsttätigen Auslösungen.

D. Elektrische Größen und Zeitbegriffe.

- § 23. Nennbetrieb. Nennspannung.
- § 24. Nennstrom.
- § 25. Spannung des Drehstromnetzes. Sternspannung. Kurzschluß. Erdschluß.
- § 26. Kurzschlußströme.
- § 27. Ausschaltstrom. Einschaltstrom. Ausschaltleistung.
- § 28. Elektrischer Sicherheitsgrad. Elektrischer Prüfgrad.
- § 29. Betätigungsspannung.
- § 30. Auslöserennstrom. Auslöserennspannung. Auslöserennfrequenz.
- § 31. Auslösestrom. Einstellstrom. Auslösefehler.
- § 32. Schaltverzug. Auslösezeit. Eigenzeit. Verzögerte Auslösung.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

- § 33. Zu beachtende Vorschriften.
- § 34. Nennstromstärken.
- § 35. Anschlußbolzen und ebene Schraubkontakte.
- § 36. Geräte für feuchte und staubige Innenräume.
- § 37. Schlagweiten.
- § 38. Erdung.

B. Ölschalter.

- § 39. Nennausschaltleistung für Reihenölschalter bei Drehstrom.
- § 40. Ausschaltleistung bei Einphasenstrom.
- § 41. Einschaltfestigkeit der Reihenölschalter.
- § 42. Kleinste Nennströme.
- § 43. Einschaltung. Schutzschalter.
- § 44. Energiespeicher.
- § 45. Ölableßeinrichtung. Ölstandzeiger.
- § 46. Isolierstoffe.
- § 47. Kennzeichnung der Schalterstellung.
- § 48. Ausgleich von Drucksteigerungen.
- § 49. Zuleitungen.
- § 50. Meldeschalter.
- § 51. Primärauslöser.
- § 52. Sekundärauslöser.
- § 53. Elektrisch betätigte Einschaltvorrichtungen. Spannungschwankung.
- § 54. Auslöser für Fernbetätigung. Spannungschwankung.
- § 55. Auslöser mit Spannungsrückgangsauslösung. Spannungschwankung.
- § 56. Schalteröl.

C. Trennschalter.

- § 57. Kleinste Nennstromstärke.
- § 58. Schaltstellung. Kriechströme.
- § 59. Trennschalter unter Öl.
- § 60. Meldeschalter.

D. Freiluftgeräte.

- § 61. Kleinste Nennstromstärke.
- § 62. Kittstellen.
- § 63. Biegungsbeanspruchung von Freileitungen.

E. Ausläuferschalter.

- § 64. Verwendung von Ausläuferschaltern. Kleinste Nennstromstärke.
- § 65. Nennleistung. Dauerkurzschlußstromstärke. Auslöserennstrom.

3. Beim Schalten entstehende Gase und Dämpfe sollen abziehen können.

4. Ölschalter sollen so aufgestellt werden, daß ihre mechanische sowie Strom- und Spannungsfestigkeit und ihre sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb wesentlichen Eigenschaften ausreichend gewahrt bleiben. Anderenfalls sollen besondere Maßnahmen getroffen werden.

k) Die Ein- und Ausschaltstellung der Kontakte muß außerhalb des Schalters angezeigt werden.

l) Am Antrieb des Ölschalters muß der Schaltsinn zweifelfrei erkennbar sein.

5. In der gleichen Anlage soll der Betätigungssinn des Ölschalterantriebes und seiner Steuerorgane überall der gleiche sein.

m) Ölschalter müssen so gebaut und angetrieben sein, daß Ein- und Ausschaltung aller Phasen, die Spannung gegen Erde haben, praktisch gleichzeitig erfolgt.

n) Jeder Ölschalter muß ein Leistungsschild tragen, auf dem die notwendigen Angaben deutlich lesbar und in haltbarer Weise angebracht sind.

o) Den Ölschaltern gleichwertige Wechselstromschalter mit anderen Löschmitteln gelten als Ölschalter im Sinne dieser Vorschriften⁸⁾.

Trenn- und Erdungsschalter⁹⁾.

p) Für Trennschalter und Erdungsschalter gelten die vorstehenden Bestimmungen mit Ausnahme der über Abschaltleistung. Auf die Kurzschlußfestigkeit ist besonders zu achten.

q) Trenn- und Erdungsschalter müssen so gebaut oder angeordnet sein, daß sie nicht von selbst ein- oder ausschalten können.

F. Prüfung.

§ 67. Prüfspannungen.

§ 68. Abnahme in der Fabrik.

§ 69. Durchführungen aus Faserstoff oder keramischem Werkstoff mit Vergußmasse.

§ 70. Schaltungen bei der Prüfung.

§ 71. Freiluftgeräte.

§ 72. Wicklungen. Einschaltmotoren.

§ 73. Mechanische Festigkeit.

§ 74. Nennausschaltleistung.

G. Erwärmung.

§ 75. Lufttemperatur.

§ 76. Messung der Lufttemperatur.

§ 77. Kupferwicklungen.

§ 78. Grenzwerte.

§ 79. Meßgeräte.

§ 80. Geräte mit größerer Wärmeentwicklung.

H. Schilder und Bezeichnungen.

§ 81. Verkehrsbezeichnung. (Reihe, Stromstärke.)

§ 82. Schild.

§ 83. Auslöser mit Hauptstromwicklung.

§ 84. Auslöser mit Nebenschlußwicklung.

8) Das geschieht mit Rücksicht auf die in neuerer Zeit aufgekommenen Neukonstruktionen.

9) Auch diese Vorschrift ist aus dem § 11 der V.E.S. 2./1930 entnommen (Bestimmungen k und l).

§ 14.

(Siehe auch §§ 3 und 12).

Geräte zum Anlassen und Regeln¹⁾.

(Fahrschalter, Steuerschalter, Schütze, Relais, Anlasser, Regler, Widerstandsgeräte).

a) Geräte, an denen Stromunterbrechungen auftreten, müssen so gebaut und angebracht sein, daß bei ordnungsmäßiger Bedienung der Lichtbogen nicht stehen bleiben kann²⁾.

Widerstandsgeräte, die nicht für Dauereinschaltung bemessen sind, müssen die betriebsmäßig auftretenden Beanspruchungen aushalten, ohne selbst unbrauchbar zu werden oder ihre Umgebung, z. B. durch zu hohe Temperatur, zu schädigen³⁾.

1. Die Strom führenden Teile von Geräten sollen mit Schutzverkleidung aus feuersicherem Stoff versehen sein (Ausnahme siehe § 25)⁴⁾.

b) Kontaktbahn und Anschlußstellen müssen mit einer widerstandsfähigen, zuverlässig befestigten und abnehmbaren Abdeckung versehen

§ 14.

1) Es wird besonders auf die Erläuterungen zu § 12 aufmerksam gemacht. Genormt sind bisher folgende Fahrschalterteile:

- DIN VDE 3300 Juli 31: Kurbel und Kurbelkörper für Straßenbahnfahrschalter.
- DIN VDE 3301 Sept. 31: Umschalthebel mit Nase für Straßenbahnschalter.
- DIN VDE 3302 Sept. 31: Umschalthebel für Straßenbahnfahrschalter.
- DIN VDE 3310 Sept. 31: Handrad für senkrechte Antriebswelle der Fahrschalter für elektrische Lokomotiven.
- DIN VDE 3311 Sept. 31: Fahrstufenmarkierung für elektrische Lokomotiven.
- DIN VDE 3312 Sept. 31: Zeiger für elektrische Lokomotiven.
- DIN VDE 3313 Sept. 31: Umschalthebel für elektrische Lokomotiven.

2) In welcher Weise das Stehenbleiben des Lichtbogens zu vermeiden ist, ist nicht vorgeschrieben. Es ist nicht notwendig, auf die verschiedenen Mittel einzugehen, doch sei auch hier darauf hingewiesen, daß ein Überschlag zum Gehäuse, auch wenn dasselbe geerdet ist, durch genügend große Abstände verhindert werden muß.

3) Höchstzulässige Erwärmungen sind für die Widerstände nicht angegeben. Es muß selbstverständlich dafür gesorgt werden, daß die Apparate selbst so gebaut sind, und daß die Anordnung so erfolgt, daß die erzeugte Wärme ohne Schaden für die Apparate selbst oder für die Fahrzeugteile abgeführt wird. Es kann vorkommen, daß die Widerstandsdrähte rotwarm werden und es ist daher notwendig, daß der Schutz gegen Brandgefahr ganz besonders sorgfältig vorgenommen wird. Es ist auch zu beachten, daß infolge der Erwärmung ein Durchhang der Widerstandspiralen stattfinden kann. Infolgedessen muß der Bau der Apparate so erfolgen, daß nicht etwa eine Berührung mit ungeschützten Fahrzeugteilen oder geerdeten Metallteilen eintritt. Nicht alle Widerstandsmaterialien eignen sich gleich gut für Bahnwiderstände! Es ist zu berücksichtigen, daß Beeinflussungen durch Regenwasser usw. vorkommen können, wenn das Widerstandsmaterial nicht genügend korrosionsfest ist. Auch die Frage der Anschlußklemmen spielt eine gewisse Rolle. Dieselben müssen einen dauernd festen Sitz gewährleisten.

4) Es ist hier also besonderer Wert darauf gelegt, daß die Schutzverkleidungen „feuersicher“ sind. Gemäß § 25 kann in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen von dem Schutze gegen Berührung blanker, unter Spannung gegen Erde stehender Teile oder solcher Teile, die die Berührungsspannung annehmen können, abgesehen werden, sofern dieser Schutz nach den örtlichen Verhältnissen oder der Bedienung und Aufsichtigung hinderlich ist.

sein; sie darf keine Öffnung enthalten, die eine unmittelbare Berührung Spannung führender Teile zuläßt (Ausnahme siehe § 25)⁵⁾.

c) Die Achse der Betätigungsvorrichtung darf nicht Spannung führend sein⁶⁾.

d) Auf jedem Gerät (Anlasser, Anlaßschalter, Regler) sind die Stellung, in der das Gerät eingeschaltet, und die, in der es ausgeschaltet ist, sowie der Schaltweg deutlich zu kennzeichnen, z. B. durch einen Kreisbogen.

e) Geräte zum Anlassen und Regeln einschließlich Widerstandsgeräte müssen ein Leistungsschild tragen.

§ 15.

(Siehe auch §§ 3 und 12.)

Steckvorrichtungen¹⁾.

a) Steckvorrichtungen mit Ausnahme solcher für Kleinspannungen müssen für mindestens 250 V, bei höheren Spannungen mindestens für die Betriebsspannung gebaut sein²⁾.

b) Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß beim Einstecken und Ausziehen des Steckers eine zufällige Berührung von leitenden, unter Spannung stehenden Teilen sowohl mit metallenen Teilen der Gehäuse als auch durch Personen verhindert ist³⁾.

5) Als abgeschlossene elektrische Betriebsräume gelten bei Fahrzeugen auch der Raum unterhalb des Wagenfußbodens und der Raum oberhalb des Daches.

Die nicht dauernd abgetrennten Führerstände von Straßenbahnwagen gelten nicht als abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

Es ist zu beachten: Von einem Schutz gegen Berührung blanker Teile soll auch in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen nur abgesehen werden, wenn

- a) dieser Schutz nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich,
- b) der Bedienung und Beaufsichtigung hinderlich ist.

Man wird also doch sehr abwägen müssen, ob man von einem Schutz berechtigterweise absehen kann, besonders wenn es sich um Feuersicherheit handelt, und das gilt für alle Geräte.

In § 25 ist unter c) ferner gesagt, daß blanke, unter Spannung stehende Teile zwischen den Fahrzeugen in Dachhöhe zulässig sind, wenn diese Teile so angeordnet sind, daß sie gegen zulässiges Berühren auch vom Fahrzeug aus geschützt sind. Hiermit sind in der Hauptsache die rutenähnlichen Stromverbindungen zwischen Trieb- und Beiwagen gemeint.

6) Es kann im wesentlichen Bezug genommen werden auf die Erläuterung 4). Auch hier wieder muß darauf hingewiesen werden, daß die Abstände von geerdeten Abdeckungen so reichlich zu wählen sind, daß Überschläge mit Sicherheit vermieden werden.

§ 15.

1) Unter Steckvorrichtungen sind nicht nur die unter § 13 V.E.S. 1./1930 verstandenen gemeint, also etwa Lichtstecker usw., sondern auch die Kupplungen zwischen den einzelnen Fahrzeugen zur Überleitung der elektrischen Energie.

2) Auch hier wieder gelten als Betriebsspannungen

550 750 1100 1500 usw. V.

3) Nach den V.E.S. 1. müssen bei Spannungen über 250 V Steckvorrichtungen so gebaut sein, daß das Einstecken und Ausziehen des Steckers unter Spannung verhindert wird. Das gilt also für Steckvorrichtungen an **Bahnfahrzeugen nicht!** Dagegen müssen alle Fahrzeugsteckvorrichtungen der Bedingung entsprechen, daß eine Berührung mit spannungführenden Teilen vermieden bleibt.

c) Stecker dürfen nicht in Dosen für höhere Nennstromstärken und Nennspannungen passen. Ausgenommen sind solche für 6A, die auch in Dosen für 10A passen dürfen. Stecker für Kleinspannungen dürfen nicht in Dosen für höhere Spannungen passen⁴⁾.

d) Die Kontakte in Steckdosen müssen der unmittelbaren Berührung entzogen sein⁵⁾.

e) Dosen und Stecker dürfen in Stromkreisen mit Spannungen von mehr als 250 V keine Sicherungen enthalten⁶⁾.

1. Die Stecker sollen gegen Lockern und Herausfallen gesichert sein.

Ausgenommen sind Steckvorrichtungen zum Prüfen in Reihe geschalteter Glühlampen⁷⁾.

f) Die Steckvorrichtung ortsveränderlicher Stromverbraucher darf, sofern die Nennaufnahme 2500 W und die Stromstärke 25A nicht überschreiten, bei Nennspannungen bis höchstens 250 V auch zum In- und Außerbetriebsetzen dienen.

g) Der Berührung zugängliche Teile der Dosen und Steckerkörper müssen, wenn sie nicht aus Isolierstoff bestehen, so eingerichtet sein, daß Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten unzulässiger Berührungsspannungen getroffen werden können⁸⁾.

h) Steckdosen mit Schutzkontakt, die dazu bestimmt sind, die Gehäuse ortsveränderlicher Stromverbraucher zu erden oder an eine Schutzleitung anzuschließen, müssen so eingerichtet sein, daß Stecker ohne Schutzkontakt in ihnen nicht verwendet werden können⁹⁾.

4) Diese Vorschrift hat für Fahrzeugsteckvorrichtungen sehr wenig Bedeutung. Nach den K.P.I./1928 sind für Steckvorrichtungen

normale Nennstromstärken	10	25	60 A,
normale Nennspannungen	250	550	750 V.

5) Siehe § 31 der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928“. Die K.P.I. enthalten unter Abschnitt c) in den §§ 30—45 eingehende Bestimmungen für die Steckvorrichtungen.

6) Nach Regel 1 zu § 13 der V.E.S. 1. „sollen“ Dosen-Steckvorrichtungen (Dosen und Stecker) in der Regel keine Sicherungen enthalten. Das gilt also für alle Spannungen unter 1000 V. Obige Vorschrift bringt eine Verschärfung insofern, als für Spannungen über 250 V die Sicherungen verboten werden. Man sollte also überhaupt die Sicherung in Dosensteckvorrichtungen unterlassen, da dieselbe nur wenig Wert hat. Voraussetzung ist allerdings, daß die Stromkreise, in denen die Steckvorrichtungen liegen, vorschriftsmäßig gesichert sind.

7) Daß die Stecker gegen Herausfallen mechanisch gesichert werden, ist an sich erwünscht, aber nicht unbedingt notwendig. Man wird infolgedessen auch zulassen können, daß die Prüflampen zum Aufsuchen durchgebrannter Serienlampen, deren Stecker ja gegen Herausfallen nicht geschützt zu sein brauchen, auch für andere Hilfszwecke, wie dies vielfach geschieht, benutzt werden.

8) Wie bereits mehrfach erwähnt, wird man in solchen Fällen die Isolierung, die sich ja heute vollkommen einwandfrei durchführen läßt, vorziehen, schon um die Vielheit der Erdungen und die damit wachsende Unsicherheit zu vermeiden.

9) Das wird bei Steckvorrichtungen in Fahrzeugen sehr wenig in Frage kommen. Bei Gleichstrom wird man die direkte Erdung der Gehäuse der ortsveränderlichen Stromverbraucher vorziehen, so daß hier an den einfachen Verhältnissen nichts geändert zu werden braucht.

i) Schutzverbindungen (Erdung, Schutzschaltung) der Stecker müssen hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren.

k) Steckvorrichtungen, die dazu dienen, Leitungen gekuppelter Fahrzeuge zu verbinden, sind durch geeignete Vorrichtungen gegen Herausfallen zu sichern¹⁰⁾.

2. Empfohlen werden Steckvorrichtungen, die sich bei Zugtrennung ohne Beschädigungen und ohne Zerreißen der zu verbindenden Leitungen lösen¹¹⁾.

3. Fahrzeugkupplungen bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber sollen durch Blitzpfeile gekennzeichnet sein.

l) Für Vorrichtungen zum Verbinden von Leitungen gekuppelter Fahrzeuge, die nicht als Steckvorrichtungen gebaut sind, gelten die vorstehenden Bestimmungen sinngemäß.

m) Für Kupplungsstecker (Schwanzkupplungen), nach k) sind Blindtaschen oder Verbindungsdosen vorzusehen, in die sie in entkuppeltem Zustande eingelegt werden können¹²⁾.

n) Sind mehrere Leitungskupplungen nach k) vorhanden, deren jede zur Verbindung anderer Leitungen dient, so müssen sie untereinander unverwechselbar sein¹³⁾.

10) Hierunter fallen alle Kupplungen für Licht, Heizung, elektrische Bremsung, Vielfachsteuerung, Signalgebung usw. Der Schutz gegen Herausfallen der beweglichen Leitung braucht nicht immer, wie dies vielleicht angenommen werden könnte, durch einen Überwurf zu geschehen. Das würde die Ausführung der leichten Kupplungen, z. B. für Licht, sehr erschweren. In solchen Fällen haben sich die bisherigen Konstruktionen, die in einem kräftigen einpoligen Stecker mit entsprechender Dose bestehen, doch allgemein bewährt, wenn Gewähr für einen strammen Sitz besteht. Bei schwereren Kupplungen allerdings wird man einen entsprechenden Schutz gegen Herausfallen nicht vermeiden können.

11) Hier kann an die vorzügliche Nürnberger Bremskupplung für Straßenbahnwagen erinnert werden, die diese Frage einwandfrei und einfach löst und die einen wesentlichen Vorteil gegenüber den bisher üblichen Kupplungskabeln bietet. Da für die elektrische Bremsung eine sichere Ausführung dringende Notwendigkeit ist, verdient die Nürnberger Bremskupplung allgemeine Einführung. Allerdings stellen sich insofern Schwierigkeiten heraus, als die immer mehr aufkommende optisch-elektrische Signalgebung zwischen den einzelnen Straßenbahnwagen gebieterisch eine Zusammenfassung der sich dann häufenden Einzelkupplungen für Licht, Heizung, Bremsung, Signalgebung in einer geeigneten leichten Vielfachkupplung verlangt, deren Konstruktion für den normalen Straßenbahnbetrieb noch gewisse Schwierigkeiten bietet, die aber überwunden werden müssen.

12) Es muß auch dafür gesorgt werden, daß eine Berührung stromführender Teile durch Unbefugte vermieden bleibt. Die freien Enden von Lichtkupplungen, d. h. also der Stecker im Normalfall, müssen also so eingelegt werden können, daß eine Berührung des Steckerkontaktes ohne Mühe nicht möglich ist. An sich aber müssen naturgemäß diese Stecker schon durch ihre Konstruktion Berührungsschutz besitzen. Die Ausschaltbarkeit des betr. Stromkreises schützt allein nicht!

Die freien Enden der Nürnberger Bremskupplung bedürfen an sich dieses Schutzes nicht, da dieselben bei Verwendung zur Kurzschlußbremsung allein nur stromführend sind während der Bewegung des Zuges bzw. des Triebwagens. Infolgedessen werden diese Kupplungen sowohl in der Leitung und der Klauenkupplung ohne Isolierung ausgeführt. Wird allerdings die Nürnberger Kupplung teilweise oder nur zur Frischstrombremsung benutzt, so kann diese Kupplung auch bei Stillstand des Wagens stromführend sein. Es ist alsdann erforderlich, durch Isolierung für Berührungsschutz zu sorgen oder in sonstiger Weise zu verhindern, daß die Leitungen bei stehendem Fahrzeuge stromführend sind.

13) Das gilt nicht nur für Einzelkupplungen, sondern auch für Vielfachkupplungen.

§ 16.

(Siehe auch §§ 3 und 12.)

Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter).

a) Leitungen sind durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter zu schützen¹⁾; dagegen dürfen Erdrückleitungen und Schutzerdungsleitungen keine Stromsicherungen erhalten²⁾.

b) Schmelzsicherungen und Selbstschalter sind so zu bemessen oder einzustellen, daß die von ihnen geschützten Leitungen keine gefährliche Erwärmung annehmen können³⁾, sie müssen so eingerichtet oder angeordnet sein, daß ein etwa auftretender Lichtbogen keine Gefahr bringt⁴⁾.

§ 16.

1) In Ergänzung zu § 14a) der V.E.S. I. lautet Vorschrift 1) des § 14:

„Die Vorschriften und Regeln über das Anbringen von Sicherungen beziehen sich nicht auf Freileitungen, Bleikabel im Erdboden, Leitungen an Schaltanlagen, ferner in elektrischen Betriebsräumen nicht auf die Verbindungsleitungen zwischen Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Schaltanlagen und dgl. sowie nicht auf alle Fälle, in denen durch das Wirken einer etwa angebrachten Sicherung Gefahren im Betriebe der betreffenden Einrichtungen hervorgerufen werden können.“

Es ist also ausdrücklich festgelegt, daß nur die Leitungen zu schützen sind, und zwar nur diese Leitungen vor Überlastung, d. h. vor unzulässigen Erwärmungen, um damit die Umgebung der Leitungen vor Brandgefahr zu sichern. Dabei muß man sich vor Augen halten, daß trotzdem ungesicherte Leitungsteile vorhanden sein können, so z. B. in Schalterleitungen, bei denen die Leitungen eines Poles zum Schalter hin und zurück dicht nebeneinander liegen. Hier kann eine Überbrückung stattfinden, gegen deren Auswirkungen es einen praktischen Schutz nicht gibt. Die Leitungsart und Verlegung muß hier den nötigen Schutz bieten. Ferner kann man selbstverständlich nicht alle Schaltleitungen sichern und aus diesem Grunde ist die Vorschrift in § 11 erlassen. Näheres geht aus den Erläuterungen dieses Paragraphen hervor.

Die Stromverbraucher selbst brauchen also nach § 14 nicht gesichert zu werden; auch in den V.E.S. wird ein solcher Schutz nicht verlangt bzw. es lassen sich Vorschriften und Regeln noch nicht aufstellen. Man wird trotzdem diesen Schutz nach bestem Vermögen vornehmen, was jedoch, wie bereits in den Erläuterungen zu § 11 erwähnt, besonders bei Fahrzeugmotoren in einwandfreier Weise nur sehr schwer durchführbar ist.

Ob Schmelzsicherungen oder Selbstschalter verwendet werden, ist dem Ermessen des Verbrauchers überlassen. In neuerer Zeit neigt man sehr dazu, Selbstschalter zu verwenden, und zwar auch für geringe Stromstärken. In Fahrzeugen würde diese Verwendungsmöglichkeit sehr zu begrüßen sein, brauchbare Selbstschalter für Fahrzeugzwecke sind jedoch besonders für höhere Spannungen noch nicht auf den Markt gebracht.

Aus dem Nachsatz zu a) geht bereits hervor, daß, alle Pole zu sichern sind, mit Ausnahme der Erdrückleitungen usw. Daraus ergibt sich die einpolige Sicherung bei Gleichstrombahnen mit Schienenrückleitung.

2) In § 11 sind bereits weitere Fälle genannt, in denen nicht gesichert werden darf, und zwar handelt es sich in der Hauptsache um die Bremsleitungen.

3) Auch aus dieser Vorschrift geht wiederum hervor, daß es sich nur um einen Leitungsschutz handeln kann.

4) Die Sicherungen sind also, worauf bereits mehrfach hingewiesen wurde, so anzuordnen bzw. einzubauen, daß eine Gefahr für Menschen und Sachen nicht entstehen kann. Die ungeschützte Anordnung einer Schmelzsicherung etwa in Kopfhöhe oder so, daß eine explodierende Schmelzsicherung nach unten ausblasen kann, ist unter allen Umständen verboten.

1. Die Nennstromstärke der Stromsicherung soll nicht größer sein, als nach der Belastungstafel und den übrigen Regeln von § 21 für die betreffende Leitung zulässig ist⁵⁾.

c) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten⁶⁾.

d) Schmelzsicherungen und Stöpsel selbstschalter für niedrige Stromstärken müssen so beschaffen sein, daß die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken durch ihre Bauart ausgeschlossen ist⁷⁾. Für niedrige Stromstärken dürfen nur Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz verwendet werden⁸⁾. Von diesen Bestimmungen darf bei Spannungen unter 250 V aus besonderen Betriebsrücksichten abgewichen werden, sofern eine genügende Überwachung der Sicherungen gewährleistet ist.

2. Als niedrige Stromstärken gelten hier solche bis 60 A, doch soll für Stromstärken unter 6 A die Unverwechselbarkeit der Schmelzeinsätze nicht gefordert werden.

5) Ob und in welchen Fällen träge oder schnellwirkende Sicherungen zu verwenden sind, kann nicht festgelegt werden. Das hängt ganz von der Zweckbestimmung ab, hat aber mit dem Leitungsschutz an sich nur wenig zu tun.

6) Das Flicken von Schmelzsicherungen kann nicht mit derjenigen Zuverlässigkeit ausgeführt werden, wie diese bei neuen Schmelzsicherungen verlangt werden muß. Besonders gilt dies für die Kurzschlußsicherheit.

7) Die Unverwechselbarkeit ist also nur für Stromstärken von 6 bis 50 A gefordert, was sehr beachtlich ist! Stöpsel selbstschalter kommen für Bahnbetriebe kaum, wenigstens zur Zeit noch nicht in Frage. Die K.P.I./1928 sagen bezgl. der Sicherungen unter Berücksichtigung der für Bahnfahrzeuge zugelassenen Ausnahmebestimmungen folgendes (Absatz D § 46—54):

Normale Nennstromstärken für Sicherungssockel sind:

25 60 100 200 A.

Normale Nennspannungen für Sicherungssockel sind:

500 750 V.

Normale Nennstromstärken für geschlossene Schmelzeinsätze sind:

6 10 15 20 25 35 60 A.

Normale Nennspannungen für geschlossene Schmelzeinsätze sind:

500 750 V.

Über 60 A werden für Bahnfahrzeuge keine geschlossenen Schmelzeinsätze gefordert, die K.P.I. enthalten keine Bestimmungen für offene Schmelzeinsätze und die zugehörigen Sicherungssockel.

Eine Unverwechselbarkeit für die Spannung ist nicht gefordert, doch ergibt sich eine solche z. T. aus den Normungen für Sicherungspatronen bzw. aus der Systemanordnung.

Bei dieser Gelegenheit muß darauf hingewiesen werden, daß es bisher nicht gelungen ist, Sicherungspatronen für 750 V zu normen, weil keine Einigkeit zwischen den Lieferanten und den Verbrauchern erzielt werden konnte. Es wird von den Verbrauchern m. E. mit Recht, darauf hingewiesen, daß das Diazsystem, wie es für allgemeine Zwecke weitgehend zur Geltung gelangte, für Fahrzeugzwecke nur wenig geeignet ist. Das findet hauptsächlich seine Begründung in der mit der Spannung wachsenden Länge der Sicherungspatrone, wodurch zu große Gesamtbauhöhen entstehen, und in der nicht ausreichend massiven Durchbildung von Sicherungssockel, Sicherungspatrone und Stöpselkopf. Hier muß unbedingt Wandel geschaffen werden, vor allem muß mit der Ansicht gebrochen werden, daß alles das, was für allgemeine elektrotechnische Zwecke geeignet ist, auch ohne weiteres für Bahnzwecke, vor allem für Fahrzeuge geeignet ist!

8) Siehe Erläuterung 7).

e) Nennstromstärke und Nennspannung müssen sichtbar und haltbar auf dem Hauptteil der Sicherung sowie auf dem Schmelzeinsatz und der Paßschraube angegeben sein.

f) Der Schmelzraum geschlossener Sicherungen muß abgeschlossen sein und darf ohne besondere Hilfsmittel und ohne Beschädigung nicht geöffnet werden können.

Haben Stöpselköpfe eine Öffnung für einen Unterbrechungsmelder, so muß sie durch ein Fenster abgeschlossen sein⁹⁾.

3. Bei Schmelzsicherungen sollen die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen nicht unmittelbar den Kontakt vermitteln, sondern sie sollen mit Kontaktstücken aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall zuverlässig verbunden sein.

4. Schmelzsicherungen, die nicht spannungslos gemacht werden können, sollen so gebaut oder angeordnet sein, daß sie auch unter Spannung, gegebenenfalls mit geeigneten Hilfsmitteln, von unterwiesenen Personen gefahrlos ausgewechselt werden können.

g) Sicherungen müssen stets an der Stelle liegen, an der das zu schützende Leitungstück beginnt. Dieses ist bei Schraubstöpselsicherungen stets mit den Gewindeteilen zu verbinden¹⁰⁾.

5. Sicherungen sollen an einer den Berufenen leicht zugänglichen Stelle angebracht werden; sie sind tunlichst auf besonderer gemeinsamer Unterlage zusammenzubauen¹¹⁾.

h) Statt Sicherungen oder Selbstschalter dürfen auch Höchststromrelais in Verbindung mit Schützen benutzt werden. Die Schaltung muß verhindern, daß das Schütz nach dem Unterbrechen von selbst wieder einschaltet.

E. Fahrzeugheizung.

§ 17.

(Siehe auch §§ 3 und 12.)

Heizkörper für Fahrzeugheizung.

a) Heizkörper müssen so gebaut sein, daß die leitenden Teile durch ein metallenes Gehäuse geschützt sind¹⁾.

9) Ein Unterbrechungsmelder wird auch für die geschlossenen Schmelzeinsätze (Patronen) nicht unbedingt gefordert. Der Unterbrechungsmelder mag seine Vorteile haben, er trägt aber nicht dazu bei, den kurzschlußsicheren Bau der Patronen zu fördern, da das Ausblasen begünstigt wird.

10) Wie bereits erwähnt, ist die Erfüllung dieser Vorschrift bei Fahrzeuginstallationen nicht immer ganz einfach, besonders wenn man der Regel 5 nachkommen will. Bei Straßenbahnwagen wird man, da ja die Abzweigung der Lichtstromkreise vor der Hauptsicherung erfolgen muß, ein verhältnismäßig großes, ungeschütztes Leitungstück erhalten, das dann besonders sorgfältig verlegt werden muß; es wird auch notwendig sein, die Zuleitung zur Verteilung besonders stark zu wählen.

11) Diese Regel ist m. E. einwandfrei nur zu erfüllen durch Unterbringung der Sicherungen und Schalter in einem Schaltkasten.

§ 17.

1) Diese Vorschrift betrifft also nur die Schutzverkleidung, ohne daß hiermit gesagt ist, daß die Einbettung des zu Heizzwecken dienenden Widerstandskörpers abgeschlossen erfolgen muß, obgleich letzteres sicher anzuraten ist, da die unvermeid-

b) Bei Nennleistung darf die zugängliche Oberfläche des Heizkörpers keine die Umgebung gefährdende Temperatur annehmen²⁾). Das Gleiche gilt für die durch Öffnungen einer durchbrochenen Oberfläche austretende Luft.

c) Heizkörper müssen ein Leistungsschild tragen.

1. Die Nennleistung soll für Dauerbelastung angegeben sein. Heizkörper, die als Anlaßwiderstände der Fahrmotoren oder für eine andere aussetzende Regelungsart dienen, sollen außerdem die zur richtigen Benutzung erforderlichen Angaben enthalten.

d) Heizkörper müssen so gebaut oder bemessen sein, daß sie die an den Speisepunkten der Bahn normal auftretende erhöhte Spannung bei einem dauernden Aufenthalt des Fahrzeuges an einer solchen Stelle, ohne Schaden zu nehmen oder anzurichten, aushalten³⁾).

e) Heizkörper müssen so angebracht werden, daß die erzeugte Wärme durch die Luft abgeführt wird, ohne daß an benachbarten Gegenständen schädliche Erwärmungen entstehen. In der Nähe, besonders oberhalb befindliche brennbare Gegenstände sind entzündungssicher zu verkleiden⁴⁾).

f) Ortsveränderliche Heizkörper dürfen in Räumen, die den Fahrgästen zugänglich sind, nicht verwendet werden.

g) Koch- und Heizgeräte der Bauart, die für Hausgebrauch üblich ist, sind nur für Spannungen bis 250 V zulässig.

liche Ansammlung von zunderähnlichen, leicht brennbaren Stoffen sonst Brände herbeiführen könnte.

Bezgl. der Erdung der metallenen Schutzgehäuse gilt natürlich besondere Vorsicht. In diesem Falle wird man normalerweise mit einer Isolierung nicht auskommen, besonders wenn die Heizkörper auf dem Fußboden im Fußbereich der Fahrgäste stehen. Die in den Fahrzeugen unvermeidliche Feuchtigkeit verhindert eine einwandfreie Isolierung, andererseits ist eine wirksame anderweitige Unterbringung der Heizkörper kaum möglich.

Die „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen V.E.Hz./1925“ sollten sinngemäß Anwendung finden.

2) Das gilt besonders für elektrische Heizkörper, in welchen der Bremsstrom ausgenutzt wird. So wirtschaftlich an sich eine derartige Einrichtung ist, so schwierig ist andererseits die richtige Bemessung, besonders um Übertemperaturen zu vermeiden. Eine gewisse Speicherwirkung, allerdings unter Verwendung einer leichten Speicher-
 masse, könnte hier wünschenswerte Verbesserungen bringen. Bestimmte Temperatur-
 grenzen sind nicht angegeben, jedoch wird man sich im Straßenbahnwagen mit ver-
 hältnismäßig niedrigen Erwärmungen begnügen können, während bei Eisenbahnwagen
 weitergehende Wünsche der Fahrgäste erfüllt werden müssen.

3) Das gilt besonders für den Aufenthalt der Wagen in den Hallen! Hier kommt zu der hohen Spannung, wegen der Nähe des Kraftwerkes, noch ungünstig der Um-
 stand hinzu, daß der Luftwechsel mangelhaft ist. In den Wagenhallen wird vielfach
 seitens des Personals Mißbrauch in dieser Beziehung getrieben, ohne daß es bisher
 möglich war, entsprechende Schutzvorrichtungen zu finden. Hier hilft nur scharfe
 Überwachung und die Einhaltung entsprechender Verbote.

4) Bei der üblichen Anordnung von Heizkörpern unter den Sitzbänken ist es
 notwendig, dafür zu sorgen, daß sich die Wärme nicht in den Hohlräumen der Holz-
 bänke ansammelt, wie dies z. B. bei Straßenbahnquersitzen möglich ist. Am besten
 wird die Vorschrift in solchen Fällen durch Asbest- oder Asbestschieferverkleidungen
 erfüllt.

F. Leuchten und Zubehör.**§ 18.****Fassungen und Lampen¹⁾.**

a) Fassungen müssen für mindestens 250 V gebaut sein; ausgenommen sind solche für Kleinspannungen²⁾).

b) Bei Fassungen verwendete Isolierstoffe müssen dem im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhalten.

Die Strom führenden Teile der Fassungen dürfen, auch wenn sie keine Spannung gegen Erde führen, mit dem Gehäuse nicht leitend verbunden sein.

§ 18.

1) Maßgebend sind die „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928“ mit der Änderung zu § 58, die im Juli 1930 unter VDE 454a erschienen ist. Seiner Wichtigkeit wegen wird zunächst der § 58 der K.P.I. nachstehend im Wortlaut wiedergegeben:

„a) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Fassungen und Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein. Der Schutz gegen zufälliges Berühren muß auch während des Einsetzens und Herausnehmens der Lampen wirksam sein; Prüflehren nach DIN VDE 9617, Prüflehren für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel (Soffitenlampen) nach DIN VDE 9651 und 9652.“

Die Ergänzung, die übrigens im VDE-Vorschriftenbuch 18. Aufl. 1931 bereits berücksichtigt ist, lautet:

Zur Erfüllung der Forderung des § 58 a) können Fassungs-mantel und Berührungsschutzkragen aus einem oder mehreren Teilen bestehen.

Wenn Fassungs-mantel und Berührungsschutzkragen aus mehreren Teilen bestehen, darf der Berührungsschutzkragen vom Fassungs-mantel nur mittels Werkzeug abtrennbar sein, es sei denn, daß nach Entfernen des Berührungsschutzkragens die Gewindehülse oder das diese ersetzende Kontaktstück spannungslos wird oder nicht mehr zum Einschrauben der Lampe geeignet ist oder durch die Lampe nicht mehr unter Spannung gesetzt werden kann.

Von den Lampensockeln sind bisher genormt:

DIN VDE 9620 Edison-Lampensockel 27:

A 27 bis 100 W,

B 27 über 100 W bis 200 W.

DIN VDE 9625 Edison-Lampensockel 40 (frühere Bezeichnung: Sockel mit Edison-Goliathgewinde):

A 40 von 300 bis 750 W,

B 40 über 750 W.

Gebräuchlich sind ferner für Bahnzwecke Lampen mit Swansockel.

Ferner sind die Glühlampen für Straßenbahnwagen genormt unter:

DIN VDE 3250 vom Mai 1931.

Hauptdaten:

Leuchtkörper: Gewendelter Draht.

Sockel: Edison-Sockel A 27 nach DIN VDE 9620.

Lampenglas: Klar, außenmattiert oder innenmattiert.

Abmessungen:

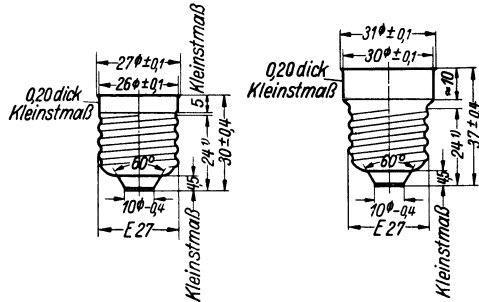
Watt	D	Maße in mm		
		h	a	
25	60	+ 2	60 + 3	D = Kolbendurchmesser h = Gesamtlänge
		95 - 3	-	
40	60	+ 2	60 + 3	a = Maß von Lampen- fuß bis Lichtschwer- punkt.
		95 - 2	-	
60	70	+ 2	65 + 3	
		105 - 3	-	

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 58.

Maße in mm	Watt			Watt		
	25	40	60	25	40	60
	Reihennummer			Lichtstrom etwa Hefner-Lumen		
100	26	40	60			
105	24	38	55			
110	22	36	55			
115	22	34	50			
120	20	34	50			
125	20	32	48			
130	19	30	46	230	320	610
135	19	30	44			
140	18	28	42			
145	17	28	42			
150	17	26	40			
155	16	26	38			
160	16	26	38			
170	15	24	36			
210	12	19	28			
220	11	18	28	205	370	610
230	11	17	26			
245	10	16	24			
260	10	16	24			

Die Reihennummer gibt den ungefähren Stromverbrauch in $\frac{A}{100}$ an.

Edison-Lampensockel 40 DIN VDE 9625



Es wird dringend empfohlen, sich dieser Normung besonders bei der Spannungsauswahl anzupassen.

Die innenmattierten Lampen, die im Bahnbetrieb erhebliche Vorteile bieten, weil dieselben nicht so sehr der Verschmutzung ausgesetzt sind, haben sich inzwischen vollkommen bewährt, z. T. wird ihnen allerdings noch eine kleinere Lebensdauer zugeschrieben.

Nutzbare Gewindelänge. Kleinmaß.
 Gewinde: Edison-Gewinde 27 nach DIN VDE 400,
 Lehren nach DIN VDE 401;
 Werkstoff: Gewindehülse und Kappe Messing, Stein,
 Glas, Porzellan.
 Lehre für Einschraubtiefe der Lampensockel nach
 DIN VDE 9611.

2) An sich genügen auch für Reihenlampen bei Stromkreisen über 250 V diese Fassungen von 250 V, da durch den Berührungsschutz, der in Absatz d) für Gleichstromspannungen über 250 V vorgeschrieben ist, genügende Sicherheit bei der Auswechslung von Lampen gegeben ist. Es muß aber sehr nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß trotz Einhaltung dieser Vorschriften vielfach Fassungen angeboten werden, die zwar für einfachste Hausinstallationszwecke, nicht aber den Anforderungen des Bahnbetriebes genügen. In Sonderheit ist auch zu berücksichtigen, daß die Verwendung von Fassungsader bei Spannungen über 250 V unzulässig ist, daß daher auch in die Reihenfassungen Gummiaderleitung von 1,5² mm eingeführt werden muß. Schon aus diesem Grunde ist es notwendig, geeignete Spezialausführungen für Bahnzwecke zu schaffen.

c) Die Strom führenden Teile der eingesetzten Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein. Der Schutz gegen zufälliges Berühren muß durch die Fassung während des Einsetzens und Herausnehmens der Lampen wirksam sein.

Die Berührungsvorrichtung darf ohne Zerlegung der Fassung in ihre Bestandteile nicht entfernt werden können³⁾.

Fassungen in Armaturen müssen entweder für sich oder zusammen mit den fest mit ihnen verbundenen Armaturteilen den Berührungsschutz gewährleisten. Glasschalen, Schirme und dgl. gelten nicht als Berührungsschutz⁴⁾.

d) Bei Wechselstrom darf für Beleuchtung keine höhere Spannung als 250 V gegen Erde verwendet werden.

In Gleichstromkreisen, die mit mehr als 250 V gegen Erde betrieben werden, müssen die äußeren Teile der Fassungen aus Isolierstoff bestehen, der alle Spannung führenden Teile der Berührung entzieht⁵⁾. Fassungen für Edison-Lampensockel 14 (Mignonsockel) sind in solchen Stromkreisen nicht zulässig.

e) Schaltfassungen sind nur für Spannungen bis 250 V zulässig⁶⁾.

§ 19.

Ortsfeste Beleuchtungskörper¹⁾.

a) Bei ortsfesten Beleuchtungskörpern sind die Bestimmungen in § 3 besonders zu beachten²⁾.

³⁾ Siehe Erläuterung 1).

⁴⁾ Das heißt also, auch bei geschlossenen Glasschalen ist der Berührungsschutz an der Fassung notwendig, um ein gefahrloses Auswechseln der Lampen zu ermöglichen. Dagegen ist es zulässig und zweckmäßig, die Fassung bei geschlossenen Beleuchtungskörpern sehr einfach zu halten.

⁵⁾ Dieser Isolierstoff muß, wie unter b) gesagt, allen Beanspruchungen standhalten, er muß also vor allem so fest sein, daß er auch bei rauen Beanspruchungen nicht bricht oder abbröckelt.

⁶⁾ Also auch für alle Reihenlampen kommen Schaltfassungen nicht in Frage.

§ 19.

1) Sinngemäß sind die „Vorschriften für elektrische Beleuchtungskörper für Nennspannungen bis 250 V“ VDE 502 vom Juli 1931 anzuwenden. Gemäß § 3 dieser Vorschriften gehören zur elektrischen Ausrüstung der Beleuchtungskörper folgende Bestandteile:

Fassungen:

Vorrichtung zur Befestigung der Fassungen am Beleuchtungskörper (Fassungsnippel).

Anschlußklemmen.

Leitungen:

Leitungen zum Einziehen in die Beleuchtungskörperleitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Beleuchtungskörper.

Aufhängevorrichtung.

Schalter.

Stecker.

2) Wenn der Einbau der Berührungsschutzfassung in den Beleuchtungskörper und die Leitungsverlegung so erfolgt, daß ein Übertritt von Spannung auf den metallenen Beleuchtungskörper praktisch ausgeschlossen ist, so ist eine Erdung der Beleuchtungskörper bei Spannungen bis 1500 V nicht erforderlich, besonders wenn der Beleuchtungskörper z. B. auf einer hölzernen Wand befestigt wird. Spannungen über

Ortsfeste Belechtungskörper müssen so befestigt sein, daß sie keine Bewegungen ausführen können. Aufhängung an den Zuleitungen (Schnurpendel) ist nicht zulässig.

b) Die Leitungen an und in Belechtungskörpern müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“ entsprechen. Fassungsadern dürfen nicht als Zuleitungen zu Belechtungskörpern verwendet werden³⁾.

c) Die Fassungen müssen an dem Belechtungskörper derart befestigt sein, daß beim Ein- oder Ausschrauben der Glühlampen kein Verdrehen der Fassung gegen den Nippel stattfindet.

d) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Belechtungskörpern müssen so beschaffen sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolation durchgezogen werden können⁴⁾.

1. Abzweigstellen in Belechtungskörpern sollen tunlichst zusammengefaßt werden. Die Verbindungen von Leitungen sollen durch Verschraubungen auf isolierender Unterlage oder Verlötlung hergestellt werden [vgl. § 22h) und i)].

e) Lampen und Laternen für Außenbeleuchtung müssen so gebaut sein, daß sich in ihnen Wasser nicht ansammeln kann.

§ 20.

Ortsveränderliche Belechtungskörper (Handleuchter, Stehleuchter)¹⁾.

a) Bei ortsveränderlichen Belechtungskörpern sind die Bestimmungen in § 3 besonders zu beachten²⁾.

Ortsveränderliche Belechtungskörper sind zur betriebsmäßigen Beleuchtung unzulässig. Zugelassen sind Handleuchter nur zum außerordentlichen Gebrauch unterwiesener Personen und nur für Spannungen bis 250 V (Ausnahme siehe § 25).

Ortsveränderliche Belechtungskörper sind bei Gleichspannungen bis

1500 V dürften auch bei Reihenlampen kaum verwendet werden. Bei der Erdung in oben geschildertem Falle kann unter Umständen die gegenteilige Wirkung erreicht werden. Bei Anbringung eines metallenen Belechtungskörpers, etwa eines Scheinwerfers auf der Blechwand erfolgt die Erdung von selbst, gegebenenfalls ist eine Verstärkungsleitung zu verlegen.

³⁾ Fassungsader ist bei Stromkreisen über 250 V auch in Reihenfassungen nicht zulässig!

⁴⁾ Siehe Erläuterung ³⁾. Das bedingt einen Sonderbau für diese Belechtungskörper.

§ 20.

1) Ortsveränderliche Belechtungskörper für Spannungen über 250 V dürften nur als Handleuchter in Frage kommen. Stehleuchter finden zwar in Speise- und Schlafwagen Verwendung, werden aber dort mit niedrigen Spannungen betrieben. Außerdem können Stehleuchter angewendet werden für Platzbeleuchtung bei Unfällen und dgl. im unmittelbaren Anschluß an die Fahrleitung. In solchen Fällen kommt Vorschrift a) dritter Absatz in Frage.

2) Da nach Vorschrift b) Körper und Griff von Handleuchtern aus Isolierstoff bestehen müssen, werden die Bedingungen des § 3 bez. des Berührungsschutzes leicht erfüllt. Siehe auch Erläuterung 1).

1500 V als behelfsmäßige Beleuchtung zum Anschluß an die Fahrleitung zugelassen³⁾).

b) Körper und Griff von Handleuchtern müssen aus Isolierstoff bestehen, der den im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhält. Metallene Griffauskleidungen sind verboten.

Handleuchter müssen so gebaut sein, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sind.

Die Einführungsstellen für die Leitungen müssen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen auch bei rauher Behandlung nicht zu befürchten ist. Die Verwendung von Werkstattsschnüren NWK und Gummischlauchleitungen NMH muß möglich sein.

c) Schaltfassungen in Handleuchtern sind nur bei Kleinspannungen zulässig.

d) Jeder Handleuchter muß je nach dem Verwendungszweck mit Schutzkorb oder -glas oder mit beiden Vorrichtungen versehen sein. Schutzgehäuse, Schutzkorb, Reflektor, Aufhängehaken, Tragbügel oder dgl. aus Metall müssen auf dem isolierenden Körper befestigt sein. Schutzgehäuse oder Schutzkorb und dgl. müssen so am Körper befestigt sein, daß sie sich nicht selbsttätig lösen.

e) Handleuchter müssen Einrichtungen haben, durch die das Eindringen von Feuchtigkeit an der Einführungsstelle der Leitungen sowie eine Verletzung der Leitungen verhindert ist.

G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

§ 21.

Blanke und isolierte Leitungen (einschließlich Bleikabel)¹⁾.

a) Blanke und isolierte Leitungen sowie Bleikabel und deren Verbindungs- und Abzweigarmaturen müssen eine für alle Betriebe praktisch vorkommenden Verhältnisse ausreichende mechanische Festigkeit und Spannungsfestigkeit haben; auch dürfen sie sich nicht unzulässig erwärmen²⁾.

3) Selbstverständlich sind auch hier die Bedingungen des § 3 bez. des Berührungsschutzes zu erfüllen. Wenn also metallene Schutzgehäuse verwendet werden, so ist ebenso zu verfahren, wie in Erläuterung 2) zu § 19 beschrieben.

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn auf diese Weise Baustellen beleuchtet werden, da solche Baulampen vielfach rauh behandelt werden. Man wird dafür sorgen müssen, daß diese Baulampen genügend hoch gehängt werden, um Zugriffe unbefugter Personen unmöglich zu machen.

Die Ausnahme nach § 25 gilt auch für Verwendung solcher ortsveränderlichen Leitungen bei Arbeiten auf dem Montagewagen.

§ 21.

1) Entsprechend dem Aufbau der V.E.B./1932 gilt der § 21 für alle Leitungen, die bei elektrischen Bahnen verwendet werden, indessen wird in diesem § 21 nur die Konstruktion der Leitungen selbst behandelt, während bezgl. der Verlegung in den Fahrzeugen der § 22 Geltung hat und für die Streckenanlagen der § 23 in Frage kommt. Da die Bestimmungen für blanke Leitungen in den V.S.F. behandelt sind, letztere aber beim § 23 näher erläutert werden, soll an dieser Stelle nicht auf diese blanken Leitungen eingegangen werden.

2) Für isolierte Leitungen gelten ab 1. Juli 1931 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1931“ und für Kabel „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K./1928“.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 62.

Das Inhaltsverzeichnis der V.I.L./1931 lautet:

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.

- § 1. Allgemeine Kennzeichnung.
- § 2. Beschaffenheit der Kupferleiter.
- § 3. Zusammensetzung der Gummihülle.
- § 4. Verwendungsbereich.
- § 5. Unterscheidung der Adern von Mehrfachleitungen.

II. Bau und Prüfung der Leitungen.

A. Leitungen für feste Verlegung.

- § 6. Gummiaderleitungen (NGA, WGAW).
- § 7. Sondergummiaderleitungen (NSGA).
- § 8. Rohrdrähte (NRA, NRG, NRU).
- § 9. Bleimantelleitungen (NBU, NBEU).
- § 10. Panzeradern.

B. Leitungen für Beleuchtungskörper.

- § 11. Fassungsadern (NFA, NFSA).
- § 12. Pendelschnüre (NPL, NPLR).

C. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Verbraucher.

- § 13. Gummiaderschnüre (NSA).
- § 14. Werkstattschnüre (NWK).
- § 15. Leichte Gummischlauchleitungen (NLH, NLHG).
- § 16. Mittlere Gummischlauchleitungen (NMH).
- § 17. Starke Gummischlauchleitungen (NSH).
- § 18. Sonderschnüre (NSGK).
- § 19. Hochspannungsschnüre (NHSGK).
- § 20. Aufzugsteuerleitungen (NFL, NFLG).
- § 21. Biegsame Theaterleitungen (NTK, NTSK).
- § 22. Leitungstrossen (NT).

III. Belastungstafel für gummiisolierte Leitungen.

Hierzu sind von Dr. Apt Erläuterungen in dritter Auflage erschienen.

Zunächst ist festzustellen, daß nach diesen Vorschriften für isolierte Leitungen nur Kupfer als Leiter zulässig ist! Das ist immerhin sehr wichtig, ist aber zweifellos berechtigt nach den schlechten Erfahrungen, die in bzw. seit der Kriegszeit mit Ersatzleitungsmaterial, z. B. Zink, gemacht worden sind. Dieses Kupfer muß den „Vorschriften für Leitungskupfer“ VDE 0504 entsprechen. Auf diese Vorschriften, die als Anhang beigefügt sind, wird hingewiesen:

Die isolierten Leitungen müssen den schwarzen Verbandskennfaden des VDE, ferner einen besonderen Firmenkennfaden enthalten. Bei Mehrfachleitungen sind nach § 5 der V.I.L./1931 außerdem die einzelnen Adern verschieden zu kennzeichnen.

Praktisch kommen für die Verwendung in Fahrzeugen folgende Leitungsarten in Betracht:

NGA	Gummiaderleitung von 1,5 bis 1000 mm ² bei 750 V.
NSGA	Sondergummiaderleitungen von 1,5 bis 300 mm ² bei
	2 3 6 10 15 und 25 kV.
NPA	Panzeradern für 1 kV.
NSH	Starke Gummischlauchleitungen für 1,5 bis 70 mm ² bei 750 V.
NHSGK	Hochspannungsschnüre für 1,5 bis 16 mm ² bei 1 kV.

Fassungsadern sind für Beleuchtungskörper z. B. in Straßenbahnwagen nicht zulässig, da dieselbe nur für Spannungen bis 250 V gebaut werden.

Auf die Konstruktionseinzelheiten der Leitungen soll nicht näher eingegangen werden, das ist aus den V.I.L. selbst ersichtlich.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 63.

Bezgl. der elektrischen Prüfung von Leitungen sei darauf hingewiesen, daß z. B. die NGA-Leitung nach 24stündigem Liegen unter Wasser von nicht mehr als $+ 25^{\circ}$ C während $\frac{1}{2}$ h eine Wechsellspannung von 2 kV bei 50 Hz oder einer Gleichspannung von 2,8 kV zwischen den Leitern und zwischen Leiter und umgebenden Wasser widerstehen muß. Die Gleichspannungsprüfung muß mit einer Stromquelle von mindestens 2 kW erfolgen.

Betriebspannung kV	Prüfspannung kV
2	4
3	6
6	10
10	15
15	23
25	35

Für die NSGA-Leitungen gelten in entsprechender Weise nebenstehende Wechsel-Prüfspannungen.

Für die NSH-Leitungen ist als Prüfspannung eine Wechsellspannung von 3 kV zu verwenden, für die NHSGK-Leitungen eine solche von 4 kV.

Das Inhaltsverzeichnis der V.S.K./1928 lautet:

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.

§ 1. Beschaffenheit der Leiter.

II. Bauart und Prüfung der Bleikabel.

A. Gummibleikabel.

§ 2. Normale Gummibleikabel.

§ 3. Gummibleikabel für Reklamebeleuchtung.

B. Papierbleikabel.

§ 4. Allgemeines.

§ 5. Einleiter-Gleichstrombleikabel bis 1 kV.

§ 6. Einleiter-Wechselstrombleikabel.

§ 7. Verseilte Mehrleiterbleikabel.

C. Prüfungen.

§ 8. Prüfung der Einleiter-Gleichstrombleikabel bis 1 kV.

§ 9. Prüfung der Einleiter-Wechselstrom- und verseilten Mehrleiterkabel.

D. Belastungstafeln.

§ 10. Für Gummibleikabel.

§ 11. Für Papierbleikabel.

§ 12. Für Einleiter-Wechselstrombleikabel.

§ 13. Für Kabel mit Aluminiumleiter.

Da die Kabel in der Hauptsache als Speiseleitungen Verwendung finden, eine Abweichung gegenüber den Kabeln für allgemeine Zwecke also nicht besteht, kann auf ein weiteres Eingehen auf die einzelnen Bestimmungen verzichtet werden.

Über die Verlegungsweise der Kabel selbst [siehe auch Erläuterung 21) zu § 23] sind besondere Vorschriften oder dgl. nicht erlassen. Bez. der Einordnung von Kabelleitungen in die öffentlichen Straßen ist ein Norm-Straßenprofil entworfen mit der Bezeichnung:

Richtlinien für die Einordnung und Behandlung der Gas-, Wasser-, Kabel- und sonstigen Leitungen und Einbauten bei der Planung öffentlicher Straßen

DIN 1998*
v. Oktober 1931

I. Einordnung der Leitungen in den Straßenkörper.

Zur Einschränkung der den Verkehr hemmenden Aufgrabungen des Fahrweges sind grundsätzlich alle Hausversorgungsleitungen in den Gehwegen und die Hauptspeiseleitungen im Fahrweg unterzubringen. Hauptspeiseleitungen dürfen nur dann vorübergehend in den Gehwegen untergebracht werden, wenn deren Breite zur Unterbringung sämtlicher vorhandenen und zukünftig zu erwartenden Hausversorgungsleitungen nicht völlig beansprucht wird.

* Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normenblattes im DIN-Format A 4, das durch den Beuth-Verlag G.m.b.H., Berlin S 14, Dresdner St. 97, zu beziehen ist.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 64.

Die Entfernungen werden von der Achse bzw. Mitte des Rohres, Kabels, Kanals oder Gleises gemessen.

Als Straßenbreite gilt der Abstand der Straßenfluchtlinien (Straßenlinien).

1. Postkabel und Postkabelkanalanlagen einschließlich der dazu erforderlichen Kabelschächte kommen in den Gehweg in 0,75 m axialer Entfernung von der Straßenfluchtlinie nach Zeichnung mit möglichst nicht unter 0,40 m Deckung und im allgemeinen bis 0,85 m Tiefe zu liegen. Zeigt sich in Ausnahmefällen das Bedürfnis, noch 2 oder mehr Kabelkanäle darunter zu legen, so muß zwischen oberer, mittlerer und unterer Lage ein Zwischenraum von je mindestens 0,20 m verbleiben.

2. Kabel für Feuerwehr und Polizei sind in den Gehweg nach Zeichnung in 1,75 m axialer Entfernung von der Straßenfluchtlinie in stehender Anordnung der Kabelkanäle mit etwa 0,45 m Deckung zu legen.

3. Gasleitungen für die Hausversorgung sind in den Gehweg nach Zeichnung in 2,35 m axialer Entfernung von der Straßenfluchtlinie und mit mindestens 1,00 m Deckung zu verlegen.

Hauptspeiseleitungen sind in die eine Seite des Fahrweges in mindestens 2,50 m axialer Entfernung von der Bordsteinkante und mit mindestens 1,00 m Deckung zu legen.

4. Stromleitungen für Hausversorgung und Hauptspeisekabel sind in den Gehweg nach Zeichnung in 3,10 oder 3,28 m axialer Entfernung von der Straßenfluchtlinie mit 0,60 bis 0,80 m Deckung und bis höchstens 1,30 m Tiefe zu legen.

Straßenkreuzungen der Kabel sind in geschlossene Röhre zu verlegen. Ein oder mehrere Vorratsröhren, die durch Stopfen zu schließen sind, sind zugleich mit einzubauen.

5. Wasserleitungen für Hauswasserversorgung sind in den Gehweg nach Zeichnung in 3,88 oder 4,23 m axialer Entfernung von der Straßenfluchtlinie mit mindestens 1,50 m Deckung zu legen. Hauptspeiseleitungen sind in die vom Gaswerk nicht beanspruchte Seite des Fahrweges in etwa 1,20 m axialer Entfernung von der Bordsteinkante mit mindestens 1,50 m Deckung zu legen.

6. Speisekabel der Straßenbahn sowie Straßenbeleuchtungskabel sind in den Gehweg in Verbindung mit den Stromleitungen für Hausversorgung zu verlegen, jedoch so, daß die Speisekabel der Straßenbahn nach der Seite des Bordsteines zu liegen kommen.

7. Kanalleitungen sind im allgemeinen in die Fahrbahn zu legen, bei Straßenbahngleisen nicht unter diese. Bei genügend breiten Straßen sind je zwei Kanäle für Brauch- und einer für Regenwasser anzuordnen. Bei sehr breiten Gehwegen können erstere auch in diesen untergebracht werden.

8. Ferngasleitungen sind in den Fahrweg zu legen.

9. Für Straßenbahnanlagen bestehen besondere Richtlinien beim Verband Deutscher Verkehrsverwaltungen¹, die dort angefordert werden können.

10. Tankanlagen sind in Hauptstraßen nur auf privatem Grund so unterzubringen, daß deren Benutzung nicht verkehrshindernd wirkt.

11. Zubehörungen der Straßen oder der Anlagen, wie Straßenbahnmaste, Beleuchtungsmaste, Anschlagssäulen, Kabelverzweiger, Feuermelder, Schaltsäulen für Verkehrslichtsignale, Überflurhydranten, Zapfstellen von Tankanlagen und sonstige Einrichtungen sind so aufzustellen, daß zwischen Bordkante und ihnen ein lichter Raum von 0,65 m verbleibt.

Baumpflanzungen sind im allgemeinen nur bei Gehwegen von über 6,00 m Breite zulässig. Der Abstand der Baumachse von der Bordsteinkante soll mindestens 1 m betragen.

In Städten mit engen, bereits ausgebauten Straßen und schmalen Gehwegen wird bei Neubauten eine besondere Vereinbarung nach mündlicher Verhandlung an Ort und Stelle zwischen den beteiligten Verwaltungen sowie Interessenten notwendig sein.

II. Behandlung der Leitungen und Gleisanlagen in den Straßen.

Als oberster Grundsatz muß gelten, daß alle in den Straßen verlegten Leitungen und Gleisanlagen nicht nur geduldet werden, sondern gleichberechtigte Glieder des Straßenbaues bilden und daher den gleichen Schutz wie die Einrichtungen der Straßenbauverwaltung — Kanäle, Sinkkasten, Kanalanschlüsse, Baumpflanzungen usw. — genießen.

¹ Berlin W 62, Wichmannstr. 19.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 65.

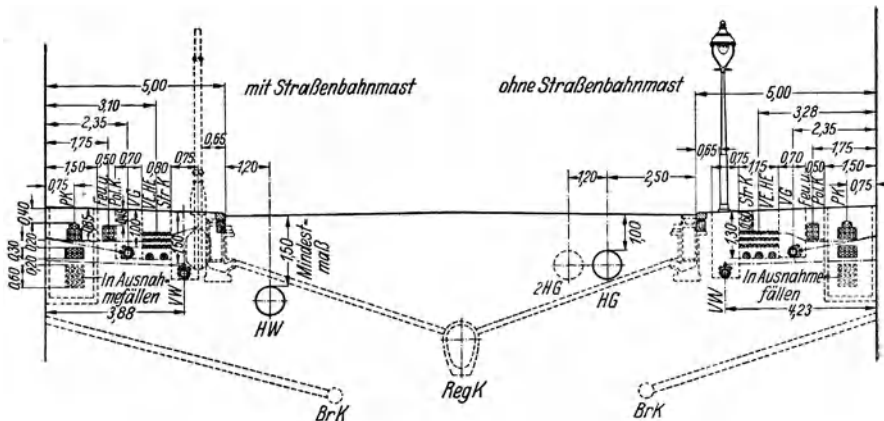
Es ist daher, unbeschadet bestehender Gesetze, von jeder der beteiligten Verwaltungen darauf zu achten, daß bei Arbeiten ihres Bereiches die Anlagen der anderen nicht gestört oder beschädigt werden.

Bei Ausführung von Arbeiten durch Unternehmer sind diese vertraglich zu verpflichten, daß sie für alle durch sie verursachten Schäden, auch Dritten gegenüber, haften.

III. Verwaltungsverfahren bei Neuanlagen oder Veränderungen.

Zur Vornahme von Arbeiten auf öffentlichem Grunde darf nur nach eingeholtem Einverständnis der Bauverwaltung das Straßenpflaster oder die sonstige Befestigung der Straßenoberfläche aufgebrochen oder der Grund aufgedrungen werden.

Bauvorhaben der einen Verwaltung sind den anderen so rechtzeitig bekanntzugeben, daß diesen die Möglichkeit offensteht, ohne Überstürzung damit zusammenhängende Entwürfe zu bearbeiten, den zuständigen Körperschaften zur Genehmigung zu unterbreiten und die nötige Materialbeschaffung rechtzeitig durchzuführen.



PK = Postkabel und Postkabelkanalanlagen, Feu. u. Pol. K. = Kabel für Feuerwehr und Polizei, VG = Gasleitungen für die Hausversorgung, VE.HE. = Stromleitungen für Hausversorgung und Hauptspeisekabel, Str. K. = Speisekabel für Straßenbahn sowie Straßenbeleuchtungskabel, VW = Wasserleitungen für Hauswasserversorgung, HW = Hauptspeiseleitung für Wasser, HG = Hauptspeiseleitung für Gas (Ferngasleitung),
 Br. K. = Brauchwasserkanal } Dargestellte Lage und Höhe nicht
 Reg. K. = Regenwasserkanal } als „Norm“ maßgebend.

Der Ausführungsbeginn ist den anderen Verwaltungen so rechtzeitig anzukündigen, daß andere Arbeiten noch erledigt werden können, so z. B. Rohrverlegung vor Pflasterung, Herstellung der Packlage, Hausanschlüsse usw.

Fehlen bei älteren Anlagen Ausführungspläne oder sind aus vorhandenen keine ausreichenden Angaben zu erhalten, so hat die bauausführende Verwaltung sich durch Probebohrungen zu vergewissern, ob die in Aussicht genommene Lage von Rohrleitungen oder sonstigen Hindernissen frei ist. Ohne ausdrückliches Einverständnis der Straßenbauverwaltung ist eine Abänderung der angewiesenen Lage nicht gestattet.

Zur leichteren Durchführung dieser Verwaltungsverfahren wird empfohlen, jedes Jahr in den Monaten Dezember oder Januar jeweils durch eine von der Straßenbauverwaltung einzuberufende gemeinsame Besprechung aller Beteiligten die für das kommende Jahr geplanten Neubauten zu klären und deren Bauausführung zeitlich festzulegen. Unter Umständen kann auch eine schriftliche Verständigung genügen.

IV. Befugnis zur Ausführung von Arbeiten auf öffentlichem Grunde.

Der Grundsatz, daß jegliche Arbeit auf öffentlichem Grunde des vorherigen Einverständnisses durch die Straßenbauverwaltung bedarf, kann nur durchbrochen werden, wenn Gefahr im Verzuge ist, z. B. bei Rohrbrüchen und Kabeldurchschlägen. In solchen

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die isolierten Leitungen den V.I.L. und die Bleikabel den „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“ entsprechen³⁾.

b) Die Anforderungen bezüglich Vermeidung unzulässiger Erwärmung von Kupferleitungen gelten als erfüllt, wenn die folgenden Regeln über die Strombelastung eingehalten werden [vgl. § 2g)].

2. Bei Dauerbetrieb dürfen isolierte Leitungen und Schnüre aus Leitungskupfer mit den in der nachstehenden Tafel, Spalte 2, verzeichneten Stromstärken belastet werden.

Für blanke Kupferleitungen bis 50 mm², die dauernd belastet sind, gelten gleichfalls die Werte der Tafel, Spalten 2 und 3. Auf blanke Kupferleitungen über 50 mm² sowie auf Fahr- und Freileitungen, ferner auf isolierte Leitungen für aussetzende Betriebe finden die Bestimmungen der Spalten 2 und 3 keine Anwendung. Solche Leitungen sind in jedem Falle so zu bemessen, daß sie durch die im Betrieb vorkommenden Ströme keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen (vgl. Regel 3).

Für die Belastung von Bleikabeln gelten die in den V.S.K. enthaltenen Bestimmungen⁴⁾.

Fällen ist die Straßenbauverwaltung zunächst durch Fernsprecher zu verständigen und baldtunlichst das schriftliche Einverständnis nachzuholen.

Im Interesse der Gleichmäßigkeit und Richtigkeit der Arbeitsausführung, der Ersparnisse an Arbeitszeit und an Aufsichtskosten soll grundsätzlich jede Verwaltung ihre Aufbruch- und Erdarbeiten mit eigenen oder von ihr beauftragten Leuten ausführen; die Wiederherstellung der Straßendecke bleibt besonderem Abkommen mit der Straßenbauverwaltung überlassen. Bei größeren und schwierigeren Bauausführungen kann auf Kosten der bauenden Verwaltung, aber mit deren Einverständnis eine besondere Aufsicht seitens der Straßenbauverwaltung angeordnet werden.

V. Verfahren vor der Planfestsetzung von Bbauungsplänen.

Bei der Aufstellung von Bbauungsplänen sind in Sonderfällen die Unterbringungs-möglichkeiten für die Leitungen, Kabel, Kanäle und Gleisanlagen im Einvernehmen mit den zuständigen Betriebsverwaltungen und mit den Telegraphenbauämtern zu prüfen.

Deutscher Städtetag
 Vereinigung der Bauverwaltungen Deutscher Städte
 Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e. V.
 Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V.
 Verband Deutscher Verkehrsverwaltungen e. V.
 Reichsverein Deutscher Feuerwehringenieur e Reichspostzentramt

Oktober 1931.

3) Siehe Erläuterung 2).

4) Da in der Hauptsache für die Speiseleitungen Einleiterkabel in Frage kommen, sei nachstehend die Belastungstafel für die Einleiterbleikabel (Papierbleikabel) bis 15 kV aus den V.S.K. angegeben (S. 68).

Den Belastungszahlen ist eine Leitertemperatur von + 25° C bei der Verlegung eines Kabels in der üblichen Verlegungstiefe von 70 cm in Erde zugrunde gelegt.

Liegen mehrere Kabel nebeneinander, so sind die Werte wie folgt zu vermindern, und zwar fand die Errechnung für den üblichen lichten Abstand der Kabel in Ziegelsteinstärke statt.

Anzahl der Kabel . .	2	4	6	8
Verminderung auf %	90	80	75	70

Bei der Verlegung der Kabel in Luft ist es empfehlenswert, die Kabel nur mit 25% der oben angegebenen Werte zu belasten. Bei Verlegung in Kanälen oder in Röhren ist eine Verminderung um 10% zweckmäßig.

3. Bei aussetzendem Betriebe gelten im allgemeinen als zulässige Strombelastungen die Werte in Spalte 4. Diese sind für Leitungen von 10 mm² aufwärts etwa 40% höher als die Werte in Spalte 2. Diese Erhöhung ist aber nur zulässig, wenn die relative Einschaltdauer 40% und die Spieldauer 10 min nicht überschreiten. Bedingt die häufige Beschleunigung größerer Massen bei Bemessung des Motors einen Zuschlag zur Beharrungsleistung, so ist dementsprechend der Leitungsquerschnitt zu vergrößern⁵⁾.

In diesen Stromkreisen soll die Nennstromstärke der Schmelzsicherung höchstens das 1,5fache, die Auslösestromstärke des Selbstschalters höchstens das 3fache der nach Spalte 4 zugelassenen Stromwerte betragen.

Bezgl. der Absicherung von Kabeln ist folgendes zu beachten:

Gemäß V.E.S. 1 § 14 a) sind Leitungen durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter zu sichern. Diese Vorschrift bezieht sich gemäß V.E.S. 1. § 14 l) aber nicht auf Freileitungen, Bleikabel im Erdboden usw.

Eine Absicherung der Kabel wird also an sich nicht gefordert! Die Absicherung an der Austrittsstelle im Kraftwerk wird aber notwendig sein, um einen wirksamen Maschinenschutz zu erreichen. Infolgedessen muß die elektrische Festigkeit des Speisekabels so groß sein, daß die betriebsmäßig auftretenden Stromstärken keine unzulässige Erwärmung des Leiters herbeiführen. Es liegt nun in der Natur des Bahnbetriebes, daß mit einer Dauerstrombelastung im Sinne des § 2 k) nicht gerechnet werden kann, auch die Auslegungen für aussetzende oder kurzzeitige Betriebe treffen nicht zu. Vielmehr wird es betriebsmäßig vorkommen, daß verhältnismäßig hohe Stromstöße auftreten, daß aber andererseits Überlastungen von längerer Dauer nicht zu vermeiden sind, besonders beim Ausfall benachbarter Speiseleitungen aus irgendwelchem Grunde. Dieser Bedingung kann nicht nur durch reichliche Bemessung der Kabel Rechnung getragen werden, und es genügt auch nicht ein Selbstschalter, der nur bei hohen Überlastungen bzw. Kurzschluß auslöst, sondern es muß durch Anordnung eines Schutzes, der den zeitweise auftretenden Überlastungen des Kabels Rechnung trägt, für die Sicherheit des Kabels gesorgt werden. Siehe auch Erläuterung 21) zu § 23.

5) Das bezieht sich auf die Fahrzeugmotoren selbst. Die relative Einschaltdauer (% ED) ist das 100fache Verhältnis der Summe der Einschaltzeiten zur Summe der Einschaltzeiten + Summe der stromlosen Pausen, bezogen auf eine Stunde flotten Betriebes

$$\% \text{ ED} = \frac{\text{Einschaltzeiten}}{\text{Einschaltzeiten} + \text{stromlose Pausen}} \cdot 100$$

Um die Leitungsquerschnitte und die Stärke der Sicherungen zu bemessen, ist zunächst die relative Einschaltdauer festzustellen. Sie ergibt sich aus der Art des Betriebes. Überschreitet sie nicht 40%, so ist für den von der Betriebsart geforderten Vollstrom der Spalte 4 der notwendige Querschnitt der Leitung aus Spalte 1 zu entnehmen.

Überschreitet die relative Einschaltdauer den Betrag von 40%, so sind besondere Überlegungen anzustellen und die Querschnitte entsprechend zu verstärken.

Querschnitt mm ²	Höchste dauernd zulässige Stromstärke in A bei Ver- legung in Erd- boden
1,5	31
2,5	41
4	55
6	70
10	95
16	130
25	170
35	210
50	260
70	320
95	385
120	450
150	510
185	575
240	670
300	760
400	910
500	1035
625	1190
800	1380
1000	1585

4. Bei kurzzeitigem Betrieb gelten die unter 2 genannten Regeln für aussetzenden Betrieb, jedoch sind Belastungen nach Spalte 4 nur zulässig, wenn die Dauer einer Einschaltung 4 min nicht überschreitet, anderenfalls gilt Spalte 2.

1	2	3	4
	Dauerbetrieb		Aussetzender Betrieb
Querschnitt	Höchstzulässige Stromstärke	Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung	Höchstzulässige Stromstärke
mm ²	A	A	A
1,5	14	10	14
2,5	20	15	20
4	25	20	25
6	31	25	31
10	43	35	60
16	75	60	105
25	100	80	140
35	125	100	175
50	160	125	225
70	200	160	280
95	240	200	335
120	280	225	400
150	325	260	460
185	380	300	530
240	450	350	630
300	525	430	730
400	640	500	900
500	760	600	—
625	880	700	—
800	1050	850	—
1000	1250	1000	—

5. Leitungen für Fahrmotoren sollen für ihre mittlere Stromstärke (zeitlicher quadratischer Mittelwert) so bemessen werden, daß die Belastungen nach Spalte 2 nicht überschritten werden⁶⁾.

6. Der geringstzulässige Querschnitt beträgt 1,5 mm² 7). Zur Sicherheit gegen Bruch sollen Leitungen, die für den Fahrbetrieb wichtig sind (wie Steuerleitungen), nicht unter 2,5 mm² gewählt werden.

7. Bei Verwendung von Leitern aus anderen Metallen als Kupfer sollen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl die mechanische Festigkeit wie die Erwärmung durch den Strom den für Leitungskupfer gegebenen Querschnitten entsprechen⁸⁾.

6) Die Bemessung der Leitungen nach dieser Vorschrift enthält erhebliche Sicherheiten, besonders wenn die in den Erläuterungen von Dr. Apt angegebenen Berechnungsangaben für aussetzende Betriebe verglichen werden.

7) Die D.R. verlangt übrigens als geringsten zulässigen Querschnitt 2,5 mm² und für alle Querschnitte vieldrähtige Leitungen. Besonders muß bei der Konstruktion der Beleuchtungskörper auf diese Vorschrift geachtet werden, zumal die Verwendung von Fassungsader nicht gestattet ist.

8) Siehe Erläuterung 2). Die Verwendung von Leitern aus anderen Metallen kommt also nur für blanke Leitungen in Frage. Dabei scheidet Zinkleitung für die Verwendung in Fahrzeugen infolge der gemachten schlechten Erfahrungen aus.

§ 22.

Leitungsverlegung bei Fahrzeugen¹⁾.

a) Festverlegte Leitungen²⁾ müssen durch ihre Lage oder durch besondere Verkleidung gegen mechanische Beschädigung, Verschmutzung und Feuchtigkeitseinflüsse geschützt sein³⁾, soweit sie unter Spannung gegen Erde stehen, ist im Handbereich stets eine besondere Verkleidung zum Schutz gegen mechanische Beschädigung erforderlich (Ausnahme siehe § 25⁴⁾).

1. Mechanisch widerstandsfähige Rohre gelten als Schutzverkleidung⁵⁾.

§ 22.

1) Von der Festlegung von Vorschriften für die Verlegung von anderen Bahnleitungen ist abgesehen worden, weil diese Verlegungsarten mehr oder weniger denjenigen angepaßt werden können, die unter die V.E.S. 1. oder 2 fallen. Siehe auch Erläuterung 21) zu § 23.

2) Festverlegte Leitungen im Gegensatz zu ortsveränderlichen [siehe § 22 h) und i)] können offen auf Isolierkörpern, wie Isolatoren, Klemmen, Rollen, wie auch in Rohr, als Kabel usw. verlegt werden. Nähere Vorschriften sind in den nachfolgenden Abschnitten gegeben.

3) In Fahrzeugen wird die Gefahr der mechanischen Beschädigungen immer besonders groß sein, das tritt schon in Erscheinung beim Fahrzeugbau selbst. Das elektrotechnische Verständnis der Fahrzeugfabriken (Waggonfabriken) ist nicht sehr stark entwickelt, so daß ungenügende sachverständige Aufsicht bei der Leitungsverlegung zu großen Unannehmlichkeiten im Betriebe führen kann. Zu erinnern ist hierbei nur an die Verletzungen der Leitungsisolierung bei der Verschraubung der Abdeckleisten usw. Für genügend große Abstände der Befestigungsschrauben von der Leitung selbst ist unbedingt Sorge zu tragen. Dasselbe gilt für die Abhaltung von Feuchtigkeitseinflüssen, der leider immer noch viel zu wenig Wert beigelegt wird. Besonders gefährdete Stellen sind hier die Knickpunkte im Wagenkasten bzw. die Hochführungen in Wagenwänden usw. Vielfach genügt hier eine ausreichende Lüftung, die allerdings wiederum zu Staubansammlungen führen kann. Letztere sind aber ihres Einflusses auf die Isolierhülle wegen unbedingt zu vermeiden. Auch das Vergießen der Leitungen ist vielfach nur ein zweifelhaftes Mittel. Man sollte viel mehr als bisher auf einen Feuchtigkeitsschutz der Leitungen selbst bedacht sein. Daher ist es auch zu empfehlen, die fertig verlegten Leitungen mit einem guten Isolierlack zu streichen und dieses Streichen bei den Fahrzeuguntersuchungen zu wiederholen. Vor allem ist es auch dringend erforderlich, starke Leitungskrümmungen um Fahrzeugteile, besonders eiserne herum zu vermeiden.

4) Gemäß § 25 a) kann in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen von diesem Schutz Abstand genommen werden. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind nach § 2 i) solche, die unter Verschuß gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf. Gemäß § 25 b), c) und d) gelten auch als abgeschlossene Betriebsräume der Raum unter dem Wagenfußboden, das Dach, ferner geschlossene Aufbauten von Fahrzeugen, die im ordnungsmäßigen Betriebe nicht zugänglich sind, außerdem die Maschinenräume von Lokomotiven, auch wenn diese nicht unter Verschuß gehalten werden. Als Handbereich ist in Fahrzeugen unter gewöhnlichen Umständen das gesamte Innere anzusehen.

5) Papierrohre ohne oder mit einfachem Blechmantel können nicht als mechanisch widerstandsfähige Rohre für Fahrzeuginstallation angesehen werden. In Frage kommen nur Stahlpanzerrohre bzw. Stahlrohre ohne Isolationseinlage. Rohrdrähte und Bleimantelleitungen sind nur bis 250 V zulässig, kommen also nur in seltenen Fällen in Frage (siehe auch Regel 7).

b) Metallene Schutzrohre für Leitungen dürfen nicht als betriebsmäßige Leitungen benutzt werden; sie unterliegen den Bestimmungen über Schutzerdung (vgl. § 3)⁶⁾.

Sind Rohrdrähte und kabelähnliche Leitungen mit einem unmittelbar unter dem Mantel angeordneten und mit diesem leitend verbundenen blanken Draht (Beidraht) versehen, so kann dieser als Erdungsleitung, bei Rohrdrähten als Rückleitung, benutzt werden⁷⁾.

c) Ungeerdete blanke Leitungen dürfen nur auf zuverlässige Isolierkörper verlegt werden. Sie sind auf Fahrzeugen nur in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen (vgl. § 25) zulässig⁸⁾.

2. Zur Stützung blanker Schienen in Innenräumen oder Leitungskanälen darf bei Betriebsspannungen bis 1500 V Holz verwendet werden, sofern an den Stützstellen ausreichend isolierende Kappen oder Umhüllungen vorgesehen sind.

d) Ungeerdete blanke Leitungen, mit Ausnahme unausschaltbarer gleichpoliger Parallelzweige, müssen in einem der Spannweite, der Stärke der Leitung, der Spannung und dem Strom angemessenen Abstand voneinander und von anderen Metallteilen des Fahrzeuges entfernt sein⁹⁾.

e) Isolierte Leitungen ohne metallene Schutzhülle (Gummiaderleitungen) dürfen auf Fahrzeugen ohne Isolierkörper verlegt werden, und zwar in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen offen, in anderen Räumen in widerstandsfähigen metallenen Rohren oder in feuer- und entzündungssicher geschützten metallenen Kanälen.

In Fahrzeugen solcher Bahnen, aus denen Personen auf der Strecke gefahrlos in das Freie gelangen können, dürfen jedoch isolierte Leitungen unmittelbar auf Holz verlegt und mit Holz verkleidet werden¹⁰⁾.

3. Leitungen sollen in der Regel so verlegt werden, daß sie ausgewechselt werden können.

4. Die Befestigungsmittel der Leitungen sollen im allgemeinen Metallschellen sein, jedoch wird auch Holz, nötigenfalls in Verbindung mit Metallen, besonders für Wechselstromleitungen bei großen Stromstärken, zugelassen. Die Isolierstoffe sollen durch die Befestigungsmittel nicht eingedrückt werden¹¹⁾.

5. Nebeneinander verlaufende Leitungen dürfen zu Bündeln zusammengefaßt werden; die Zusammenfassung soll so erfolgen, daß ein Verschieben der Leitungen gegeneinander verhindert wird. Empfohlen wird, das Bündeln auf Leitungen für schwache Ströme zu beschränken und besonders Leitungen

6) Eine bestimmte Verpflichtung zur Erdung solcher metallenen Schutzrohre besteht nur bei Spannungen über 1500 V. Es darf wohl aber als empfehlenswert angesehen werden, auch bei niedrigeren Spannungen diese Erdung vorzunehmen.

7) Rohrdrähte sind nur für Spannungen bis 250 V zulässig.

8) Siehe Erläuterung 4).

9) Bestimmte Maße sind nicht angegeben, während die V.E.S. 1. § 21, Regel 2 folgendes sagen:

Ungeerdete blanke Leitungen sollen in der Regel bei Spannweiten von mehr als 6 m mindestens 20 cm, bei Spannweiten von 4 bis 6 m mindestens 15 cm, bei Spannweiten von 2 bis 4 m mindestens 10 cm und bei kleineren Spannweiten mindestens 5 cm von der Wand oder von Gebäudeteilen entfernt sein.

Diese Angaben sollten immerhin als Anhalt dienen.

10) Z. B. Straßenbahnwagen, in denen die Holzverkleidung nach wie vor zulässig ist.

11) Hierauf ist bereits unter Erläuterung 3) hingewiesen.

der Fahrstromkreise einzeln zu befestigen, derart, daß die getrennte Lage gesichert ist.

6. Kanäle für Leitungen sollen so angeordnet und hergestellt werden, daß eine Ablagerung von Staub und brennbaren Teilen auf den Leitungen möglichst vermieden wird. Die Abdeckungen der Kanäle sollen möglichst auf der ganzen Länge abnehmbar sein, damit die Leitungen zugänglich sind. Zur Ausbildung der Kanäle dürfen Teile der Fahrzeuge (Fußböden, Träger, Wände) benutzt werden¹²).

7. Rohre sollen möglichst dickwandige Stahlrohre sein. Sie sollen so beschaffen sein, daß die Isolation der Leitungen beim Einziehen nicht beschädigt wird¹³).

8. Bei Rohrverlegung sollen Leitungen für starke Ströme, besonders für die Fahrstromkreise, tunlichst einzeln verlegt werden; Leitungen für schwache Ströme dürfen auch zu mehreren gemeinsam in einem Rohr verlegt werden.

Im allgemeinen sollen die lichte Weite sowie die Anzahl und der Halbmesser der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Leitungen einziehen und entfernen kann. Von der Auswechselbarkeit der Leitungen kann abgesehen werden, wenn die Rohre offen verlegt und jederzeit zugänglich sind. Die Rohre sollen auf der zu schützenden Leitungslänge keine Unterbrechungen haben. An den freien Enden sollen die Rohre umgebördelt und entgratet werden¹⁴).

9. Leitungen sollen in Wechselstromanlagen nur dann in Rohren verlegt werden, wenn keine bedenkliche Erwärmung der Rohre zu befürchten ist.

10. Durch Wände, Decken, Fußböden sollen die Leitungen so geführt werden, daß sie gegen Feuchtigkeit, mechanische und chemische Beschädigungen sowie Oberflächenleitung genügend geschützt sind.

11. Für den Abfluß des in Rohren und Kanälen auftretenden Kondenswassers ist Sorge zu tragen.

f) Die Verbindung von Leitungen untereinander sowie die Abzweigung von Leitungen dürfen nur durch Lötung, verlötete Spleißung oder Verschraubung bewirkt werden¹⁵).

12) Wie bereits erwähnt [siehe Erläuterung 3)], muß jedoch mehr als bisher auf sachgemäße Durchbildung dieser Kanäle schon beim Entwurf des Wagenkastens usw. geachtet werden. Besonders sind scharfe Krümmungen, Ecken und Kanten im Interesse der Schonung der Leitungsisolierung unbedingt zu vermeiden.

13) Siehe Erläuterung 5).

14) Es können selbstverständlich auch Endtüllen aus Isoliermaterial Verwendung finden.

15) Die Erläuterungen von Weber-Zaudy sagen zu der entsprechenden Vorschrift V.E.S. I. § 21i) folgendes:

„Das elektrische Leitvermögen darf an einer Verbindungsstelle des Drahtes nicht geringer sein als innerhalb des Drahtes selbst. Unzulässig ist demnach das häufig von unberufenem Personal beliebte Verfahren, die Drähte einfach umeinanderzuwürgen. Hierbei bleibt eine Oxydschicht zwischen den beiden zu verbindenden Drahtenden, die im Laufe der Zeit ihren Widerstand immer mehr erhöht; besonders dann, wenn der Zutritt von Feuchtigkeit nicht ausgeschlossen ist. Als eine dem Verlöten gleichwertige Verbindungsart, die aber nur für Freileitungen zugelassen ist [§ 22d) und V.S.F./1930, § 10], gilt der Drahtbund, bei welchem eine Hülse von zähem Metall über die Drähte geschoben und mit ihnen verdreht wird, sowie der Niet-, Kern- oder Splintverbinder. Die so erzielte Vergrößerung der Übergangsfläche, verbunden mit dem ziemlich zuverlässigen Abschluß von Luft und Feuchtigkeit, sprechen für diese Verfahren bei sorgfältiger Ausführung besonders dort, wo das Löten unzulässig ist. Bei hartgezogenen Kupferdrähten ist das Löten bedenklich, weil ihre Festigkeit durch das Erhitzen leidet.

Es ist auch verboten, zwei Drähte durch eine frei hängende Klemmschraube derart zu verbinden, daß die Verbindungsstelle durch das Gewicht der Klemme auf Zug beansprucht oder durch den Betrieb einer Lockerung oder der gefahrbringenden Berührung blanker

g) Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten, Maschinen, Sammelschienen und Stromverbrauchern muß durch Schrauben ausgeführt werden.

12. Mehrdrähtige und massive Leiter, ausgenommen Schienen, sollen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein¹⁶⁾.

Mehrdrähtige Leitungen bis 2,5 mm² Querschnitt können mit angebogenen Ösen an die Befestigungsklemmen angeschlossen werden; Ösen bei mehrdrähtigen Leitungen sind zu verzinnen.

h) An einen Stecker darf nur eine ortsveränderliche Leitung fest angeschlossen werden.

i) Ortsveränderliche Leitungen müssen an den Anschlußstellen ihrer beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

k) An allen Klemmstellen sind die Leitungen zu kennzeichnen¹⁷⁾.

H. Vorschriften für die Strecke.

§ 23.

Fahrleitungen und am gleichen Tragwerk geführte Freileitungen¹⁾.

a) Fahrleitungen (einschließlich Stromschienen) und am gleichen Gestänge geführte Freileitungen müssen in allen Teilen eine den Betrieb- und

Klemmteile ausgesetzt wird. Zu dauerndem Anschluß dienen sie nur als isolierte sogenannte Lüsterklemmen, an Stellen, wo sie von Zug entlastet und der Berührung entzogen sind. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, so verende man eine Klemme auf isolierender Unterlage. In feuchten Räumen sind jedoch blanke Messingklemmen der Zerstörung durch chemischen Angriff ausgesetzt.

Beim Löten ist darauf zu achten, daß die verwendeten ätzenden Lötmitel nach Herstellung der Verbindung sorgfältig entfernt werden. Da dies von unkontrollierten Arbeitern oft versäumt wird, so daß dünne Drähte durch die Nachwirkung zerfressen werden, so ist es üblich, stark saure Lötmitel (Salzsäure) den Arbeitern zu verbieten. Mäßige Zusätze schwacher, z. B. organischer Säuren, sind erfahrungsgemäß unschädlich. Die in den früheren Vorschriften hier zugelassenen „gleichwertigen“ Mittel sind gestrichen worden, da die Erfahrungen mit solchen stets unbefriedigend waren. Die Lötung ist aber bei Rohrverlegungen unzulässig [§ 26 c].“

16) Geeignete Kabelschuhe befinden sich zur Zeit in der Normung. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß die Verwendung zu schwacher Kabelschuhe unterbleibt, da dieselben für Fahrzeugzwecke unbrauchbar sind.

Desgleichen muß es unterlassen werden, zu weite Kabelschuhe zu verwenden bzw. dieselben durch Beilagen, Ausgießen mit Zinn usw. verwendbar zu machen. Derartige unsachverständige Arbeiten rächen sich im Betriebe des Fahrzeuges. Hierdurch soll natürlich nicht gesagt werden, daß z. B. auch die Widerstandsdrähte der Anfahrwiderstände mit Kabelschuhen zu versehen sind, das würde zur gegenteiligen Wirkung bei der starken Erwärmung dieser Drähte führen. Hier sind zweckmäßig massive Krallenklemmen oder dgl. vorzuziehen.

17) Das geschieht am besten durch Überstreifen von Messingschellen, die entsprechend haltbar geprägt sind, über die Leitungen.

§ 23.

1) Für Bahnleitungen kommen folgende 4 Fälle, abgesehen von den Leitungen in Fahrzeugen, in Frage:

1. Fahrleitungen, also die eigentlichen Bahnleitungen.
2. Oberirdische Speiseleitungen
 - a) am gleichen Tragwerk mit den Fahrleitungen,
 - b) an besonderem Gestänge.
3. Unterirdische Speiseleitungen.
4. Rückleitungen.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 73.

Die gegebenenfalls vorhandenen Zuleitungen zu Unterwerken fallen an sich nicht in den Geltungsbereich der V.E.B. Die Rückleitungen, soweit dieselben durch die Fahr- schiene erfolgen, sind in § 24 der vorliegenden Vorschriften behandelt. Besonders ver- legte Verstärkungsrückleitungen sind an sich den Fällen unter 2 und 3 gleich zu erachten.

Behandelt sind im § 23 nur die Fälle 1 und 2a), während für den Fall 2b) die V.E.S. 1. und 2. gelten. Für den Fall 3 kommt der § 21 der V.E.B. in Betracht, jedoch sind besondere Verlegungsvorschriften nicht erlassen. Auch hierfür gelten die V.E.S. 1. und V.E.S. 2. Als „Fahrleitungen“ sind auch die „Stromschienen“ zu verstehen.

Unter „Freileitungen“ am gleichen Tragwerk mit den Fahrleitungen sind zunächst diejenigen Leitungen zu verstehen, die zur Zuleitung bzw. zur Verstärkung der Fahr- leitungen dienen. Die Vorschriften gelten aber auch für Rückleitungen, da ja die V.E.B. sich ebenfalls auf Fahrdrabtbusse beziehen.

Nicht besonders erwähnt sind „Fernmeldeleitungen“, die selbstverständlich auch als „Freileitungen“ am gleichen Gestänge zulässig sind. Hierfür gelten die „Vor- schriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F. 1932“. Diese Regeln beziehen sich auf Telegraphen-, Fernsprech-, Signal-, Fernschaltungs- und ähnliche Anlagen, mit Ausnahme der öffentlichen Verkehrsanlagen der Eisen- bahn-, der Post- und der Telegraphenverwaltung. Die Ausnahmebestimmung soll aber nur besagen, daß dem Selbstbestimmungsrecht der betr. Behörden nicht vorgegriffen werden soll! Das Inhaltsverzeichnis lautet:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 2.

III. Allgemein gültige Bestimmungen.

A. Schutzmaßnahmen.

§ 3. Allgemeines.

§ 4. Isolationszustand.

B. Stromversorgung.

§ 5. Spannungen.

§ 6. Elemente.

§ 7. Sammler (Akkumulatoren).

§ 8. Elektrische Maschinen, Umformer, Transformatoren, Gleichrichter.

§ 9. Pufferung.

§ 10. Netzanschluß. Wechselstromnetze. Gleichstromnetze.

C. Schutzvorrichtungen.

§ 11. Allgemeines.

§ 12. Stromsicherungen. Sicherungen in Stromversorgungsanlagen.

§ 13. Spannungssicherungen.

§ 14. Blitzschutz für Freileitungen.

D. Apparate.

§ 15. Allgemeines.

E. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

§ 16. Allgemeines.

§ 17. Beschaffenheit der Leitungen für ortsfeste Anlagen.

§ 18. Beschaffenheit der Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Geräte.

§ 19. Freileitungen.

§ 20. Luftkabel.

§ 21. Leitungen in Gebäuden.

§ 22. Kabel.

IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

§ 23. Allgemeines.

§ 24. Elektrische Betriebsräume.

§ 25. Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

§ 26. Betriebstätten.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 74.

§ 27. Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume sowie das Freie.

§ 28. Feuergefährdete Räume.

§ 29. Explosionsgefährdete Räume.

V. Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art.

A. Anlagen zur Sicherung von Leben und Sachwerten.

§ 30. Allgemeines.

§ 31. Feuermelde- und Polizeirufanlagen.

§ 32. Selbsttätige Feuermelde- und Polizeirufanlagen.

§ 33. Elektrische Raumschutzanlagen und einfache Sicherungsanlagen.

B. Bergwerke unter Tage.

§ 34. Elektrische Schachtsignalanlagen.

Von besonderer Wichtigkeit ist aus § 19 der Absatz m), der wie folgt lautet:

„Bei Kreuzungs- und Näherungsstellen mit Starkstromfreileitungen sind Schutzmaßnahmen anzuwenden.

Als Schutzmaßnahmen kommen in Frage: Ausreichender gegenseitiger Abstand, Verwendung geeigneter Isolier- und Trennmittel und Beachtung der entsprechenden Sonderbestimmungen [„Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen“, „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“, Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu den „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“, „Allgemeine Vorschriften zum Schutze vorhandener Reichstelegraphen- und Fernsprechleitungen gegen neue elektrische Bahnen“, „Vorschriften für die bruch sichere Führung von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 1000 V und mehr über Postleitungen“].

Die Einführung von Freileitungen in Gebäude soll in möglichst großem Abstände von vorhandenen Gebäudeblitzableitern erfolgen.“

Die hierin genannten Vorschriften sind also auch für die betriebseigenen Fernmeldeanlagen zu beachten!

Schließlich sollen an dieser Stelle, obgleich hierfür auch § 24 in Frage kommt, auch diejenigen Fälle besprochen werden, die sich ergeben, wenn die Belange Dritter zu berücksichtigen sind bzw. wenn diese Dritten die Belange elektrischer Bahnen zu berücksichtigen haben. Die V.E.B. gehen hierauf nicht mehr näher ein, da inzwischen weitgehende gesetzliche Regelungen stattgefunden haben. Es soll nur eine Besprechung in rein technischer Hinsicht stattfinden, weil dies dem Charakter der V.E.B. entspricht. Aus diesem Grunde sollen auch Fragen, wie die der Kostentragung bzw. Kostenverteilung hier nicht erörtert werden. Für die gleichzeitige Benutzung des Luftraumes kommen in Frage: Fremde Starkstromfreileitungen, fremde Fernmeldefreileitungen und schließlich die oberirdischen Teile von Rundfunkanlagen, also in der Hauptsache freigespannte Antennen. Als gleichzeitige Benutzer der Erde kommen in Betracht: Fremde Starkstromkabel, fremde Fernmeldekabel, Gas-, Wasser-, Dampfleitungen und Kanalisationsanlagen.

Bereits in den für die Errichtung von Bahnanlagen geltenden Gesetzen ist meist auf die notwendige Rücksichtnahme gegenüber fremden Anlagen hingewiesen bzw. es sind für diese besondere Auflagen vorgesehen. Auch die Genehmigungsurkunden enthalten entsprechende Bestimmungen. Meist enthalten diese aber keine technischen Einzelheiten, auf die es hier allein ankommt. Nach dieser Richtung sind zu beachten:

Gesetz über Fernmeldeanlagen vom 14. Jan. 1928 F.A.G.

Telegraphenwege-Gesetz vom 18. Dez. 1899 T.W.G.,

ferner:

Allgemeine Vorschriften zum Schutze vorhandener Reichstelegraphen- und Fernsprechanlagen gegen neue elektrische Bahnen vom 1. Juli 1910.

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 75.

Hierbei kommt der Erlaß der preußischen Minister der öffentlichen Arbeiten und des Innern vom 9. Februar 1904 in Betracht:

Schutz der Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegenüber elektrischen Kleinbahnen, und schließlich:

Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V./1930.

Bezgl. der gemeinsamen Erdbenutzung wird noch auf Erläuterung 1) zu § 24 hingewiesen.

Das F.A.G. ist an Stelle des Gesetzes über das Telegraphenwesen für das Deutsche Reich getreten und es interessieren uns hier nur die §§ 3 und 23, die nachstehend zum Abdruck gelangen:

§ 3. Ohne Verleihung können errichtet und betrieben werden (genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen):

1. Fernmeldeanlagen, welche ausschließlich dem inneren Dienste von Behörden der Länder, der Gemeinden oder Gemeindeverbände sowie von Deichkorporationen, Siel- und Entwässerungsverbänden gewidmet sind.

2. Fernmeldeanlagen, welche von Transportanstalten auf ihren Linien ausschließlich zu Zwecken ihres Betriebs oder für die Vermittlung von Nachrichten innerhalb der bisherigen Grenzen benutzt werden.

3. Fernmeldeanlagen

a) innerhalb der Grenzen eines Grundstücks,

b) zwischen mehreren, einem Besitzer gehörigen oder zu einem Betriebe vereinigten Grundstücken, deren keines von dem anderen über 25 km in der Luftlinie entfernt ist, wenn diese Anlagen ausschließlich für den der Benutzung der Grundstücke entsprechenden unentgeltlichen Verkehr bestimmt sind.

Die Vorschriften des Absatz 1 gelten nicht für Funkanlagen.

Für die Frage, ob die Voraussetzungen des Abs. 1 vorliegen, ist der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten gegeben.

§ 23. Elektrische Anlagen sind, wenn eine Störung des Betriebs 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.

Während im § 1 das Recht, Fernmeldeanlagen zu errichten und zu betreiben, ausschließlich dem Reich vorbehalten ist, sind im § 3 Ausnahmebestimmungen für die Fernmeldeanlagen der Transportanstalten, zu denen alle Schienenbahnen gehören, getroffen.

Bei der weiteren Erörterung dieses Gesetzes soll auf die Erläuterungen von Ministerialrat Dr. Neugebauer zurückgegriffen werden, allerdings gleich mit der Vorbemerkung, daß der Verfasser das Gesetz allzu sehr vom Hoheitsstandpunkt der Deutschen Reichspost beleuchtet und teilweise Schlußfolgerungen zugunsten der DRP zieht, die unmöglich als zutreffend bezeichnet werden können. So z. B. vertritt er die Ansicht, daß auch für Bahnfernmeldeleitungen ein Hoheitsrecht der DRP bestünde, was aus dem klaren Wortlaut des § 3 keineswegs hergeleitet werden kann. Da ja eine Freistellung für die Fernmeldeleitungen der Bahnen besteht, erübrigt es sich auch, die viel zu weitgehende Begriffsauffassung für den Ausdruck „Fernmeldeleitungen“ zu widerlegen.

Besonderer Beachtung bedarf der § 23 des F.A.G. Was als „Störungen“ usw. zu betrachten ist, hat Neugebauer wie folgt gefaßt:

„Störungen oder störende Beeinflussungen sind alle aus der örtlichen Gestaltung einer späteren Anlage, aus ihrer Benutzung oder aus der Natur der störenden Anlage oder ihres Betriebs sich ergebenden Einwirkungen jeder Art, mögen sie den Bestand der beeinflussten Anlage (z. B. durch Herabfallen von Drähten, vgl. v. Rohr: Z. Kleinbahnen 1901 S. 286), ihres Betriebs oder endlich Leben oder Gesundheit der Benutzer der Anlage beeinträchtigen. Beispiele störender Beeinflussung sind: Unmittelbarer Stromübergang aus einer elektrischen Anlage oder unmittelbare Einwirkung durch Induktion, Benutzung der Erde als Rückleitung, Erregung von Schwingungen jeder Art (vgl. z. B. Brauns: Über den Einfluß von Starkstromleitungen auf Fernmeldeanlagen. ETZ 1925

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 76.

S. 1350), die Störungen des Rundfunks durch den Straßenbetrieb (ETZ 1924 S. 817, Funk 1925 S. 499, 510), durch Gleichrichterbetrieb (Leithäuser: Funk 1927 S. 673) sowie Störungen durch das elektrische Zündsystem von Explosionsmotoren (Kulebakin: ETZ 1925 S. 1061) oder durch Funkenbildung elektrischer Motore (siehe auch Blechschmidt: Ursache und Art der Störung durch Hochfrequenzapparate. Dtsch. Rundfunk 1926 S. 1603), durch Rückkopplungsstörungen, endlich elektrolytische Wirkungen (Korrosion durch Streuströme).“

Bezgl. der technischen Ausführung ist folgendermaßen erläutert:

„Die vorhandene Anlage muß technisch einwandfrei sein, d. h. nach den zur Zeit ihrer Ausführung geltenden technischen Regeln und Anschauungen ordnungsgemäß errichtet sein. Dagegen kommt es nicht darauf an, ob sie zur Zeit der Ausführung der späteren Anlage, also zur Zeit der Kollision mit den anderen, späteren Anlagen den gesteigerten technischen Anforderungen an die Errichtung neuer Anlagen gleicher Art noch entspricht. Andererseits ist eine Anlage auch dann nicht einwandfrei, wenn sie infolge ungenügender Unterhaltung fehlerhaft geworden ist und die Störung mit diesem mangelhaften Zustande zusammenhängt. Störungen der älteren Anlage, die durch derartige eigene Mängel entstehen, hat die jüngere Anlage nicht zu vertreten (vgl. Bödiker, Strombeck, Hamacher: R.T.Drucks. 1890/92 Sitzungsber. S. 4400, 4534, 4871; Wolke: II S. 32 Anm. 3 — anderer Ansicht Meißner: JW 1927 S. 83 Anm. 12; Bar: T.G. S. 32). Der § 23 F.A.G. befreit in diesem Rahmen den Unternehmer der vorhandenen Anlage nicht von seiner allgemeinen bürgerlich-rechtlichen Pflicht, Schäden anderer zu vermeiden.“

Schließlich ist von Interesse noch die Auslegung des Begriffes „nach Möglichkeit“:

„Die Schutzpflicht der späteren (= jüngeren) Anlage besteht in der Pflicht zur besonderen Gestaltung der Anlage. Diese Pflicht besteht ohne Rücksicht darauf, ob den Unternehmer der späteren Anlage an den Störungen ein Verschulden trifft oder nicht (siehe Anm. 10 und unten IV).

A. Richtung, Plan, Gestaltung und Ausbau müssen im einzelnen so gestaltet werden, daß Störungen der älteren Anlage verhütet werden. Der Unternehmer der schutzpflichtigen Anlage muß danach bei Ausführung seiner Anlage auf seine Kosten solche Einrichtungen treffen, die unter Berücksichtigung auf das Vorhandensein und die Betriebsanforderungen der älteren Anlage nach dem zur Zeit der Ausführung — bei Änderungen (Anm. 9) zur Zeit der Änderungen — geltenden Stande der Technik den wirksamen Schutz gegen Störungen und Gefahren von Störungen zu bieten geeignet sind (RG 50 S. 83).

Diese Ausführungspflicht hat sich in der Grenze der „Möglichkeit“ zu bewegen. Die Grenze der „Möglichkeit“ bestimmt sich durch die technischen Anforderungen, die zur Beseitigung der Störungen und der Störungsgefahren zu stellen sind sowie durch Gesichtspunkte verständiger Wirtschaftlichkeit (vgl. dazu Begr. T.W.G. S. 16 zum § 2 T.W.G. und RG 43 S. 258; auch Meißner: JW. 1927 S. 83), jedoch auch durch Erwägungen des allgemeinen, das gesamte Recht durchziehenden Gedankens der Pflicht sozial sachgemäßer Ausübung des Eigentums und der sich dadurch ergebenden Pflicht zur Rücksichtnahme auf andere Anlagen (RG 59 S. 79, Bd. 81 S. 223, Bd. 89 S. 120, Bd. 92 S. 362). In technischer Beziehung kommen hier vor allem die Bestimmungen des VDE in Frage z. B. „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“ vom 1. Juli 1908 (VDE-Vorschriftenbuch 18. Aufl. 1931, S. 950) mit Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers vom 1. Aug. 1928 (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 955) sowie „Allgemeine Vorschriften zum Schutze vorhandener Reichs-Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegen neue elektrische Bahnen“ (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 964), die „Vorschriften für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 1000 V und mehr über Postleitungen“ (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 965) und die „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930“ (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 586), die „Vorschriften für Außenantennen“ (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 871), ferner die „Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heißgeräten“ (VDE-Vorschriftenbuch 1931, S. 907). Vgl. ferner sächs. VO v. 8. Jan. 1914 § 5 über die Ausführung von Niederspannungshausanschlüssen und Erlaß v. 18. Dez. 1923.“

Es würde zu weit gehen, die wichtige Auseinanderhaltung der Begriffe „Schutzvorkehrung“ und „Form der Ausführung“ hier näher zu erörtern, zumal noch vieles, vor allem bezgl. der sogenannten Gleichrichterstörungen, der Rundfunkstörungen usw. in der Schwebe ist. Es sei aber doch darauf hingewiesen, daß Neugebauer offenbar

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 77.

alle Schuld für Beeinflussungen von Fernmeldeanlagen auf Seiten der Starkstrom-Unternehmer, also auch der elektrischen Bahnen sucht, ein Standpunkt, der bekanntlich keineswegs zutrifft und der längst überholt ist.

Das F.A.G. bezieht sich seinem Wortlaut und seinem Sinne nicht nur auf den Schutz seitens elektrischer Bahnen gegenüber den Fernmeldeanlagen der DRP, sondern auch seitens fremder Starkstromanlagen gegenüber den Fernmeldeanlagen elektrischer Bahnen, da diese der DRP in dieser Richtung gleichgestellt sind!

Das T.W.G. ist bekanntlich ein Gesetz zum Schutze der berechtigten Interessen der Wegebesitzer in der Benutzung für eigene Zwecke gegenüber den Anlagen der DRP. Aus diesem Gesetz kommt hier hauptsächlich in Frage:

§ 5. Die Telegraphenlinien sind so auszuführen, daß die vorhandene besondere Anlagen (der Wegeunterhaltung dienende Einrichtungen, Kanalisations-, Wasser-, Gasleitungen, Schienenbahnen, elektrische Anlagen und dgl.) nicht störend beeinflussen. Die aus der Herstellung erforderlicher Schutzvorkehrungen erwachsenden Kosten hat die Telegraphenverwaltung zu tragen.

Die Verlegung oder Veränderung vorhandener besonderer Anlagen kann nur gegen Entschädigung und nur dann verlangt werden, wenn die Benutzung des Verkehrsweges für die Telegraphenlinie sonst unterbleiben müßte und die besondere Anlage anderweit ihrem Zwecke entsprechend untergebracht werden kann.

Auch beim Vorhandensein dieser Voraussetzungen hat die Benutzung des Verkehrsweges für die Telegraphenlinie zu unterbleiben, wenn der aus der Verlegung oder Veränderung der besonderen Anlage entstehende Schaden gegenüber den Kosten, welche der Telegraphenverwaltung aus der Benutzung eines anderen ihr zur Verfügung stehenden Verkehrsweges erwachsen, unverhältnismäßig groß ist.

Diese Vorschriften finden auf solche in der Vorbereitung befindliche besondere Anlagen, deren Herstellung im öffentlichen Interesse liegt, entsprechende Anwendung. Eine Entschädigung auf Grund des Abs. 2 wird nur bis zu dem Betrage der Aufwendungen gewährt, die durch die Vorbereitung entstanden sind. Als in der Vorbereitung begriffen gelten Anlagen, sobald sie auf Grund eines im einzelnen ausgearbeiteten Planes die Genehmigung des Auftraggebers und, soweit erforderlich, die Genehmigungen der zuständigen Behörden und des Eigentümers oder des sonstigen Nutzungsberechtigten des in Anspruch genommenen Weges erhalten haben.

§ 6. 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 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 aus der Herstellung der erforderlichen Schutzvorkehrungen an solchen erwachsenden Kosten zu tragen.

Auf spätere Änderungen vorhandener besonderer Anlagen finden die Vorschriften der Abs. 1—5 entsprechende Anwendung.

Auch hier würde es zu weit führen, den gesamten Fragenbereich aufzurollen, hingewiesen sei nur noch darauf, daß die DRP gemäß § 7 verpflichtet ist, den Plan für eine Anlage, die öffentliche Wege benutzt, in allen Fällen, in denen eine Störung zu

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 78.

erwarten ist, dem Unternehmer der betr. Anlage mitzuteilen. Man sollte nicht darauf verzichten, um spätere Streitigkeiten zu vermeiden, auf Vorlage genauer Unterlagen zu bestehen.

Während es sich bei den beiden vorgenannten Gesetzen im wesentlichen um die Klärung der Rechtsverhältnisse handelt, sind vom Reichspostminister im Einvernehmen mit dem VDE für die technische Ausführung die „Allgemeine Vorschriften zum Schutz vorhandener Reichs-Telegraphen- und Fernsprechanlagen gegen neue elektrische Bahnen“ gültig ab 1. Juli 1910 aufgestellt. Diese Bauvorschriften stützen sich im wesentlichen auf die „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“ gültig ab 1. Juli 1908. Hierzu kommen noch in Betracht die Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers. Bemerkenswert ist, daß es sich immer nur um Vorschriften für die Ausführung des Starkstromteiles handelt, erfahrungsgemäß gibt sich die DRP, wenn sie die Kosten übernehmen muß, mit geringen Schutzmaßnahmen zufrieden.

Der preußische Ministerialerlaß vom 9. Februar 1904 betr. „Schutz der Telegraphen-anlagen gegenüber elektrischen Kleinbahnen“ ist in den Erläuterungen zu den V.E.B./1926 zum Abdruck gelangt. Eine Wiederholung erübrigt sich, zumal den einzelnen Bahnverwaltungen diese Vorschriften bekannt sind. Zum Teil haben dieselben auch Verwendung gefunden in den vorgenannten Postvorschriften.

Schließlich kommen noch in Frage die „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V./1930“, dieselben sind durch die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf Grund gemeinsamer Beratungen mit dem VDE aufgestellt und gelten in abgeänderter Form ab 1. Januar 1930. Es handelt sich also um Vorschriften, die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zum Schutze ihrer Anlagen gegenüber fremden Starkstromanlagen getroffen wurden, gleichwie die D.R. Gestattungsverträge für die Benutzung ihrer Anlagen durch fremde Gas- und Dampfleitungen geschaffen hat bzw. schaffen will. Obengenannte Vorschriften gelten also für alle die Fälle, in denen eine Reichsbahnanlage, sei die Strecke mit Dampf oder elektrisch betrieben, durch eine fremde Starkstromanlage gekreuzt oder berührt wird. Unter „fremder Starkstromanlage“ kann auch eine fremde elektrische Bahn verstanden werden, wenn dem nicht der ganze Zuschnitt der B.K.V. widersprechen würde. In der Tat werden auch in solchen Fällen besondere Verträge aufgestellt. Selbstverständlich sind aber die B.K.V. von solchen elektrischen Bahnen zu beachten, die die Anlagen der D.R. mit besonders verlegten Starkstromleitungen (z. B. der Hochspannungszuführung zu einem Unterwerk) kreuzen oder sich denselben nähern wollen.

Ein anderer Fall liegt vor, wenn eine fremde Starkstromanlage die Anlagen einer Privatbahn, Nebenbahn, Kleinbahn, Straßenbahn kreuzen oder sich derselben nähern will. Hier sind die Verhältnisse nur teilweise denjenigen der D.R. gleichartig. Man wird auch nicht unterscheiden etwa zwischen Dampfbahnen oder elektrisch betriebenen Bahnen, sondern zwischen Bahnen, die auf eigenem Gelände verlaufen und solchen, die öffentliche Straßen benutzen. Für die Bahnen auf eigenem Gelände, also für die meisten Dampfbahnen, läßt sich ein „Gestattungsvertrag“, wie ihn die B.K.V. darstellen, ohne weiteres anwenden, da diese Bahnen selbstverständlich als Grundstückseigentümer verfügungsberechtigt sind. Durch Ministerialverfügung der einzelnen Länder sind daher die B.K.V. auch für solche Bahnen mit Recht gültig gemacht, daselbe ist aber auch geschehen für solche Bahnen, die öffentliche Wege benutzen! Man ist der Ansicht gewesen, daß das Eigentumsrecht nicht entscheidend ist, sondern die Sicherheit der Bahnanlage gegenüber der fremden Starkstromanlage, und daß im Aufsichtswege eine solche Bestimmung durchgeführt werden kann und muß. Die Frage ist aber, ob sich ein solcher Zwang überhaupt rechtfertigen läßt. Das wird man aber nur zum Teil bejahen können, zum Teil wird sich die Unmöglichkeit einer praktischen Durchführung ergeben. Man wird z. B. sagen können, daß die Kreuzung einer elektrischen Bahn, „gleichgültig“ ob dieselbe auf eigenem Bahnkörper oder in einer öffentlichen Straße liegt, durch eine fremde Hochspannungsleitung die volle Beachtung

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 79.

der B.K.V. erfordert. Das würde aber nur dann zutreffen, wenn die Kreuzung einer öffentlichen Straße durch eine Hochspannungsleitung in der Art ihrer Bauausführung in das Belieben des Starkstromunternehmers gestellt wäre. Wenn dies nicht der Fall ist, sondern durch den Wegeigentümer ein entsprechender Gestattungsvertrag abgeschlossen wird, der die Belange der Bahnen berücksichtigt, so entfällt m. E. ein besonderes Genehmigungsverfahren hinsichtlich der Kreuzung der Bahn in der öffentlichen Straße durch die Hochspannungsleitung. Man müßte hierin unbedingt eine unnötige Vermehrung der Planungs- und Verwaltungsarbeit erblicken.

Noch anders liegen die Verhältnisse bei Kreuzungen von Bahnen in öffentlichen Straßen durch Niederspannungsfreileitungen. Die B.K.V. sagen in § 23 Absatz 6:

Bei elektrisch betriebenen Eisenbahnen mit Oberleitung dürfen Kreuzungen bis 1000 V Spannung nur in Kabeln ausgeführt werden.

Will also jetzt ein Ort, der Besitzer eines Elektrizitätswerkes ist und der einem privaten Bahnunternehmer die Benutzung seiner Straßen gestattet hat, diese elektrische Straßenbahn durch eine Niederspannungsfreileitung von 250 V kreuzen, so ist er gezwungen, einen Antrag auf Grund der B.K.V. zur Beileihung des Rechtes an die Straßenbahn zu stellen zwecks Weitergabe an die Kleinbahnaufsichtsbehörde. Letztere wird dann die Beileihung aussprechen unter der Bedingung, daß an der betr. Kreuzungstelle die betr. Freileitung gekabelt werden muß. Abgesehen davon, daß es als viel zu weitgehend erachtet werden muß, an einer solchen Stelle die teure Kabelung vorzunehmen, ist es auch nicht einzusehen, warum der Wegeigentümer diesen umständlichen Weg gehen soll. M. E. sollte man baldigst eine entsprechende Klärung eintreten lassen, denn auch die Milderung des Ministerialerlasses, daß die B.K.V. sinngemäß und gewissermaßen als Muster anzuwenden sind, schafft diese Klärung nicht. Es besteht aber das lebhafteste Interesse, daß die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Straßenbenutzern nicht unnütz erschwert wird.

Erwähnt werden muß ferner noch das Gegenseitigkeitsverhältnis zum Rundfunk. Bezgl. des Charakters der elektrischen Bahnen als Störungsverursacher für den Rundfunkempfang kann darauf verwiesen werden, daß bisher eine Klärung dieser Frage noch nicht stattgefunden hat. Man wird auch hier grundsätzlich das Prioritätsrecht anwenden müssen, die später kommende Anlage wird also für Schutz zu sorgen haben.

Beachtlich ist aber außerdem die Frage der Außenantennen, soweit durch solche indirekt oder direkt Berührungen mit der Fahrdrähtanlage hervorgerufen werden können. Hierfür sind „Vorschriften für Außenantennen“ ausgearbeitet, deren Inhaltsverzeichnis nachstehend angegeben wird:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärung.

§ 2.

III. Bauerlaubnis.

§ 3.

IV. Bauvorschriften.

§ 4. Normale Baustoffe und Querschnitte.

§ 5. Gestänge und Rahen.

§ 6. Isolierung und Abspannung.

§ 7. Abspannpunkte.

§ 8. Antennenabteilung.

§ 9. Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber.

§ 10. Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV.

§ 11. Kreuzungen von Fernmeldeleitungen.

§ 12. Überspannungsschutz.

§ 13. Erdungsschalter.

§ 14. Erdungsleitungen.

Witterungsverhältnissen genügende mechanische und elektrische Festigkeit haben. Der Berechnung der Bauteile ist der ungünstigste, im Betriebe zu erwartende Belastungsfall zugrunde zu legen*).

V. Bauausführung durch Fachleute.

§ 15.

VI. Überwachung.

§ 16.

Ausführungsmerkblatt.

In den meisten Ländern sind durch Baupolizeiverordnungen diese Vorschriften eingeführt worden. Die elektrischen Bahnen sollten darauf bestehen, daß ihrerseits eine Genehmigung solcher Anlagen, welche die Fahrleitungen kreuzen bzw. sich denselben stark nähern, stattfindet, da durch den Bruch solcher Antennen nachteilige Wirkungen eintreten können, für die der Bahnunternehmer gegebenenfalls haftbar gemacht wird. Aus demselben Grunde ist eine dauernde Überwachung dieser Antennenanlagen geboten.

2) Zunächst sei auf die Erläuterung 1) zu diesem Paragraph verwiesen. Obgleich die „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen V.S.F./1930“ gemäß § 2 keine Geltung für Bahnen haben, wird an verschiedenen Stellen des § 23 auf die V.S.F. Bezug genommen bzw. es werden dieselben in einzelnen Bestimmungen übernommen. Es ist daher doch zweckmäßig, sich mit den V.S.F. vertraut zu machen. Aus diesem Grunde soll nachstehend zunächst das Inhaltsverzeichnis der V.S.F. angegeben werden:

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.

§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

A. Leitungen.

§ 4. Schutz gegen Berührung. Abstände von Gebäuden.

§ 5. Leitungswerkstoffe.

§ 6. Beschaffenheit der Leitungsdrähte und Leitungseile. Mindestquerschnitte.

§ 7. Zulässige Zugspannung.

§ 8. Durchhang.

§ 9. Anordnung der Leitungen am Gestänge.

§ 10. Leitungsverbindungen.

§ 11. Fernmeldeleitungen am Gestänge von Starkstromleitungen.

B. Isolatoren und Zubehör.

§ 12. Isolatoren.

§ 13. Isolatorenstützen und Aufhängeteile.

§ 14. Bunde.

C. Gestänge.

1. Allgemeines.

§ 15. Äußere Kräfte.

§ 16. Einteilung der Maste nach dem Verwendungszweck.

§ 17. Belastungsannahmen.

§ 18. Besondere Bestimmung für Abspannmaste.

§ 19. Vogelschutz.

2. Holzmaste.

§ 20. Allgemeines.

§ 21. Festigkeitsberechnung.

§ 22. Zulässige Spannungen.

3. Stahlmaste.

§ 23. Allgemeines.

§ 24. Zulässige Spannungen.

Fortsetzung der Erläuterung 2) von S. 81.

4. Eisenbetonmaste.

§ 25.

5. Andere Maste.

§ 26.

6. Fundierung der Maste.

§ 27. Allgemeines.

§ 28. Berechnung der Fundierung.

§ 29. Ausführung der Fundamente.

§ 30. Mastfüße.

7. Erdungen.

§ 31.

D. Besondere Bestimmungen.

§ 32. Kreuzungen und Parallelführungen.

§ 33. Erhöhte Sicherheit.

§ 34. Führungen von Freileitungen durch Baumbestände.

IV. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

§ 35. Allgemeines.

§ 36. Sonderbestimmungen.

V. Unterhaltung der Freileitungen.

§ 37. Unterhaltung der Bauteile aus Stahl.

§ 38. Unterhaltung der Holzmaste.

Anhang: Anleitung für die Prüfung der Verzinkungsgüte bei der Abnahme verzinkter Stahldrähte und verzinkten Stahl- und Eisenzeuges.

Ausgegangen wird in den V.S.F. (siehe Abschnitt III) von Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber, während die Bestimmungen für Freileitungen unter 1 kV den ersteren Bestimmungen angelehnt sind. Dadurch ist die Anordnung leider nicht sehr übersichtlich geworden.

Unter Freileitungen sind auch die Hausanschlußleitungen zu verstehen, die bei Straßenbahnen noch vereinzelt vorkommen. Man sollte allerdings die Einführung der Straßenbahnspannung in Häuser nach Möglichkeit vermeiden, besonders wenn es sich um Beleuchtungszwecke handelt. Bezgl. der geforderten mechanischen und elektrischen Festigkeit kann auf § 3 der V.S.F. verwiesen werden.

Zu den Bauteilen gehören auch die Leitungen. Bezgl. der Bemessung der Fahrdrähte selbst gilt V.E.B. § 23f), während bezgl. der Bemessung der sonstigen Leitungen auf die V.S.F. zurückgegriffen werden muß. Danach sind für die Leitungen nur blanke Drähte oder Seile zu verwenden, Ausnahmen sind gestattet bis 250 V, in welchem Falle wetterfest umhüllte Leitungen zulässig sind. Die zulässigen Mindestquerschnitte betragen bei 1 kV und darüber:

für Kupfer und Bronze	40 mm ²
für Stahl	16 mm ²
für Aluminium	25 mm ² .

Bis 1 kV und bei Spannweiten bis 35 m gelten folgende Ausnahmen bez. der Mindestquerschnitte:

für Kupferleitungen	6 mm ²
für Aluminiumseil	16 mm ² ,

ferner sind für andere Materialien Leitungen mit einer Nennlast von 228 kg zugelassen, wodurch die Verwendung von Bronze, Doppelmetall und Stahl mit Querschnitten unter 6 mm² ermöglicht wird.

Für den Bau von Bahnanlagen ist von besonderer Wichtigkeit, daß bereits eine größere Zahl von Fahrleitungsteilen genormt ist, und zwar:

DIN VDE 3134 Sept. 31: Fahrleitungsteile aus warmgepreßtem Messing. Technische Lieferungsbedingungen.

DIN VDE 3135 Sept. 31: Gegossene Fahrleitungsteile aus Nichteisenmetallen. Technische Lieferungsbedingungen.

DIN VDE 3140 Nov. 29: Fahrdrähte. Technische Lieferungsbedingungen.

DIN VDE 3141 Nov. 29: Fahrdrähte. Abmessungen.

1. Für die Bauteile mit Ausnahme der Drähte, Seile und Stahlteile gilt als genügende mechanische Festigkeit eine Bruchlast, die größer als das 3fache der Betriebslast ist³⁾.

Für die Beanspruchung der Bauteile aus Stahl sind die Bestimmungen über zulässige Spannung in § 24 der V.S.F. mit der Änderung maßgebend, daß für Zug und Biegung bei Belastung durch Leitungsbruch in Spalte 3 von Tafel IV für Stahl statt 2000 kg/m² nur 1800 kg/cm² zulässig sind. Bei der Berechnung von Masten unter 25 m Höhe und von starren Quertragwerken braucht nur mit einem Winddruck von 100 kg/m² senkrecht getroffener Fläche gerechnet zu werden.

2. Als genügende elektrische Sicherheit für Isolatoren aus keramischen Stoffen gelten bei einpolig dauernd geerdeten Anlagen die in § 12 der V.S.F. festgelegten Werte⁴⁾.

DIN VDE 3142	Juni 29:	Fahrdrahtklemmen für Rillendraht Ri. Gewindebolzenaufhängung.
DIN VDE 3143	Juni 29:	Fahrdrahtklemmen für Rundfahrdraht Ru. Gewindebolzenaufhängung.
DIN VDE 3144	Sept. 30:	Fahrdrahtklemmen für Rillenfahrdraht Ri. Drehbolzenaufhängung.
DIN VDE 3145	Sept. 30:	Fahrdrahtklemmen. Drehbolzen.
DIN VDE 3146	Dez. 29:	Fahrdrahtgleitführung.
DIN VDE 3151	Sept. 31:	Stegklemmen für Rillenfahrdraht, Seil- oder Runddraht.
DIN VDE 3152	Sept. 31:	Beidrahtklemmen für zwei Fahrdrähte Ri.
DIN VDE 3153	Sept. 31:	Gabelkauschen.
DIN VDE 3154	Sept. 31:	Kauschen für Drähte und Seile.
DIN VDE 3155	Sept. 31:	Klemmenhalter.
DIN VDE 3160	April 31:	Auge und Gabel.
DIN VDE 3161	April 31:	Nietbolzen.
DIN VDE 3162	Juli 31:	Spannschlösser.
DIN VDE 3170	Okt. 31:	Schnallenisolatoren.
DIN VDE 3171	Okt. 31:	Sattelisolator.
DIN VDE 3172	Juni 29:	Verbindungsschrauben.

Seitens der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind Bauanleitungen als „Dienstvorschrift für die Ausführung und die Festigkeitsberechnung der Fahrleitungen für Wechselstrombahnen mit 15 kV Nennspannung (Fahrleivo)“ mit Gültigkeit ab 15. Mai 1931 erschienen, die auch für den Fahrleitungsbau der Privatbahnen von großem Interesse sind.

3) Da Stahlmaste im nachstehenden Abschnitt behandelt sind, Holz-maste kaum in Frage kommen, verbleiben für diesen Abschnitt nur die Eisenbetonmaste, die immer mehr in Aufnahme kommen. In den V.S.F. sind die Eisenbetonmaste unter § 25 behandelt und es müssen diese Bestimmungen übernommen werden mit der Änderung, daß nicht eine 2fache, sondern eine 3fache Bruchbelastung vorzusehen ist.

4) Nach V.S.F./1930 § 12 gelten für die Prüfung der Isolatoren die „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an“. Dieser Paragraph bezieht sich allerdings zunächst nur auf Anlagen für 1 kV und darüber. In § 36 sind die Ausnahmebestimmungen unter 1 kV behandelt. Es ist jedoch hier nichts darüber gesagt, nach welchen Leitsätzen die Prüfung der Isolatoren unter 1 kV zu geschehen hat.

Es haben folgende Normungen stattgefunden:

	Für Spannungen bis 0,5 kV.
DIN VDE 8001	Schäkelisolator mit Bügel.
DIN VDE 8011	Stützenisolatoren Reihe N.

	Für Spannungen über 0,5 kV.
DIN VDE 8002	Stützenisolatoren Reihe HD bis 35 kV.
DIN VDE 8003	Stützenisolatoren Reihe HW bis 35 kV.
DIN VDE 8004	Stützenisolatoren Reihe VHD bis 35 kV.
DIN VDE 8005	Stützenisolatoren Reihe VHW bis 35 kV.

3. Isolatoren aus Hartgummi oder gummifreien Preßmassen sollen nur bei Betriebsspannungen bis 1000 V verwendet werden, derart, daß stets zwei Isolatoren hintereinander angeordnet werden.

Derartige Isolatoren sind nur trocken zu prüfen. Die Überschlagspannung

Für Spannungen über 1 kV.

DIN VDE 8007 Kappenisolatoren Reihe K.

DIN VDE 8008 Vollkernisolator Reihe MK.

Hier handelt es sich jedoch immer um reine Starkstromisolatoren, die zum Teil für Vielfachaufhängungen der Bahnen, nicht aber für Straßenbahnüberleitungen Verwendung finden können.

Als Sonderausführung für elektrische Bahnen ist an keramischen Isolatoren bisher genormt:

DIN VDE 3171 Okt. 31: Sattelisolatoren.

Dieser Abspannisolator mit einfacher Isolation hat folgende Hauptdaten:

Betriebs- spannung	Zulässige Zugbelastung	Überschlagspannung	
		unter Öl mindestens	trocken
kV	kg	kV	kV
0,75	500	12,5	10
1,5	1000	20	15
1,5	1500	20	15

Die zulässige Zugbelastung gilt für 3,5fache Sicherheit. Zum Vergleich sei auch angeführt, daß ein Abspannisolator mit wetterfestem Isolierstoff (Hartgummi), der Schnallenisolator, unter

DIN VDE 3170 Okt. 1931

genormt ist, und zwar für eine Betriebsspannung bis 0,75 kV bei Zugbelastungen von 500, 1000 und 1500 kg, ebenfalls mit 3,5facher Sicherheit. In trockenem Zustande soll die Überschlagspannung hier ebenfalls mindestens 10 kV betragen.

Da nach V.S.F. § 12 die nicht genormten Isolatoren in elektrischer und mechanischer Hinsicht die gleiche Sicherheit bieten müssen wie die genormten, müssen also die Angaben über die Prüfspannungen bei DIN VDE 3171 allgemein auch bei Spannungen von 0,5 bis 1 kV eingehalten werden.

Für die Prüfung selbst sind dann die „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an“ sinngemäß einzuhalten. Es sei die Inhaltsübersicht dieser Leitsätze angegeben:

Inhaltsübersicht.

I. Stückprüfung (Prüfung sämtlicher Stücke).

- § 1. Elektrische Prüfung mit technischem Wechselstrom.
- § 2. Elektrische Prüfung mit Spannungstößen.
- § 3. Mechanische Prüfung.
- § 4. Beschaffenheit der Oberfläche.

II. Typenprüfung (Prüfung an Stichproben).

Elektrische Prüfung mit technischem Wechselstrom.

- § 5. Trockenüberschlagspannung.
- § 6. Regenüberschlagspannung.
- § 7. Durchschlagprüfung.
- § 8. Prüfung auf Empfindlichkeit gegen Wärmeschwankungen.
- § 9. Mechanische Prüfung.
- § 10. Mechanische Dauerprüfung von Kappenisolatoren unter Spannung.
- § 11. Mechanische Dauerprüfung von Vollkernisolatoren.
- § 12. Prüfung der Saugfähigkeit des Scherbens.

soll mindestens das 12,5fache, die Durchschlagsspannung mindestens das 17,5fache der Betriebsspannung betragen⁵⁾).

4. Bei Betriebsspannungen von mehr als 1000 V sollen nur Isolatoren aus keramischen Stoffen verwendet werden.

Wird einfache Isolation angewendet, so sollen die Isolatoren § 12 der V.S.F., und zwar auch in Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V genügen⁶⁾).

5. Holz — auch Rohholz — ist bei Betriebsspannungen bis 1000 V als zweite Isolation zulässig, als alleinige Isolation aber nur, wenn es einem für die gleiche Betriebsspannung vorgeschriebenen Isolator aus keramischem Stoff dauernd gleichwertig ist⁷⁾).

b) Im Handbereich liegende Teile von Trag- und Querdrähten sind gegen Spannung führende Leitungen bis 1000 V Betriebsspannung doppelt zu isolieren⁸⁾, bei höherer Spannung ist der im Handbereich liegende Teil zu erden.

6. Bei Stromschienenbahnen mit Betriebsspannungen bis 1500 V kann von einer Erdung der Stromschienenträger und zugehörnden Kabelendverschlüsse, sofern sie nur unterwiesenem Personal zugänglich sind, abgesehen werden.

c) Die Höhe der Fahrdrähte und der am gleichen Gestänge geführten sonstigen Leitungen über öffentliche Straßen darf bei Wechselspannungen bis 1000 V oder bei Gleichspannungen bis 1500 V nicht unter 5 m betragen [Ausnahme siehe d)].

Bei Wechselspannungen über 1000 V oder bei Gleichspannungen über 1500 V muß die Höhe der Leitungen mindestens 5,5 m über Straßenoberfläche betragen [Ausnahme siehe d)].

5) Die V.S.F. behandeln nur Isolatoren aus keramischen Werkstoffen, während bei Straßenbahnen noch vielfach Isolatoren aus anderen Werkstoffen Anwendung finden. Für diese ist also nicht nur doppelte Isolierung Regel, sondern es müssen zwei Isolatoren hintereinandergeschaltet werden in der üblichen Weise, wonach ein Isolator als Fahrdrahtträger ausgebildet, der zweite im Querdraht angeordnet wird.

Wie in Erläuterung 4) bereits angegeben, ist der Abspann-Schnallenisolator (Hartgummi) bis 750 V Betriebsspannung unter DIN VDE 3170 vom Oktober 1931 genormt. Sinngemäß sind bei der Prüfung die „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an“ anzuwenden.

6) Das bezieht sich auf die Verwendung keramischer Isolatoren überhaupt, dieselben müssen also bei einfacher Isolierung immer den Vorschriften für keramische Isolatoren über 1000 V entsprechen.

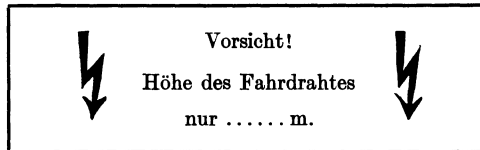
7) Die Verwendung von Holz läßt sich nicht vermeiden, besonders in niedrigen Unterführungen. Beachtlich sind für die Auswahl des Holzes die „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Holz als Isolierstoff“. Es kann hier mit Recht auf Grund der vorliegenden Erfahrungen eingewendet werden, daß die mit dieser Bestimmung sich ergebende Beschränkung der Verwendung von Holzmasten auf Spannungen bis 1000 V zu weitgehend ist. Bei Verwendung hochwertiger keramischer Isolatoren dürfte auch bei höherer Spannung gegen die Weiterverwendung von Holzmasten nichts einzuwenden sein.

8) Was unter „Handbereich“ zu verstehen ist, hängt von der Örtlichkeit ab. Im vorliegenden Falle wird man unter „Handbereich“ z. B. zu verstehen haben, daß Querdrähte oder dgl. nicht von Fenstern, Balkonen usw. mit normalen Mitteln berührt werden können. Ein festes Maß läßt sich hierfür nicht angeben. Die D.R. hält ein solches von 2 m für ausreichend. Selbstverständlich dürfen auch Fahrleitungen, blanke Speiseleitungen usw. nicht im Handbereich verlaufen. Lassen sich Speiseleitungen und dgl. nicht außerhalb des Handbereiches verlegen, so sind diese Leitungen selbst zu isolieren und gegebenenfalls gegen Beschädigungen zu schützen.

In Unterführungen sind geringere Höhen der Leitungen bei Wechselspannungen bis 1000 V und bei Gleichspannungen bis 1500 V zulässig, wenn geeignete Vorsichtsmaßnahmen gegen zufällige Berührung getroffen werden (Warnungsschilder und Schutzabdeckungen⁹⁾).

Durch dichte Fußböden und genügend hohe Schutzwände (fugenlose Holzwände oder dicht vermaschte geerdete Schutzgitter und dgl.) ist dafür zu sorgen, daß eine Berührung der Leitungen von oben und von der Seite her verhindert wird¹⁰⁾.

9) Üblich sind Warnungstafeln mit roter Schrift auf weißem Grunde in folgender Ausführung:



Bei Verwendung von Decksitzwagen ist außerdem ein entsprechender Hinweis für die Fahrgäste zu empfehlen.

10) Für eine einheitliche Regelung ist im rheinisch-westfälischen Industriebezirk eine Vereinbarung mit der Reichsbahn getroffen, deren bezgl. Bestimmungen nachstehend angegeben werden. Wenn auch diese Vereinbarung auf diejenigen Fälle zugeschnitten ist, die bei Benutzung von Reichsbahnunterführungen eintreten, so empfiehlt sich ihre Anwendung auch bei ähnlichen Fällen, z. B. Wagenhalleneinfahrten usw.

Fahrleitungen.

1. Für Fahrdrähte ist ein Mindestquerschnitt von 80 mm anzuwenden. Sie müssen ausgewechselt werden, wenn ihr Querschnitt durch Abnutzung 60 mm² unterschreitet.

2. Die Höhenleitung der Fahrleitung elektrischer Straßenbahnen über Bahngelände bestimmt die D.R.G. von Fall zu Fall; der tiefste Punkt der Fahrleitungen muß im allgemeinen mindestens 5,5 m über Schienenoberkante der gekreuzten Gleise liegen.

3. Bei Plankreuzungen von Hauptgleisen sind die Bahnstromleitungen nach Art der Ketten- oder Vielfachaufhängung herzustellen, damit sie gegen Bruch, Durchgangsänderung und nach Bedarf gegen Abtrieb gesichert sind.

4. In Bauwerken von geringer Lichthöhe sind an Stelle des Fahrdrahtes möglichst eiserne Leitschienen anzuwenden. Für Bügelstromabnehmer sind zwei nebeneinander geführte Leitschienen zweckmäßig.

Abstand von Klappschranken.

Die Enden der Klappschranken sollen unter allen Umständen wenigstens 10 cm von den Fahrleitungen entfernt bleiben. Bei Spannungen über 600 V muß dieser Abstand entsprechend erhöht werden. Dieser Abstand darf auch durch Windabtrieb, Erschütterungen oder Schwanken sowohl des Fahrdrahtes als auch der Schranke nicht unterschritten werden.

Schutzverschalung.

1. Unter Bauwerken ist über dem Fahrdraht eine durchgehende hölzerne Schutzverschalung anzubringen. Sie kann bei einer geringeren lichten Höhe des Bauwerkes als 4,20 m über Straßenkronen unmittelbar an diesem befestigt werden. Bei lichten Höhen über Fahrschiene von 4,20 m und mehr muß ein Abstand von 15 mm zwischen Bauwerk und Oberkante Holzverschalung freigehalten werden.

Durch geeigneten Anstrich ist die Schutzverschalung gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit zu schützen.


Isolierleisten über den Fahrleitungen sind unzulässig.

2. Die Befestigung der Verschalung an eisernen Bauteilen darf nicht nur durch Anbohren oder Ausklinken der Träger erfolgen.

3. Alle mit dem Bauwerk in Verbindung stehenden eisernen Befestigungsteile müssen gegen Berührung mit stromführenden Teilen in doppelter Weise geschützt sein.

4. Die Befestigungsschrauben sind gegen Lockerungen und Berührung mit den Stromabnehmern zu sichern.

Fortsetzung der Erläuterung 10) von S. 86.

5. Die Schutzverschalung soll in der Regel in voller Bügelbreite ausgeführt werden, um bei entgleistem, gebrochenem oder verschränktem Stromabnehmer die Berührung stromführender Teile mit dem Bauwerk zu verhindern; bei Rollenabnehmern ist eine  förmige Schutzverschalung auszuführen.

6. Die Schutzverschalung ist nach jeder Seite wenigstens 0,5 m über das Bauwerk hinaus zu verlängern. Eine Vergrößerung dieses Maßes kann auf Grund besonderer Verhältnisse gefordert werden.

Isolatoren.

1. Zur Aufhängung der Fahrleitung genügt ein Isolator, wenn dieser unmittelbar auf der Holzverschalung angebracht wird. Das Holz der Verschalung gilt dann als zweite Isolation.

2. Die Isolatoren dürfen nicht unter Eisenträgern angebracht werden. Durch die Verschalung gehende Schraubenköpfe sind, soweit nötig, gegen Berührung mit Teilen des Bauwerkes zu schützen.

Rückleitung.

1. Werden die Schienen der elektrischen Bahn zur Rückleitung des Fahrstromes benutzt, so ist diese Rückleitung in der Nähe der Kreuzungsteile besonders sorgfältig herzustellen und zu überwachen.

2. Bei Plankreuzungen oder Einführungsanlagen elektrisch betriebener Kleinbahnen müssen die innerhalb der Reichsbahngleise liegenden Schienenstücke der Straßenbahngleise unter sich und mit den außerhalb der Reichsbahngleise liegenden Schienen der Straßenbahn, sowie diese letzteren unter sich, durch kupferne Verbindungsbügel gut leitend verbunden sein; die Verbindungsbügel müssen einen Querschnitt von mindestens 80 mm² haben. Außerdem müssen auf Anfordern der D.R.G. Einrichtungen getroffen werden, die den Übertritt von Rückleitungströmen aus den Schienen der Kleinbahn in die Gleisanlagen der Reichsbahn mit Sicherheit verhindern.

3. Elektrolytische Wirkungen auf die Anlagen der D.R.G., wie Schienen, eiserne Brückenteile und dgl. müssen auf jeden Fall vermieden werden.

4. Geschweißte Schienenstöße in Unter- und Überführungen bedürfen keiner besonderen Stoßüberbrückungen, an der Kreuzungstelle ist jedoch wenigstens eine Querverbindung anzubringen.

Warnungstafeln.

Auf beiden Stirnseiten von Bauwerken, wo die Regelfahrdrahthöhe unterschritten wird, sind Warnungstafeln in ausreichender Größe anzubringen, welche durch rote Blitzpfeile auf die Gefahr einer Berührung mit den Bahnstromleitungen hinweisen und in deutlich sichtbarer Schrift die geringste Höhe der Leitungen über Straßenkrone angeben.

Erdung eiserner Bauwerke.

Eiserne Brückenbauten müssen durch Verlegung besonderer Erdungskörper gut geerdet werden. Straßenbahnschienen dürfen hierzu als Erde nicht benutzt werden.

Die Plankreuzungen von elektrisch betriebenen Vollbahnen durch elektrische Straßenbahnen sind im vorstehenden Entwurf noch nicht berücksichtigt, doch empfiehlt es sich, die Verhandlungen auch auf dieses Gebiet auszudehnen.

Die Erfahrungen, die seitens der D.R. gelegentlich der Elektrisierung der Berliner Stadtbahn gemacht sind, haben der D.R. Veranlassung gegeben, bez. der Erdung eiserner Brücken in den B.K.V. folgende Änderung vorzusehen:

Erdung eiserner Brücken.

Bei Kreuzungen von Straßenbahnen unter Reichsbahnbrücken sollen die Schutzverschalungen zweckentsprechend ausgestaltet werden, damit ein Stromübergang von der Anlage der Straßenbahn nach der Brücke mit Sicherheit verhindert wird. Denn im Falle eines Stromüberganges zur Brücke ist es nicht ausgeschlossen, daß der Kurzschlußstrom von der Erdplatte der Brücke nach den Straßenbahnschienen infolge von Widerständen im Erdreich nicht so hoch ansteigen kann, daß der Speiseschalter im Unterwerk auslöst. Der Strom würde dann längere Zeit bestehen bleiben und könnte, wenn er in Rohrleitungen oder Kabel eindringt, Zerstörungen anrichten. Diese Gefahren könnten nur durch Verbinden der Brücke mit den Fahrsehnen der Straßenbahn beseitigt werden. Ein solcher Ausweg ist aber nicht gangbar, da hierbei Korrosionen durch vagabundierende Ströme entstehen könnten. Es bleibt daher nur übrig, die Brücken mittels besonderer Erdkörper gut zu erden, daneben aber auf zweckentsprechende Ausgestaltung der Schutzverschalungen zu halten.

Eiserne Brückenbauwerke im Zuge elektrischer Gleichstrombahnen müssen möglichst gut von Erde isoliert gehalten werden, damit es möglich ist, sie mit den Fahrsehnen leitend zu verbinden, ohne befürchten zu müssen, daß vagabundierende Erdströme auf-

d) Bei Bahnen auf besonderem Bahnkörper, der dem öffentlichen Verkehr nicht freigegeben ist, dürfen die Leitungen in beliebiger Höhe verlegt werden, wenn bei der gewählten Verlegungsart die Strecke von unterwiesenen Personal ohne Gefahr begangen werden kann. Sind an Haltestellen die Leitungen vom Bahnsteig aus erreichbar, so müssen sie gegen zufälliges Berühren geschützt werden oder es sind Warnungsschilder anzubringen. Bei Übergängen sind die Leitungen entweder auf die unter c) vorgeschriebenen Höhen zu bringen oder durch Profiltore zu sichern oder, wenn dieses nicht möglich ist, zu unterbrechen.

e) Wenn Fahrleitungen unter oder neben Stahlbauten oder Eisenbetonbauten verlegt sind, müssen Einrichtungen getroffen werden, um zu verhüten, daß durch einen entgleiten, verbogenen oder gebrochenen Stromabnehmer das Bauwerk unzulässige Berührungsspannung erhält¹¹⁾.

f) Für den Fahrdraht sind nur Baustoffe zulässig, die mindestens die in DIN VDE 3140 für Kupfer gegebenen Festigkeitswerte haben¹²⁾. Die Strom-

treten, die Korrosionen herbeiführen. Die leitende Verbindung der Brücke mit den Fahrstienen ist notwendig, damit im Falle eines Stromüberganges nach der Brücke die sich dann ausbildenden Kurzschlußströme einen guten metallischen Rückweg vorfinden und nicht auf Wege abgedrängt werden, wo sie große Zerstörungen an Rohrleitungen, Kabeln usw. anrichten können. Gleichzeitig dient die Verbindung der Brückenteile mit den Fahrstienen als Berührungsschutz. Eiserner Brücken, bei denen sich ein genügender Isolationszustand gegen Erde nicht erreichen läßt, dürfen nur über Spannungssicherungen an die Fahrstienen angeschlossen werden. Dies ist ein Notbehelf. Denn die Spannungssicherungen bedürfen einer ständigen Überwachung. Auch ist ihre Konstruktion zur Zeit noch nicht so vollkommen, daß Versager ausgeschlossen sind.

11) Auch hierfür kann die unter Erläuterung 10) genannte Vereinbarung zweckmäßig Verwendung finden.

12) Für die Fahrdrähte elektrischer Bahnen sind bereits Normen festgelegt, und zwar DIN VDE 3140 und 3141* vom Nov. 1929, die ihrer Wichtigkeit wegen hier zum Abdruck kommen sollen:

Werkstoffeigenschaften.

Als Werkstoff ist Elektrolytkupfer nach den Kupfernormen des VDE zu verwenden.

Die Bruchdehnung δ_{10} muß bei den Querschnitten bis zu 65 mm² mindestens 2,5 %, bei größeren Querschnitten mindestens 3,5 % betragen.

Querschnitt mm ²	Zugfestigkeit Rillendraht Ri und Runddraht Ru nach DIN VDE 3141
	kg/mm ²
35	40
50	39
65	37
80	36
100	36
120	33
150	32

Die Zugfestigkeit σ_B muß bei einer Zerreißgeschwindigkeit von höchstens 0,20 mm/s mindestens nebenstehende Werte aufweisen.

Der Querschnitt des Drahtes ist aus dem Gewicht eines Probestückes von etwa 1 m Länge bei einem spezifischen Gewicht des Elektrolytkupfers von 8,9 kg/dm³ zu errechnen, wobei die zulässigen Querschnittsabweichungen höchstens $\pm 4\%$ betragen dürfen.

Die Oberfläche des Drahtes darf keine Unebenheiten und Risse aufweisen. Der Draht darf keine Knicke haben und soll frei von Drall und Buckeln sein.

Auf einer Länge von 250 mm muß er sich in kaltem Zustande mindestens fünfmal um 360°

verdrehen lassen, ohne zu brechen. Um einen runden Dorn vom Durchmesser des Drahtes soll der Draht ohne Bruch und Ribbildung schraubenförmig gewickelt werden können. Um den gleichen Dorn gebogen, dürfen bei Aufeinanderlegen der Drahtenden keine Risse an der Oberfläche auftreten. Bei Rillendraht hat die Biegung um die Lauffläche zu erfolgen.

Die Lötung einzelner zu einer Rollenlänge vereinigter Teillängen soll mit Silberlot sauber ausgeführt werden, bevor der Draht fertig gezogen ist. Die Lötstellen im fertigen

* Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normenblattes im DIN-Format A 4, das durch den Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdner Str. 97, zu beziehen ist.

Fortsetzung der Erläuterung 12) von S. 88.

Draht müssen mindestens 200 mm lang sein und müssen mindestens 96 % der Zugfestigkeit des Drahtes haben.

Prüfung und Abnahme.

Prüfung und Abnahme erfolgen im Lieferwerk, sofern nichts anderes vereinbart ist. Das Lieferwerk hat die nötigen Prüfmaschinen und Hilfskräfte kostenlos zu stellen.

Für Mengen bis zu 10 000 kg darf für je angefangene 5000 kg eine Prüfung aller im ersten Abschnitt vorgeschriebenen Eigenschaften verlangt werden, bei Mengen über 10 000 kg für jede weiteren angefangenen 10 000 kg eine weitere Prüfung aller vorgeschriebenen Eigenschaften.

Wird ein Teil der geprüften Trommeln wegen nicht bedingungsgemäßer Beschaffenheit zurückgewiesen, so darf für den übrigen Teil der Lieferung die doppelte Anzahl der vorstehend angegebenen Prüfungen verlangt werden. Werden hierbei die Bedingungen erfüllt, so hat die Abnahme zu erfolgen. Das Lieferwerk ist jedoch verpflichtet, innerhalb 14 Tagen bedingungsgemäßen Ersatz für die zurückgewiesenen Trommeln zu leisten.

Werden dagegen die Bedingungen nicht erfüllt, so kann die gesamte Lieferung verworfen und Ersatz verlangt werden, mit dessen Lieferung nach 14 Tagen begonnen werden muß. Die Auslieferung hat in den gleichen Mengen — wie bei der ursprünglichen Lieferung vorgesehen — zu erfolgen.

Werden bei der Verlegung des Fahrdrahtes Mängel festgestellt, die bei der Abnahme im Werk nicht bemerkt werden konnten, oder wird durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, ein staatliches Materialprüfungsamt oder eine deutsche Technische Hochschule eine geringere als die vorgeschriebene Leitfähigkeit ermittelt, so ist ebenfalls bedingungsgemäßer Ersatz zu leisten. 14 Tage nach Aufforderung ist — wie oben angegeben — mit der Ersatzlieferung zu beginnen.

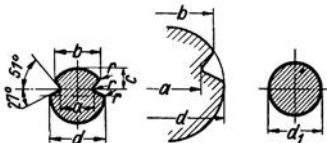
Lieferung.

Der Draht ist auf Hoiztrommeln von etwa 1,5 m Außen- und etwa 1 m Kerndurchmesser zu liefern. Für Fahrdrähte über 100 mm² Querschnitt kann ein größerer Kerndurchmesser als 1 m gefordert werden. Jede Trommel soll etwa 1600 kg Drahtgewicht erhalten, bei den kleineren Drahtquerschnitten ist es zulässig, mehrere Längen auf eine Trommel zu wickeln. Hierüber können mit dem Lieferwerk jeweils besondere Abmachungen getroffen werden.

Der Draht ist mit größter Sorgfalt aufzuwickeln. Die einzelnen Drahtwindungen müssen möglichst dicht nebeneinander liegen; keine Windung, mit Ausnahme der ersten oder letzten jeder Wickellage, darf über einer anderen Windung der gleichen Schicht liegen. Rillendraht ist, mit der Lauffläche auf der Trommel liegend, ohne Verdrehung aufzuwickeln.

Auf jeder Trommel müssen Trommelgewicht (ohne Drahtlast), Querschnitt, Gesamtlänge und Gewicht des Drahtes deutlich und dauerhaft angeschrieben sein.

Enthält eine Trommel mehrere Drahtlängen, so sind für diese die einzelnen Längen anzugeben, und zwar in der Reihenfolge, wie sie auf die Trommel gewickelt sind.



Rillendraht Kurzzeichen	Nenn- quer- schnitt mm ²	Abmessungen					Gewicht kg/1000 m ≈
		a	b	c	d	r	
Ri 35	35	4,2	6,0	3,0	7,0	0,2	310
Ri 50	50	5,6	7,2	3,3	8,2	0,2	445
Ri 65	65	5,6	7,6	3,5	9,4	0,3	580
Ri 80	80	5,6	8,0	3,8	10,6	0,3	710
Ri 100	100	5,6	8,6	4,0	12,0	0,3	890
Ri 120	120	5,6	8,8	4,0	13,2	0,3	1070
Ri 150	150	5,6	9,0	4,0	14,8	0,3	1335

belastung darf die Leiter nicht so erwärmen, daß die Festigkeit der Fahrleitung, besonders in abgenutztem Zustande, unzulässig verringert wird.

g) Die Bauausführung der Fahrleitung hat sinngemäß nach den V.S.F. zu erfolgen mit Ausnahme der Bestimmungen über Winddruck und Eisbelastung¹³⁾.

7. Bestimmungen über Winddruck und Eisbelastung sollen den örtlichen Verhältnissen entsprechend von Fall zu Fall getroffen werden.

h) Die Fahrleitung und sonstige am gleichen Gestänge geführte Leitungen sind in bebauten Straßen in zweckmäßig lange Abschnitte, die durch Ausschalter getrennt werden können, zu unterteilen.

Für Bahnen auf besonderem Bahnkörper gilt diese Bestimmung nicht¹⁴⁾.

Runddraht Kurzzeichen	Nenn- quer- schnitt mm ²	d_1	Gewicht kg/1000 m ≈
Ru 35	35	6,7	315
Ru 50	50	8,0	445
Ru 65	65	9,1	580
Ru 80	80	10,1	715
Ru 100	100	11,3	890
Ru 120	120	12,4	1075
Ru 150	150	13,9	1350

Werkstoff: Elektrolytkupfer nach den Kupfernormen des VDE.

Spez. Gewicht zu 8,9 kg/dm³ angenommen.

Sind für Sonderzwecke Rillen-Fahrdrähte anderer Formen unvermeidlich, so müssen Rillenabstand a und Rillenkante den Normen entsprechen.

Technische Lieferbedingungen siehe DIN VDE 3140.

Fahrdrahtklemmen für Rillendraht, Gewindebolzen-Aufhängung, siehe DIN VDE 3142.

Fahrdrahtklemmen für Rillendraht, Drehbolzen-Aufhängung, siehe DIN VDE 3144.

Fahrdrahtklemmen für Runddraht, Gewindebolzen-Aufhängung, siehe DIN VDE 3143.

13) Es kann nur eine „sinngemäße“ Anwendung der V.S.F. gefordert werden, entsprechende Vergleiche werden bereits bei den einzelnen V.E.B.-Vorschriften angestellt. Es sei noch darauf hingewiesen, daß besonders die Bestimmungen über die Berechnung der Maste, der Fundierungen usw. Beachtung verdienen, wengleich sich für die vielfach ganz anders gelagerten Bahnverhältnisse Sonderbestimmungen herausgebildet haben, die teilweise bereits in DIN VDE-Normen verankert sind.

14) Die Vorschrift ist in der Hauptsache deswegen erlassen, um bei auftretenden Bränden in mit elektrischen Bahnen belegten Straßen ein Spannungslosmachen einzelner Streckenteile zu ermöglichen. Es empfiehlt sich jedoch nicht, das Abtrennen der Feuerwehr ganz allgemein zu überlassen, sondern allenfalls den Berufsfeuerwehren, da nur hier die Gewähr einer genügend technischen Vorbildung besteht. Vorzuziehen ist aber eine Lösung in der Art, daß örtliche Vereinbarungen getroffen werden, wonach auch seitens der Berufsfeuerwehren eine Benachrichtigung der Bahn erfolgt, um das Spannungslosmachen in einwandfreier Weise zu ermöglichen. Nur in seltenen Fällen liegen heute in Städten noch so einfache Verhältnisse in der Streckenspeisung vor, daß die entsprechenden Arbeiten durch Nichteingeweihte mit der nötigen Sicherheit vorgenommen werden können. Besondere Vorsicht ist geboten bei der Verwendung der sogenannten Kurzschließer, einer Erdungsvorrichtung. Diese sollte keine Anwendung finden ohne vorherige sachkundige Unterweisung. Das Spannungslosmachen findet im übrigen nur noch sehr selten statt, meist nur wenn „Menschenleben in Gefahr“ sind.

i) Streckenschalter für Wechselspannungen bis 1000 V oder für Gleichspannungen bis 1500 V müssen, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sind, mit verschlossen zu haltenden Schutzkasten versehen sein. Die Schutzkasten sind nach den „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ zu erden¹⁵⁾.

Beachtlich ist auch hierbei, wenn bei einer Bahn mit Stromrückgewinnung gearbeitet wird! In diesem Falle ist es ohne weiteres möglich, daß ein Wagen in eine spannungslos gemachte Strecke hineinfährt und durch Spannungsabgabe Unheil anrichtet. Es müssen also in solchen Fällen weitere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden durch Sicherung der abgeschalteten Strecke in irgendeiner Weise.

Eine bestimmte Länge der abtrennbaren Strecke ist nicht mehr angegeben. Früher war für stark behaute Straßen eine solche von 1 km angegeben. Man wird hier von Fall zu Fall Feststellungen treffen müssen, wobei nicht zu vergessen ist, daß jede Schaltstelle gleichzeitig eine Fehlerquelle darstellt.

Man wird im übrigen von einer Trennbarkeit nicht nur bei eigenem Bahnkörper, sondern auch bei unbebauten Straßen absehen können.

15) Die vielfach üblichen, unmittelbar in die Fahrleitung eingebauten Streckenschalter (Streckentrenner) mit Betätigung durch eine unabhängige Schaltstange haben bei aller Einfachheit den Nachteil, daß oft im geeigneten Augenblick die Schaltstange fehlt oder die Schalterkontakte infolge der freien Lage und der geringen Benutzung unbrauchbar geworden sind. Infolgedessen werden mit Vorteil Schalter verwendet, die nicht mehr unmittelbar in die Fahrleitung eingebaut, sondern die an geeigneter Stelle angebracht und mit der Fahrleitung in geeigneter Weise durch Leitungen verbunden sind. Dabei wird entweder der Schalter durch ein festes Schaltgestänge betätigt oder es findet ein geeigneter Hebelschalter Verwendung, der in Reichhöhe untergebracht ist. Bei Einbau des Trenners in die Fahrleitung ist selbstverständlich ein Schutzkasten nicht erforderlich, da der Fahrdraht dann ebenso leicht erreicht werden könnte, derselbe aber unbedingt außerhalb der Reichweite liegen muß. Im zweiten Falle ist ein Schutzkasten erforderlich, wenn der Schalter im Handbereich liegt; im dritten Falle ist der Schutzkasten immer erforderlich. Die Erdung hat nicht nur für den Schutzkasten selbst zu erfolgen, sondern auch für das Betätigungsgestänge. Daß die Schutzkästen verschlossen zu halten sind, trifft nur für den dritten Fall zu, in den anderen Fällen ist die Schaltstange bzw. das Schaltgestänge durch Verschluss zu sichern. Sinngemäß ist zu verfahren, wenn außer der Fahrleitung auch die anderen, am gleichen Tragwerk verlaufenden Leitungen zu trennen sind.

Besondere Vorschriften für die Ausbildung der Schalter sind nicht gegeben. Es ist selbstverständlich, daß dieselben den rauen Anforderungen des Bahnbetriebes entsprechend sehr massiv konstruiert werden müssen, daß reichlich bemessene Kontaktflächen vorhanden sein müssen und daß ferner die Schalter Bedienung unter Belastung vertragen. Vorzuziehen sind Schalter mit getrennter Funkenlöschung. Das ist besonders erforderlich bei den vielfach verwendeten Selbstschaltern (Kuppelschaltern) oder Fernschaltern.

Die Vorschriften enthalten keine Bestimmung über die Möglichkeit oder Zulässigkeit des Befahrens der Trennstellen mit Strom. Wenn auch die Möglichkeit des Befahrens mit Strom bei entsprechend ausgebildeten Schaltern manche Vorteile bietet, so darf doch nicht vergessen werden, daß durch die Überbrückung Nachteile anderer Art auftreten. Dasselbe ist allerdings auch der Fall beim Befahren aller Streckentrenner mit Triebwagen, die mit 2 Stromabnehmern ausgerüstet sind. Ist die folgende Strecke aus irgendeinem Grunde abgetrennt bzw. spannungslos gemacht, so kann eine unbeabsichtigte Unterspannungsetzung erfolgen, die nicht ohne Gefahr sein wird. Dasselbe trifft auch zu, in noch weit höherem Maße, beim Befahren solcher Strecken mit Stromrückgewinnungswagen. In solchen Fällen müssen besondere Schutzmaßnahmen durch Betriebsanordnungen getroffen werden.

Bei Wechselfspannungen über 1000 V oder Gleichspannungen über 1500 V sind Freiluft- oder Ölschalter zu verwenden¹⁶⁾.

Bei Bahnen auf besonderem Bahnkörper, der dem öffentlichen Verkehr nicht freigegeben ist, kann von dem Verschluss des Schutzkastens für Streckenschalter abgesehen werden.

8. In die Fahrleitung und die am gleichen Gestänge geführten Freileitungen sollen bei Bahnen für Betriebsspannungen bis 3000 V dauernd wirksame Überspannungsschutzvorrichtungen eingebaut werden. Diese Schutzvorrichtungen sollen nach den „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ geerdet werden¹⁷⁾.

Für die Konstruktion der Streckenschalter und aller sonstigen Schaltgeräte gelten die

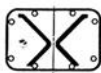
Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselfspannung. R.E.S./1928;

ferner die

Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen. R.E.H./1929.

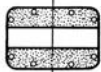
(Siehe auch V.E.B. § 12.)

Es ist des weiteren im Betriebsinteresse zweckmäßig, alle Schaltstellen usw. einheitlich kenntlich zu machen. Da besonders hierzu im rheinisch-westfälischen Industriebezirk mit seinen verbundenen Bahnbetrieben ein starkes Bedürfnis bestand, haben sich die drei Straßenbahn-Arbeitsgemeinschaften in den Aufsichtsbezirken Essen, Köln und Wuppertal im Jahre 1926 entschlossen, alle Streckenbezeichnungen zu vereinheitlichen. Nachstehend werden diese Richtlinien auszugsweise angegeben:



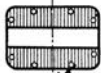
5. Bezeichnung der Blitzableiter.

Ausführungsart: rechteckiges Schild von 300×200 mm, beiderseitig schwarze Hörnerableiter auf weißem Grund.



6. Bezeichnung der stromlos zu befahrenden Streckentrenner.

Ausführungsart: rechteckiges Schild von 300×200 mm, beiderseitig orangefelber Grund mit weißem Querstreifen.



7. Bezeichnung der mit Strom zu befahrenden Streckentrenner.

Ausführungsart: rechteckiges Schild von 300×200 mm, beiderseitig grüner Grund mit weißem Querstreifen.



8. Bezeichnung der positiven Speisepunkte.

Ausführungsart: rechteckiges Schild von 300×200 mm, beiderseitig rot-weiß karierte Felder, Mittelfeld weiß.



9. Bezeichnung der negativen Speisepunkte.

Ausführungsart: rechteckiges Schild von 300×200 mm, beiderseitig blau-weiß karierte Felder.

16) Siehe Erläuterung 15).

17) Die Frage eines vollkommen befriedigenden Überspannungsschutzes kann zur Zeit noch nicht als gelöst bezeichnet werden. Die Verteilung der Schutzvorrichtungen auf das Netz soll nicht schematisch, sondern entsprechend den örtlichen Verhältnissen erfolgen, so daß also besonders gefährdete Gebiete reichlich mit Überspannungsschutz versehen werden, während in anderen Gebieten, besonders in den Städten, ein geringer Schutz zugänglich ist.

Ausführliche Darlegungen über das Gebiet des Überspannungsschutzes finden sich in: Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen vom Okt. 1926.

Bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber ist ein Dämpfungswiderstand in der Erdungsleitung zweckmäßig.

k) Bei Bahnen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber und mit besonderem Bahnkörper müssen Blitzpfeile an den der Öffentlichkeit zugänglichen Anlageteilen angebracht werden¹⁸⁾.

l) Bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber sind sämtliche Maste oder Träger der Fahrleitung mit den Fahrschienen zu verbinden. Diese Verbindungen müssen an Bahnsteigen und bei Kreuzungen öffentlicher Straßen doppelt verlegt werden. Sind zwei oder mehrere Maste durch Querträger oder Seile elektrisch leitend miteinander verbunden, so genügt für diese Maste je eine Erdungsleitung¹⁹⁾.

Werden am Fahrleitungsgestänge Wechselstromleitungen auf Stützenisolatoren geführt, so müssen derartige Verbindungen bei Wechselspannungen von mehr als 250 V gegen Erde durchgeführt werden.

An Stellen, an denen die Außenleiter einer Dreileiteranlage zusammenreffen, ist ein auf die Gefahr hinweisendes Warnungsschild anzubringen²⁰⁾.

m) Speiseleitungen müssen im Kraft- oder Unterwerk von der Stromquelle und an den Speisepunkten von der Fahrleitung abschaltbar sein²¹⁾.

9. Bei geringer Entfernung der Stromerzeugungsanlage von der Fahrleitung kann auf die Abschaltung am Speisepunkt verzichtet werden.

n) Die Speiseleitungen müssen durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter geschützt sein. Diese Schutzvorrichtung muß so bemessen oder eingestellt werden, daß der Stromkreis bei Kurzschluß abgeschaltet, bei den höchsten betriebsmäßig auftretenden Belastungen jedoch nicht unterbrochen wird²²⁾.

18) Für sämtliche Straßenbahnen entfällt also die Notwendigkeit zur Anbringung der Blitzpfeile, sofern nicht etwa am gleichen Tragwerk Leitungen verlegt sind, die eine höhere Spannung als 1000 V führen. Im letzteren Falle sind die Blitzpfeile notwendig.

19) Bis 1000 V brauchen also Maste im Gegensatz zu den alten Vorschriften nicht mehr geerdet zu werden! Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß selbstverständlich Stahlmasten, an denen sich Überspannungsschutzeinrichtungen, Schalter und dgl. befinden, nach wie vor zu erden sind.

20) Derartige Anlagen, an denen ein Polwechsel an der Trennstelle stattfindet, sind bei Straßenbahnen vereinzelt in Anwendung gekommen, z. B. in Nürnberg.

21) Die beiderseitige Abtrennbarkeit ist erforderlich, um eine schnelle Eingrenzung von Fehlerstellen und ein leichteres Aufsuchen letzterer zu ermöglichen. Für die Ausbildung der Schalter an der Einführung in die Fahrleitung ist die Vorschrift zu § 23 i) zu beachten. Auch hier empfiehlt sich eine einheitliche Kennzeichnung der Speisepunkte.

22) Gemäß Erläuterung 4) zu § 21 ist ein Schutz der Speisekabel und auch der Speiseleitungen nicht nötig. Aus Bahnsicherheitsgründen wird jedoch hier eine solche Absicherung wieder vorgeschrieben. Aus demselben Grunde empfiehlt es sich auch, die Bahnschaltanlagen entsprechend vorsichtig auszubilden, d. h. etwa in der Weise, daß für eine gewisse Zahl Speiseleitungen bzw. Selbstschalter ein Reserveselbstschalter angeordnet wird, der auf jeden etwa unbrauchbar gewordenen Selbstschalter geschaltet werden kann.

Die Einstellung der Sicherungen oder Selbstschalter bezweckt hier also weniger einen Leitungsschutz gegen unzulässige Überlastungen. Näheres siehe bereits in oben angegebener Erläuterung 4) zu § 21.

Bez. der bei der Kabelverlegung zu beachtenden Vorschriften und Regeln sei noch folgendes bemerkt:

10. In diesen Stromkreisen soll die Nennstromstärke der Schmelzsicherungen höchstens das 1,5fache, die Auslösestromstärke des Selbstschalters höchstens das 3fache der nach Spalte 4 der Tafel in § 21 für die Speiseleitungen zugelassenen Stromwerte betragen.

§ 24.

Schienenrückleitungen.

a) Bei Gleichstrombahnen müssen, sofern die Schienen zur Rückleitung des Stromes dienen, die Stöße gut leitend verbunden sein¹⁾.

Zunächst sind die in Erläuterung 2) zu § 21 angegebenen Richtlinien für die Einordnung der Bahnkabel in öffentliche Straßen zu beachten.

Genormt sind ferner:

- DIN VDE 7600 Juni 1925: Verbindungsmuffen für Einleiterkabel bis 1000 mm² Leiterquerschnitt. Spannungen bis 750 V.
 DIN VDE 7620 Juli 1925: Abzweigmuffen für ungeschnittene Einleiterkabel bis 1000 mm² Leiterquerschnitt. Spannungen bis 750 V.
 DIN VDE 7651 Juli 1925: Abzweigschraubhülsen für Kabelleiter 6 bis 1000 mm² Kupfer-
 rundleiterquerschnitt.
 DIN VDE 7689 Okt. 1925: Montageanweisungen für Kabelmuffen bis 10000 V.

Besonders die Montageanweisungen sind sehr beachtlich und es ist noch darauf hinzuweisen, daß es nach diesen Anweisungen freigestellt ist, den Bleimantel zu erden, während nach den „Leitsätzen für die Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ vorgeschrieben ist, die Kabelarmaturen zu erden! In § 19 der L.E.S. 1/1932 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V“ ist außerdem gesagt:

Bei Oberspannungen über 250 V gegen Erde wird in Kabelnetzen empfohlen, die Bleimäntel der Kabel beider Spannungen gut leitend miteinander zu verbinden und an eine gemeinsame Erdung anzuschließen; da diese Erdung vom Fehlerstrom nicht voll beansprucht wird, genügt hierbei ein Erdungswiderstand von etwa 20 Ω . Diese Erdung und die der Kabelmuffen haben nämlich in erster Linie den Zweck, etwa im Erdreich fließende Fremdströme aufzusaugen und die Bleimäntel sowie deren Bewehrung vor Anfrassungen durch diese Ströme zu schützen.

Man kann über die Zweckmäßigkeit der Erdung des Bleimantels verschiedener Ansicht sein, schließlich ergibt sich jedoch eine größere Notwendigkeit für die Erdung, wobei es aber erforderlich ist, besonders die Kabelendverschlüsse am Schaltgerüst des Kraftwerkes nicht nur durch das Gerüst allein zu erden, sondern genügend starke Erdungsleitungen vorzusehen, dabei ist unter Erde die Bahnerde zu verstehen.

§ 24.

1) Zur gut leitenden Verbindung der Schienen bedient man sich verschiedenartiger Mittel, jedoch haben sich seit einer Reihe von Jahren für Straßenbahnen Schweißverbindungen durchgesetzt. Es ist möglich, die früher fast durchgängig üblichen kupfernen Schienenverbinder entweder autogen oder elektrisch anzuschweißen, auch die elektrische Laschenschweißung ist vielfach in Gebrauch. Allgemein üblich ist aber der aluminothermisch geschweißte Schienenstoß geworden, der zu einer großen Vollkommenheit gelangt ist. Auch Weichen, Kreuzungen usw. pflegt man neuerdings ohne großes Wagnis einzuschweißen und man hat dann die Gewähr, die denkbar einwandfreieste Schienenrückleitung zu erhalten.

Eine gut leitende Verbindung der Schienenstränge muß aber auch vorhanden sein, wenn bei Gleisbauarbeiten die normale Rückleitung unterbrochen wird, um Einwirkungen auf naheliegende Fernmelde- und Signalleitungen zu verhindern. Diese Verbindung geschieht meist durch provisorische Verlegung von blanken Kupferleitungen von geeigneter Stärke.

Für die Bemessung des Rückleitungsquerschnittes zuzüglich des Querschnittes der etwa erforderlichen Verstärkungsleitungen ist nicht nur der wirtschaftlich zulässige

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 94.

Spannungsverlust maßgebend, sondern auch die Rücksichtnahme auf naheliegende metallene Gas- und Wasserrohre, um diese vor den etwaigen Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen zu schützen. In den alten V.E.B. war unter § 35 b eine entsprechende Vorschrift vorgesehen, dieselbe ist jetzt fortgelassen, da es nicht zu dem Aufgabenkreis der V.E.B. gehören kann, Bestimmungen dieser Art zu treffen. Indessen sei darauf hingewiesen, daß seitens der Vereinigten Erdstrom-Kommission des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Verbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen mit Geltung ab 1. Juli 1910

Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen, aufgestellt sind, die nachstehend zum Abdruck gelangen:

§ 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 Planung der Anlage, wobei bez. des Widerstandes und der Stromleitung nur die Schienen und zugehörnden 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 der im allgemeinen ein Luftzwischenraum zwischen den Gleisen und der eigentlichen Bettung gewährleistet ist. Erfüllt eine solche Bahn diese Bedingungen an einzelnen Stellen, z. B. Niveaureisungen nicht, so finden die Vorschriften sinngemäße 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 Planung 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 Kreuzung- und Weichenstücken müssen durch besondere Überbrückungen in gut leitendem Zusammenhang stehen. Die Schienen eines Gleises sowie die mehrerer nebeneinanderliegender Gleise müssen mindestens an jedem zehnten Stoße gut leitend verbunden sein. Diese Überbrückungs- und Querverbindungsleitungen müssen wenigstens die Leitfähigkeit einer Kupferverbindung von 80 mm² 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 Zusammenhang der Gleisanlage zu sichern. Hierbei darf der Spannungsabfall bei mittlerer Belastung (vgl. § 3 Abs. 2) 5 mV/1 m 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 müssen.

§ 3. Schienenspannung. Hinsichtlich der Spannungsverhältnisse im Schienengebiet ist zwischen dem „inneren verzweigten Schienennetz“ und den „auslaufenden Strecken“

Fortsetzung der Erläuterung 1) von S. 95.

zu unterscheiden. Bei Überlandbahnen werden die Verbindungstrecken der Ortschaften als „auslaufende Strecken“ behandelt.

Im „inneren verzweigten Schienennetz“ und innerhalb eines ausschließenden 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/km betragen. Der Verkehr vereinzelter 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 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 kann z. B., wenn die Betriebsdauer — wie dieses 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 h Betriebsdauer bis auf das 2fache und bei Bahnen bis zu 1 h Betriebsdauer bis auf das 4fache.

Wo 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, d. h. 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 es 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 dieses 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 nächstgelegenen Schiene und solchen Rohrnetzteilen (Wassertopfsaugröhren, Hülsenröhren, Deckkasten, Spindelstangen, Hydranten oder dgl.), die in die Oberfläche eingebaut sind oder nahe an sie herantreten und mit den Röhrenleitungen in metallener 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 mit dessen Stromleitung durch isolierte Leitungen zu verbinden. Ausgenommen hiervon sind kurze Anschlußleitungen bis zu 16 mm² 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 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 (Hülsen-

Bei Wechselstrombahnen genügt als leitende Verbindung die betriebsmäßige Laschenverbindung.

IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

Die Sonderbestimmungen für die in § 25 behandelten Räume setzen sich aus Zusatz- und Ausnahmebestimmungen zusammen. Bei den Ausnahmebestimmungen treten die allgemein gültigen Bestimmungen unter III insoweit außer Kraft, als sie Abweichungen enthalten.

rohre aus Steinzeug, Schächte aus Mauerwerk und dgl.) 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 mA/dm² erreicht, ist die Röhrenleitung unbedingt als durch die Bahn gefährdet zu bezeichnen und es sind weitere Schutzmaßnahmen zu treffen.

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 letztgenannten 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 Stromabgabebereich 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 §§ 1 und 2 erfüllen. Insbesondere sollen Stoßverbindungen, deren Widerstand sich bei der Prüfung größer als der einer 10 m langen ununterbrochenen Schiene erweist, alsbald vorschriftsmäßig instand gesetzt werden.

Hierzu ist zu bemerken, daß diese Vereinbarungen nur für Bahnen gelten, die nach dem 1. Juli 1910 errichtet wurden bzw. werden. Die Vereinbarungen sind zudem in den vergangenen 20 Jahren stark umstritten gewesen. Besonders gilt dies für die Art der vorzunehmenden Schutzmaßnahmen. Irgendwelche rechtliche Bedeutung für die Frage der Kostentragung für etwaige Schutzmaßnahmen oder für Schadenersatzregelungen kann diesen Vereinbarungen keineswegs beigelegt werden.

Wie wenig diese Frage bisher geklärt wurde, geht auch daraus hervor, daß der Bericht der zur Prüfung dieser Frage eingesetzten internationalen Kommission auf dem XXII. internationalen Straßen- und Kleinbahn-Kongreß vom Jahre 1930 in Warschau zu keinen endgültigen Vorschlägen kommen konnte.

In letzter Zeit ist übrigens eine Rohrbauart entwickelt worden, die zweifellos geeignet sein wird, in wirtschaftlicher Weise Abhilfe zu schaffen. Es ist nämlich möglich geworden, mindestens für Wasserrohre an gefährdeten Stellen Nichtmetalle, und zwar Isolierstoffe zu verwenden in Form von Asbestzementrohren (Eternitrohre). Da solche Rohre auch allen Ansprüchen in mechanischer Beziehung genügen, sollte man ihre Vorteile in elektrischer Beziehung ausnutzen.

Das Verhältnis zu anderen Mitbenutzern der Erde ist durch die obigen Vereinbarungen nicht berührt!

Bezgl. derjenigen Maßnahmen, die bei der Kreuzung und Näherung von Fernmeldeleitungen der D.R.P. anzuwenden sind, wird auf Erläuterung 1) zu § 23 verwiesen.

§ 25.

Abgeschlossene elektrische Betriebsräume¹⁾.

a) In abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen kann entgegen §§ 3, 12d), 14¹⁾, 14b), 20a) und c) von dem Schutz gegen Berührung blanker, unter Spannung gegen Erde stehender Teile oder solcher Teile, die Berührungsspannung annehmen können, abgesehen werden, sofern dieser Schutz nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich oder der Bedienung und Beaufsichtigung hinderlich ist.

Entgegen § 20a) sind Handleuchten bei Gleichstrom bis 500 V zulässig²⁾.

1. Entgegen § 3d) können bis zu Spannungen von 1500 V die der Berührung zugänglichen Metallteile, an denen Berührungsspannungen auftreten können, ohne isolierende Verkleidung und ungeerdet bleiben mit Ausnahme der Gehäuse der Maschinen und Transformatoren, die stets zu erden oder zu schützen sind³⁾.

b) Als abgeschlossener elektrischer Betriebsraum gilt der Raum unterhalb des Wagenfußbodens aller Fahrzeuge.

Zu den in diesem Raum untergebrachten Teilen gehört bei Bahnen mit Stromschiene auch der Stromabnehmer.

2. Klappen im Wagenfußboden, z. B. um die Fahrzeugmotoren bedienen zu können, sind zulässig.

c) Als abgeschlossener elektrischer Betriebsraum gilt der Raum oberhalb des Daches aller Fahrzeuge⁴⁾. Hier ist ein Schutz unter Spannung stehender Teile nicht erforderlich. Blanke, unter Spannung stehende Teile zwischen den Fahrzeugen sind in Dachhöhe zulässig, jedoch müssen diese Teile so angeordnet werden, daß sie gegen zufälliges Berühren auch vom Fahrzeug aus geschützt sind⁵⁾.

3. Die Aufstiege zum Dach sollen gegen unbefugte Benutzung gesichert

§ 25.

1) Siehe Erläuterung 9) zu § 2. Die V.E.S. sagen: „Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die nur zeitweise von unterwiesenem Personal betreten, im übrigen aber unter Verschluss gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf.“ Die Räume sollen also dauernd abgeschlossen und Schlüssel nur den beauftragten Personen zur Verfügung oder erreichbar sein. Die Schlüssel sollen Bartschlüssel sein, nicht lediglich drei- oder vierkantige Drücker, die leicht nachzuahmen sind. Die sogenannten „abgeschlossenen Führerstände“, wie sie jetzt vielfach besonders bei Überlandbahnen üblich sind, gelten als „abgeschlossene elektrische Betriebsräume“ im Sinne dieser Vorschriften nur dann, wenn der Abschluß ein dauernder ist!

2) Siehe Erläuterung 2) zu § 20.

3) In entsprechender isolierender Aufhängung unter dem Wagenboden kann der Schutz im Gehäuse des Motors selbst liegen (Kardantrieb!).

4) Siehe Erläuterung 3) zu § 9. Auf die besondere Vorsicht, die bei Ganzmetallwagen notwendig ist, wird auch an dieser Stelle nochmals hingewiesen. Das gilt ausdrücklich auch für Drahtbusse. Siehe Erläuterung 6) zu § 4.

5) Diese Bestimmung bezieht sich in der Hauptsache auf die vereinzelt gebräuchlichen Rutenkupplungen für Heizung und Licht zwischen Trieb- und Beiwagen. Sind also die blanken Teile dieser Einrichtung von einem Plattformfenster erreichbar, so ist ein geeigneter Schutz anzubringen.

sein; sie sollen bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber durch Blitzpfeil gekennzeichnet werden⁶⁾).

d) Als abgeschlossene elektrische Betriebsräume gelten abgeschlossene Aufbauten oder abgeschlossene Teile der Aufbauten von Fahrzeugen, die im ordnungsmäßigen Betriebe nicht zugänglich sind⁷⁾; außerdem die Maschinenräume von Lokomotiven, auch wenn sie nicht unter Verschluss gehalten werden⁸⁾).

4. Die Zugänge sollen bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber durch Blitzpfeile gekennzeichnet sein.

B. Betriebsvorschriften¹⁾.

§ 26.

a) Die Anlagen sind entsprechend den vorstehenden „Bauvorschriften“ in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten. Hervortretende Mängel sind in

6) Diese Vorschrift ist erfüllt, wie dies bei Straßenbahntriebwagen üblich ist, wenn die Aufstiege bei Ingebrauchnahme vorher ausgeklinkt werden müssen.

7) Diese Bestimmung trifft z. B. zu für abgeschlossene Aufbauten bzw. Vorbauten zur Unterbringung des Motors von Drahtbussen.

8) Es kann unter allen Umständen vorausgesetzt werden, daß die Lokomotiven nur unterwiesenem Personal bzw. Personen zugänglich sind. Besondere Verschlussvorschriften werden im Betrieb nicht durchführbar sein.

§ 26.

1) Man hat es, wie besonders aus Absatz b) hervorgeht, für zweckmäßig gehalten, möglichst wenig von den allgemeinen Betriebsvorschriften abzuweichen, die im Oktober 1931 unter VDE 0514 als Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S./1932 erschienen sind. Diese Vorschriften gelten vom 1. Januar 1932 ab. Das Inhaltsverzeichnis der V.B.S./1932 lautet:

Inhaltsübersicht.

- § 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich. Begriffserklärungen.
- § 2. Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen.
- § 3. Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung.
- § 4. Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.
- § 5. Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen.
- § 6. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.
- § 7. Maßnahmen vor der Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit.
- § 8. Arbeiten unter Spannung.
- § 9. Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.

Anhang: I. Schematische Darstellungen.

II. Warnungsschilder. Warnungstexte.

In § 1 dieser V.B.S. ist angegeben, daß dieselben auch für die V.E.B. mit den Ausnahmen des § 26 dieser V.E.B. Geltung haben.

Unter § 1d der V.B.S./1932 heißt es:

Betrieb elektrischer Anlagen umfaßt die Bedienung (Schaltung, Regelung und Überwachung), ferner die Instandhaltung und Reinigung von Anlageteilen.

Als im Betriebe beschäftigt sind die Personen anzusehen, die laufend oder vorübergehend die vorgenannten Arbeiten auszuführen haben.

Es kann an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß alle Bestimmungen, die für den Betrieb einer elektrischen Anlage in Frage kommen, im „Auskunftsbuch für die vorschriftsgemäße Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen“ von Professor Dr. Ing. G. Dettmar, welches in zweiter, neubearbeiteter Auflage vorliegt, in ausgezeichneter Weise zusammengefaßt sind. Besonders für den Bahnfachmann,

angemessener Frist zu beseitigen. In Anlagen, die vor dem 1. Januar 1932 errichtet sind, müssen erhebliche Mißstände, die das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden, beseitigt werden. Jede Änderung einer solchen Anlage ist, soweit es die technischen und Betriebsverhältnisse gestatten, gemäß den geltenden Vorschriften auszuführen.

b) Für die den vorstehenden Bauvorschriften unterliegenden Starkstromanlagen der Fahrzeuge und Fahrleitungen gelten sinngemäß die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“ mit folgenden Ausnahmen, Änderungen und Zusätzen*):

An Spannung führenden Teilen der elektrischen Ausrüstung der Fahrzeuge dürfen Arbeiten nur bei abgezogenem oder auf andere Weise spannungslos gemachtem Stromabnehmer, mindestens aber bei ausgeschalteten Fahrzeug-Hauptschaltern vorgenommen werden, wenn eine Gewähr dafür

der weniger als seine Fachgenossen aus der allgemeinen Elektrotechnik in der Lage ist, alle die vielen Vorschriften kennen zu lernen, ist das eingehende Studium dieses Buches nur anzuraten.

2) Siehe Erläuterung 1). Besonders beachtlich ist aus V.B.S. § 2 Absatz c und d, welche lauten:

Schutzvorrichtungen und Schutzmittel jeder Art müssen in brauchbarem Zustande erhalten werden.

Anschläge, wie Warnungsschilder, Betriebsvorschriften, schematische Darstellungen usw. müssen lesbar angebracht und in gutem Zustande erhalten werden.

Nicht mehr zutreffende Warnungsschilder und Aufschriften (z. B. an Zellen, die ihren Zweck gewechselt haben) sind abzuändern oder zu entfernen.

Für die Aushänge usw. gelten u. a. folgende Bestimmungen der V.B.S.:

§ 3e. In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen muß, wenn sie von mehr als einer Seite (ober- oder unterspannungsseitig) gespeist werden, ein Schaltplan der Anlage entsprechend Anhang, Teil I, vorhanden sein. Wesentliche Änderungen und Erweiterungen der Anlagen müssen in dem Schaltplan unter Berücksichtigung von Anhang, Teil I, Regel 2 nachgetragen werden.

Im Anhang, Teil I, sind Einzelheiten über die Ausgestaltung des Schaltplanes angegeben!

§ 3f. Erster Absatz. In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sind diese Betriebsvorschriften und die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen. Für einzelne Teilbetriebe genügen gegebenenfalls Auszüge aus den Betriebsvorschriften.

§ 3f. Zweiter Absatz. In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen ist die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen.

In den weiteren Abschnitten des § 3 ist dann die Anbringung von Warnungsschildern, Blitzpfeilen und dgl. behandelt.

Bezgl. der Feuerlöcher enthält § 3d eine Bestimmung dahingehend, daß dieselben dauernd in gebrauchsfähigem Zustande zu erhalten und daß die zum Gebrauch in Anlagen unter Spannung bestimmten entsprechend zu kennzeichnen sind.

Es soll nun noch kurz auf die übrigen Bestimmungen der V.B.S. eingegangen werden, jedoch ist das genaue Studium der V.B.S. unerlässlich! Es soll auch nicht den kommenden Erläuterungen zu den V.B.S. vorgegriffen werden.

§ 4 enthält genaue Anweisungen bez. der Unterweisung des Betriebspersonals. Es wird u. a. empfohlen, die Kenntnisnahme der Betriebsvorschriften schriftlich bestätigen zu lassen. Auf die Notwendigkeit des Vertrautseins des Personals in der Unfall- und Brandhilfe und die Teilnahme an entsprechenden Lehrgängen wird hingewiesen. Ferner wird die Meldepflicht erwähnt usw. In der Hauptsache handelt es sich hier immer um diejenigen Verhältnisse, wie sie bei den elektrischen Bahnen etwa in den Kraft- und Unterwerken und auch in Versuchs- und Prüffeldern der Werkstätten vorliegen. Hier ist also eine Anwendung der V.B.S. unbedingt geboten! Aber

gegeben ist, daß die Fahrzeug-Hauptschalter nicht unbefugt oder unbeabsichtigt wieder eingeschaltet werden können³⁾).

Das Abschmirlgeln von Kommutatoren darf bei Motornennspannungen bis 1000 V unter Berücksichtigung der nötigen Vorsichtsmaßnahmen bei anliegendem Stromabnehmer und eingeschaltetem Fahrzeug-Hauptschalter vorgenommen werden⁴⁾).

Auf abgeschlossene elektrische Betriebsräume von elektrischen Fahrzeugen findet § 3 der V.B.S. betreffend Anbringung von Warnungsschildern und Aushang von Vorschriften keine Anwendung⁵⁾).

Arbeiten an Tragwerken sowie an den an diesen geführten Leitungen dürfen bei Betriebsspannungen bis 1500 V unter Spannung ausgeführt werden, sofern die erforderlichen Schutzmaßnahmen angewendet werden⁶⁾).

Bei Betriebsspannungen über 1500 V dürfen Arbeiten nur an spannungsfreien Teilen unter Anwendung der erforderlichen Schutzmaßnahmen vorgenommen werden.

da gemäß § 26 b eine singgemäße Anwendung auch auf den Betrieb der Starkstromanlagen der Fahrzeuge und Fahrleitungsanlagen vorgeschrieben ist, ist die Beachtung des § 4 der V.B.S. ohne weiteres notwendig!

Dagegen ist § 5 der V.B.S. zugeschnitten auf den Kraft- und Unterwerkbetrieb, dasselbe trifft zu für die §§ 6 und 7.

§ 8 behandelt allgemeiner die Vorsichtsmaßnahmen, die bei Arbeiten unter Spannung zu beachten sind.

Die V.E.B. haben in den folgenden Abschnitten diejenigen Ausnahmefälle angegeben, die gegenüber den V.B.S. zulässig sind.

3) Grundsätzlich sollen alle Arbeiten an Spannung führenden Teilen des Fahrzeuges nur vorgenommen werden, nachdem dieses sicher spannungslos gemacht ist. Selbstverständlich ist hiermit nicht gemeint, daß auch die Bedienung elektrischer Teile nur im spannungslosen Zustand erfolgen darf, z. B. das Auswechseln von Sicherungen oder Glühlampen.

4) Ein Verbot würde das einfache Abschmirlgeln bei bewegtem Fahrzeug unnötig erschweren, jedoch ist die Zulässigkeit auf 1000 V beschränkt. Bezgl. der notwendigen Schutzmaßnahmen wird auf V.B.S. § 3 a verwiesen. Bei trockenem Wagenfußboden wird bei ausreichender Vorsicht eine gut isolierte Schmirgelvorrichtung als genügende Schutzmaßnahme angesehen werden können.

5) Siehe Erläuterung 1). Die gleiche Ausnahme kann auf Montage- bzw. Turmwagen angewendet werden.

6) Gemäß V.B.S. § 8 sind Arbeiten unter Spannung nur bei Anlagen unter 250 V zulässig. Bei Anlagen über 250 V sollen Arbeiten unter Spannung nur in Notfällen vorgenommen werden. Die Ausnahme gestattet bei elektrischen Bahnen jedoch Arbeiten an der Fahrleitungsanlage bei Spannungen bis 1500 V nicht nur in Notfällen, jedoch unter der Voraussetzung, daß die notwendigen Schutzmaßnahmen angewendet werden. Meist werden solche Arbeiten mit Hilfe geeigneter Montagewagen, die gut isolierte Arbeitsbühnen besitzen, ausgeführt, es sind aber auch entsprechende Leitern zugelassen. Nicht vorgeschrieben ist, daß solche Arbeiten nicht nur von einem einzelnen Arbeiter auszuführen sind, jedoch wird man nach Möglichkeit das Arbeiten einzelner Leute an der spannungsführenden Leitung vermeiden.

Besondere Beachtung verdient noch die Ausführung von Anstricharbeiten am Tragwerk. Auch diese Arbeiten können nur vorgenommen werden, ohne daß die Leitungen ausgeschaltet werden. Da die Anstreicher vielfach Arbeiter ohne besondere elektrotechnische Vorkenntnisse sind, ist vor Beginn von Arbeiten eine entsprechende Unterweisung aller Arbeiter und auch gegebenenfalls des Unternehmers unerlässlich. Aushängung schriftlicher Anweisungen und schriftliche Bestätigung der Kenntnisnahme ist empfehlenswert. Dabei ist selbstverständlich eine dauernde Überwachung der Anstreicherarbeiten durch sachverständiges Betriebspersonal unbedingt erforderlich.

ETZ 1931, S. 362, 777, 948 u. 1932, S. 21.	Spannungsnormen für Starkstrom- anlagen über 100 V (Gültig ab 1. Januar 1932). ¹	VDE 0505*
--	---	------------------

§ 1.

Die Spannung irgendeines Teiles der elektrischen Anlage kann sich sowohl zeitlich als auch örtlich ändern. Im allgemeinen wird sie um einen Mittelwert herum schwanken.

Als Betriebsspannung wird die Spannung bezeichnet, die in leitend zusammenhängenden Netzteilen an den Klemmen der Stromverbraucher im Mittel zeitlich und örtlich vorhanden ist. Als Stromverbraucher gelten außer Lampen, Motoren usw. auch Primärwicklungen von Transformatoren.

Als Nennspannung wird die Spannung von Maschinen, Transformatoren, Apparaten, Leitungen, Geräten usw. bezeichnet, für die sie bemessen, gebaut und benannt sind.

Die den Zahlenwerten von § 3 entsprechenden Nennspannungen von Maschinen, Apparaten, Leitungen usw. heißen: Genormte Nennspannungen.

Wird bei Maschinen, Transformatoren, Apparaten und Geräten, die Wicklungen oder Widerstände enthalten, deren Windungszahl oder Widerstandswert einerseits, die Isolation andererseits nach verschiedenen Spannungen bemessen, so wird als Nennspannung die Spannung bezeichnet, nach der die Spannung führende Wicklung oder der Spannung führende Widerstand bemessen ist, als Reihenspannung die genormte Spannung, nach der die Isolation bemessen ist.

§ 2.

In Drehstromnetzen wird der Mittelwert der Spannungen zwischen den drei Leitern (Außenleitern) Spannung des Drehstromnetzes genannt. (Hierfür wurden früher auch die Ausdrücke „Netzspannung“ oder „verkettete Spannung“ oder „Dreieckspannung“ benutzt.) Der Mittelwert der Spannungen zwischen je einem Leiter und dem Sternpunkt des Drehstromnetzes wird Sternspannung genannt. (Hierfür wurden früher auch die Ausdrücke „Phasenspannung“ oder „Spannung je Pol“ benutzt.)

§ 3.

Als genormte Betriebsspannungen gelten folgende Werte:

A. Gleichstrom:										
110	220	440	550	750	1100	1500	3000 V.			
Die Spannungen von 550 ... 3000 V beziehen sich auf Bahnanlagen mit einpoliger Erdung.										
B. Drehstrom von 50 Hz:										
125	220	380	500	1000	3000	6000	10000	15000	20000	30000
45 000	60 000	80 000	100 000	150 000	200 000	300 000	400 000 ²			

Die fettgedruckten Zahlen bedeuten Vorzugspannungen, die in erster Linie sowohl für Neuanlagen als auch für umfangreiche Erweiterungen empfohlen werden. Auch für Isolatoren und Apparate sollen sie vorzugsweise benutzt werden, um deren Typenzahl gering zu halten.

C. Einphasenstrom von 16 $\frac{2}{3}$ Hz:

Es gelten die fettgedruckten Spannungswerte aus der Drehstromtafel. Bei Fahrleitungen von Bahnen beziehen sie sich auf einpolig geerdete Anlagen.

§ 4.

Wenn die Abweichungen von den Spannungswerten nach § 3 nicht mehr betragen als + 10 % auf der Erzeugerseite, \pm 5 % auf der Verbraucherseite der Leitungsanlage, so kann normal gefertigtes elektrisches Material ohne weiteres verwendet werden.

Weitergehende Abweichungen von den Spannungswerten in § 3 müssen durch Sondervorschriften festgelegt werden.

Maschinen und Transformatoren vertragen entweder Spannungsschwankungen gegenüber den Betriebsspannungen des § 3 von 0 ... 10 % als Erzeuger oder von - 5 ... + 5 % als Verbraucher.

Glühlampen vertragen die Abweichungen um \pm 5 % nur vorübergehend.

§ 5.

Die sekundäre Nennspannung von Spannungswandlern ist 100 V, wenn die primäre Nennspannung einen der unter § 3 B oder C stehenden Werte besitzt.

¹ Angenommen durch den Vorstand Oktober 1931.

² Vorläufige Ergänzungsspannung mit Rücksicht auf die Festlegungen der I.E.C. in Stockholm 1930.

ETZ 1929 S. 1505; 1931, S. 29, 621, 948 u. 1396	Vorschriften für Leitungskupfer.	VDE 0504*
---	---	------------------

§ 1.

- a) Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1932 in Kraft¹.
Dieser Termin gilt grundsätzlich für die Herstellung.
- b) Erzeugnisse, die den zuletzt gültigen „Kupfernormen“ entsprechen, bleiben bis auf weiteres zulässig.

§ 2.

- a) Kupferleitungen müssen als Leitungskupfer hergestellt sein.

§ 3.

- a) Für die Leitungskupfer dürfen die folgenden Werte des spez. Widerstandes bei 20° in $\frac{\text{Ohm mm}^2}{\text{m}}$ nicht überschritten werden:

1. bei weichgeglühtem Draht

$$1/57 = 0,01754;$$

2. bei kaltgerecktem Draht mit einer Festigkeit von mehr als 30 kg/mm²:
mit einem Durchmesser größer oder gleich 1,0 mm

$$1/56 = 0,01786,$$

mit einem Durchmesser unter 1,0 mm

$$1/55 = 0,01818;$$

3. bei weichgeglühtem verzinnnten Draht:

mit einem Durchmesser größer oder gleich 0,3 mm

$$1/56,5 = 0,01770,$$

mit einem Durchmesser kleiner als 0,3 mm bis 0,1 mm einschließlich

$$1/55,5 = 0,01802,$$

mit einem Durchmesser kleiner als 0,1 mm

$$1/54 = 0,01852.$$

§ 4.

- a) Der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt ändert sich um 0,000068 Ω für 1° Temperaturunterschied. Der Temperaturkoeffizient wird zwischen zwei festen, am Kupferdraht angebrachten, zur Spannungsmessung bestimmten Ableitungen ermittelt.

§ 5.

- a) Für isolierte Leiter und Kabel sind die wirksamen Querschnitte durch Widerstandsmessungen zu ermitteln. Unter wirksamem Querschnitt ist der elektrische, nicht der geometrische Querschnitt zu verstehen. Bei der Errechnung des Querschnitts aus dem Widerstand sind zur Berücksichtigung des Dralles der Litzen und der Mehrfachleiter sowie der Stärketoleranz anstatt der in § 3 gegebenen Werte folgende Zahlen einzusetzen:

1. bei weichgeglühtem unverzinnnten Draht

$$1/56 = 0,01786;$$

2. bei weichgeglühtem verzinnnten Draht mit einem Durchmesser größer oder gleich 0,3 mm

$$1/55,5 = 0,01802;$$

3. bei weichgeglühtem verzinnnten Draht mit einem Durchmesser kleiner als 0,3 mm bis 0,1 mm einschließlich

$$1/54,5 = 0,01835;$$

4. bei weichgeglühtem verzinnnten Draht mit einem Durchmesser kleiner als 0,1 mm

$$1/53 = 0,01887.$$

Die Bestimmungen des § 5 gelten nicht für Fernmeldekabel.

§ 6.

- a) Bei den Untersuchungen, ob eine Kupferleitung aus Leitungskupfer hergestellt ist, soll der Querschnitt durch Gewichts- und Längenbestimmung eines einfachen, gerade gerichteten Leiterstückes ermittelt werden, wobei, falls eine besondere Feststellung des spez. Gewichtes nicht vorgenommen wird, für dieses der Wert von 8,89 einzusetzen ist.

¹ Angenommen durch den Vorstand Oktober 1931.

ETZ 1930, S. 1697; 1931, S. 550, 948 u. 1344	Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen	VDE 0514* V.B.S./1932
--	--	---------------------------------

Inhaltsübersicht.

- § 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich. Begriffserklärungen.
 - § 2. Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen.
 - § 3. Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung.
 - § 4. Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.
 - § 5. Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen.
 - § 6. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.
 - § 7. Maßnahmen vor der Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit.
 - § 8. Arbeiten unter Spannung.
 - § 9. Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.
- Anhang:** I. Schematische Darstellungen.

II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten vom 1. Januar 1932 ab¹.

Geltungsbereich.

b) Diese Vorschriften gelten für den Betrieb der in den Errichtungsvorschriften V.E.S. 1. und V.E.S. 2. behandelten Starkstromanlagen. Sie sind auch bei der Errichtung und Veränderung von Starkstromanlagen zu beachten, soweit dabei die An-

¹ Angenommen durch den Vorstand im Oktober 1931.

Als Metallplakat zu beziehen durch J. Ed. Wunderle, Mainz.

Vorher haben verschiedene andere Fassungen der Betriebsvorschriften einzeln sowie zwei gemeinsame Fassungen der Errichtungs- und Betriebsvorschriften bestanden. Über die Entwicklung gibt nachstehende Tafel Aufschluß:

Fassung:	Beschl.:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Betriebsvorschriften:			
1. Fassung	13. 6. 02	1. 1. 03	03 S. 154
	15. 1. 03		
2. Fassung	7. 6. 07	1. 1. 08	07 S. 908
3. Fassung	3. 6. 09	1. 1. 10	09 S. 481
Errichtungs- u. Betriebsvorschriften:			
1. gemeinsame Fassung	26. 5. 14	1. 7. 15	14 S. 478, 510, 720
2. gemeinsame Fassung	30. 8. 23	1. 7. 24	23 S. 646, 671, 695, 953; 24 S. 16
1. Änderung der ab 1. 7. 24 gültigen Fassung	8. 9. 25	1. 10. 25	25 S. 394, 943, 1526, 1641
2. Änderung der ab 1. 7. 24 gültigen Fassung	28. 6. 26	1. 7. 26	26 S. 862
3. Änderung der ab 1. 7. 24 gültigen Fassung	18. 6. 28	1. 7. 28	27 S. 784, 821, 1311; 28 S. 700, 1021
Betriebsvorschriften:			
1. Fassung nach der erneuten Trennung	8. 7. 29	1. 7. 29	28 S. 1378, 1417; 29 S. 512, 873, 1135
2. Fassung nach der erneuten Trennung	21. 6. 31	1. 1. 32	30 S. 1697; 31 S. 550, 948, 1344

Oktober 1931.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

* Nachdruck mit Genehmigung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin.

lagen oder einzelne Teile unter Spannung stehen oder, sofern ein Übertritt von Spannung auf die im Bau befindlichen Anlageteile nicht ausgeschlossen ist.

Diese Betriebsvorschriften gelten gemäß § 26b) der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V.E.B.“ mit den dort angegebenen Ausnahmen, Änderungen und Zusätzen sinngemäß auch für die Starkstromanlagen der Fahrzeuge und Fahrleitungen elektrischer Bahnen.

Für den Betrieb von Hausinstallationen gelten diese Vorschriften sinngemäß. Keine Anwendung finden § 3, § 4, § 5, Regel 1, b) bis g), Regel 2, i) und k), § 6, Regel 4 und g) bis m), § 8 c) und e) bis h), § 9 c) bis g), Anhang I.

1. *Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten grundsätzlichen Vorschriften enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Regeln, nach denen die Anlagen mit den üblichen Mitteln im allgemeinen zu betreiben sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.*

c) Die zwischen ✂|| stehenden Zusätze gelten nur für Starkstromanlagen in Bergwerken unter Tage (abgekürzt: B. u. T.).

Begriffserklärungen.

d) Betrieb elektrischer Anlagen umfaßt die Bedienung (Schaltung, Regelung und Überwachung), ferner die Instandhaltung und Reinigung von Anlageteilen.

Als im Betriebe beschäftigt sind die Personen anzusehen, die laufend oder vorübergehend die vorgenannten Arbeiten auszuführen haben.

e) Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern unter 1000 V bleibt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

f) Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern 1000 V und darüber beträgt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

g) Freileitungen im Sinne dieser Vorschriften sind außerhalb von Gebäuden geführte oberirdische Leitungsanlagen, bei denen die Leitungen keine Schutzverkleidung haben, einschließlich der Isolatoren und Träger (Maste, Dachständer usw.) sowie der zugehörigen Hausanschlußleitungen.

h) Leitungen für Installationen im Freien an Gebäuden, in Höfen, Gärten u. dgl., bei denen die Entfernung der Stützpunkte 20 m nicht überschreitet, sind im Sinne dieser Betriebsvorschriften als Freileitungen anzusehen.

i) Elektrische Betriebsräume sind Räume, die wesentlich zum Betriebe elektrischer Maschinen und Apparate dienen und in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

k) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die nur zeitweise von unterwiesenem Personal betreten, im übrigen aber unter Verschuß gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf.

Allseitig umzäunte Freiluftanlagen sind wie abgeschlossene elektrische Betriebsräume zu behandeln.

l) Betriebstätten sind Räume, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und auch nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

m) Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume sind Räume, in denen durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische oder andere Einflüsse die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert wird. Derartige Räume kommen vor in chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Zuckfabriken, Molkereien, Käsereien, Metzgereien, Wäschereien, landwirtschaftlichen Betrieben u. dgl.

✂ | In B. u. T. kommen solche Räume ebenfalls vor. |

n) Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume sind Räume, in denen leicht entzündliche Gegenstände hergestellt, verarbeitet oder angehäuft werden, sowie solche, in denen sich betriebsmäßig entzündliche Gemische von Gasen, Dämpfen, Stäuben oder Fasern bilden können.

✂ | In B. u. T. gelten als feuergefährdete Räume die Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden. |

o) Explosionsgefährdete Betriebsstätten und Lagerräume sind Räume, in denen explosive Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden oder sich leicht explosive Gase, Dämpfe, Stäube oder Gemische solcher mit Luft erfahrungsgemäß ansammeln.

- ✖ In B. u. T. gelten als explosionsgefährdete Räume die Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden.
 ✖ p) Schlagwettergefährdete Grubenräume sind Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden.
 q) Hausinstallationen sind Abnehmeranlagen mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde, die nicht gewerblichen, industriellen oder landwirtschaftlichen Zwecken dienen.

§ 2.

Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen.

a) Die elektrischen Anlagen sind den Errichtungsvorschriften entsprechend in ordnungsmäßigem Zustand zu erhalten. Hervortretende Mängel sind in angemessener Frist abzustellen; bei erheblichen Mißständen, die das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden oder eine unmittelbare Brandgefahr bilden, müssen unverzüglich Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr eingeleitet werden.

Die Erhaltung in ordnungsmäßigem Zustande bedingt im allgemeinen nicht daß bestehende Anlagen, die nach der zur Zeit ihrer Erstellung gültig gewesenen Fassung der Errichtungsvorschriften ausgeführt waren, später in Kraft getretenen Errichtungsvorschriften jeweils angepaßt werden müssen. Solche nachträglichen Anpassungen sind nur insoweit erforderlich, als die Belassung des bisherigen Zustandes einen erheblichen Mißstand, der das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährdet, oder eine unmittelbare Brandgefahr bedeutet.

Änderungen in vorhandenen Anlagen müssen jedoch grundsätzlich, soweit es die technischen und die betrieblichen Verhältnisse gestatten, den jeweils geltenden Errichtungsvorschriften gemäß ausgeführt werden.

b) Maschinen und Apparate müssen in ordnungsmäßigem Zustande erhalten und in angemessenen Zwischenräumen gereinigt werden. Besonders ist auf die Einrichtungen zu achten, die der Sicherheit von Personen oder der Anlage dienen.

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

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

d) Anschläge, wie Warnungsschilder, Betriebsvorschriften, schematische Darstellungen usw., müssen lesbar angebracht und in gutem Zustande erhalten werden.

Nicht mehr zutreffende Warnungsschilder und Aufschriften (z. B. an Zellen, die ihren Zweck gewechselt haben) sind abzuändern oder zu entfernen.

2. Für gewerbliche, industrielle und landwirtschaftliche Betriebstätten ist in angemessenen Zwischenräumen eine Prüfung durch einen Sachverständigen zu empfehlen.

§ 3.

Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung.

a) Die bei der Bedienung der Anlagen sowie bei Arbeiten in ihnen erforderlichen Schutzvorrichtungen, Schutzmittel und Warnungsschilder sind bereitzuhalten.

1. Als Schutzmittel gelten gegen die vorhandene Spannung isolierende, einen sicheren Stand bietende Unterlagen, ferner Erdungsseile [§ 6 m) und § 7], Abdeckungen, Schaltstangen, Schaltzangen und ähnliche Mittel.

Gummihandschuhe und Gummischuhe allein gelten nicht als Schutzmittel; sie dürfen nur in Verbindung mit den vorstehend genannten Schutzmitteln gebraucht werden und sind vor jedesmaligem Gebrauch von dem Benutzer auf offensichtliche Beschädigung zu untersuchen.

b) Schaltstangen und Schaltzangen dürfen nicht geerdet werden.

c) Zum Löschen von Ölbränden sind in größeren Anlagen geeignete Löschmittel, z. B. Sand, an zugänglicher Stelle bereitzuhalten.

d) Feuerlöscher sind dauernd in gebrauchsfähigem Zustande zu erhalten. Feuerlöscher zum Gebrauch in Anlagen unter Spannung müssen entsprechend ihrer Verwendbarkeit gekennzeichnet sein.

e) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen muß, wenn sie von mehr als einer Seite (ober- oder unterspannungsseitig) gespeist werden, ein Schaltplan der Anlage entsprechend Anhang, Teil I, vorhanden sein. Wesentliche Änderungen und Erweiterungen der Anlagen müssen in dem Schaltplan unter Berücksichtigung von Anhang, Teil I, Regel 2, nachgetragen werden.

2. Bei Arbeiten in vermaschten Netzen empfiehlt es sich, dem Aufsichtführenden einen Schaltplan zur Verfügung zu stellen.

f) In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sind diese Betriebsvorschriften und die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen. Für einzelne Teilbetriebe genügen gegebenenfalls Auszüge aus den Betriebsvorschriften.

In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen ist die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen.

3. In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sollen die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ und außerdem eine besondere Anweisung angeschlagen oder bekanntgegeben werden, die die Bekämpfung von Bränden mit und ohne Feuerwehr erleichtert (Abschaltungen, Notschaltungen usw.).

g) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen müssen bei Spannungen über 250 V gegen Erde Schilder und Aufschriften an geeigneter Stelle, besonders an den Zugängen angebracht sein, die vor unnötiger Berührung von Teilen der elektrischen Anlage warnen.

In Betriebsstätten sind Schilder oder Aufschriften nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber erforderlich, bei Betriebsspannungen unter 1000 V nur an gefährlichen Stellen. Blitzpfeile sind nach DIN VDE 6 auszuführen. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist die Verwendung von Blitzpfeilen nur an Stellen mit erhöhter Gefahr gestattet.

4. Die Warnungsschilder sollen den im Anhang, Teil II, gegebenen Richtlinien für Warnungsschilder und Warnungstexte entsprechen.

In ein und derselben Anlage sollen für gleichartige Einrichtungen tunlichst die gleichen Warnungsschilder und -texte verwendet werden.

h) Abnehmbare Warnungsschilder dürfen nicht an Teile gehängt werden, die zur Stromführung dienen.

5. Schilder, die mit Spannung führenden Teilen in Berührung kommen können, sollen aus Holz oder Isolierstoff bestehen und eine isolierende Aufhänge- oder Befestigungsvorrichtung (Lederrriemen, Gummibänder, geölte Schnur usw.) erhalten.

§ 4.

Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.

a) Den im elektrischen Betriebe Beschäftigten sind die für ihre Arbeiten in Frage kommenden Betriebsvorschriften und sonst getroffenen Bestimmungen bekanntzugeben und zu erläutern. Sie sind verpflichtet, sie zu befolgen.

Bei nur vorübergehend im elektrischen Betriebe Beschäftigten genügt es, wenn sie entsprechend unterwiesen und zur Vorsicht ermahnt werden.

1. Empfehlenswert ist, von den Beschäftigten die Kenntnisnahme der Betriebsvorschriften und Bestimmungen schriftlich bestätigen zu lassen und auf die Befolgung in regelmäßigen Zeitabständen hinzuweisen.

2. Bei Unfällen soll nach der „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ verfahren werden. Die im elektrischen Betriebe Beschäftigten sollen von Zeit zu Zeit im Rettungswesen unterwiesen und praktisch geschult werden.

3. Bei Bränden sollen die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ befolgt werden. Das Personal soll mit der Handhabung der Feuerlöschgeräte vertraut gemacht werden.

b) Werden während des Betriebes Mängel beobachtet, die eine Gefahr für Personen oder für die Anlagen zur Folge haben können, so sind von den im elektrischen Betriebe Beschäftigten geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Gefahr einzuschränken oder zu beseitigen. Dem Vorgesetzten ist sobald als möglich Anzeige zu erstatten.

c) Die Aufbewahrung von Kleidungsstücken, Fahrrädern, Montagematerial, Ölfässern u. dgl. in gefahrbringender Nähe von Spannung führenden, gegen Berührung nicht geschützten elektrischen Anlageteilen, z. B. in Schaltanlagen, ist verboten.

d) Die Stellen der Anlage, an denen Reparaturen vorgenommen oder Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung angebracht werden sollen, sind von leicht entzündlichen Gegenständen freizuhalten.

e) In Akkumulatorenräumen ist Essen, Trinken und Rauchen verboten.

4. Die Akkumulatorenwärter sollen auf die Gefahren von Säure und Bleisalzen aufmerksam gemacht und zur Reinlichkeit besonders angehalten werden. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel soll gesorgt sein.

f) Das Betreten von elektrischen und abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sowie von ständigen Prüffeldern und fliegenden Prüfständen durch Unbefugte ist zu verbieten.

§ 5.

Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen.

a) Bei der Bedienung von Maschinen und Geräten muß sich jede Berührung auf die für die Bedienung bestimmten Teile beschränken; jede unnötige Berührung von Leitungen sowie von ungeschützten Teilen von Maschinen, Geräten u. dgl. ist verboten.

1. Um die ordnungsmäßige Durchführung umfangreicher Schaltmaßnahmen sicherzustellen, empfiehlt es sich, schriftliche Schaltprogramme aufzustellen.

b) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume, in denen der Schutz gegen zufällige Berührung nicht entbehrlich ist, aber infolge der örtlichen Verhältnisse nicht angebracht werden kann [vgl. V.E.S. 1., § 29, V.E.S. 2., § 21 a) und V.E.B., § 25], dürfen erst betreten werden, nachdem die elektrischen Anlageteile in ihnen soweit spannungsfrei gemacht sind, daß die Anlage in bezug auf den Schutz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile den Anforderungen der genannten Vorschriften entspricht. Auf die erforderlichen Maßnahmen ist durch ein Warnungsschild am Zugang hinzuweisen.

c) Die Schlüssel zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sind von den dazu Berufenen in Verwahrung zu halten.

d) Reinigungs- und Wartungsarbeiten an unter Spannung stehenden Teilen oder in deren Nähe sind nur gestattet, wenn aus Betriebsrücksichten das Abschalten nicht möglich ist. Die Arbeiten dürfen unter Spannung nur durch damit beauftragte und mit den Arbeiten und Gefahren vertraute Personen oder unter deren Aufsicht durch Hilfsarbeiter ausgeführt werden, falls erforderlich unter Verwendung der vorgeschriebenen Schutzmittel (siehe § 3¹) und unter Berücksichtigung der Bestimmungen in § 8 und § 9.

e) Die Zugänge zu Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen sowie die Bedienungsgänge sind freizuhalten, damit die ordnungsmäßige Bedienung nicht behindert wird.

f) Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefahrbringender Nähe von elektrischen Maschinen mit offenen Schleifringen oder Kommutatoren sowie von Geräten mit offenen Kontaktstellen und von ungeschützt verlegten, Spannung führenden Leitungen gelagert werden.

g) Nicht betriebsfähige oder überbrückte Schalter und Schalter vor nicht betriebsfähigen Anlageteilen müssen durch Warnungsschilder als solche gekennzeichnet oder schaltunfähig gemacht sein. Fernbetätigte Schalter sind in solchen Fällen sowohl durch zuverlässig angebrachte Warnungsschilder zu kennzeichnen als auch schaltunfähig zu machen (Verriegelung der Schalter, Entfernung der Sicherungen im Betätigungstromkreis oder dgl.).

h) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten.

Schmelzeinsätze entsprechender Stromstärke sind stets erreichbar und in genügender Anzahl vorrätig zu halten.

2. Schmelzsicherungen sollen, wenn sie nicht so gebaut oder angeordnet sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos handhaben kann, nur unter Anwendung geeigneter Schutzmittel (siehe § 3¹) oder Schutzmaßnahmen bedient werden.

i) Tritt in einer Starkstromanlage mit einer Betriebsspannung von 1000 V und darüber ein Erdschluß auf, so sind unverzüglich Maßnahmen zu treffen, um die Fehlerstelle einzugrenzen. Nach Auffindung der Fehlerstelle ist, falls eine Abschaltung nicht möglich ist, dafür zu sorgen, daß einer unmittelbaren Gefährdung von Personen vorgebeugt ist (z. B. durch Absperrung der Erdschlußstelle). Sobald es der Betrieb zuläßt, ist die Störung zu beseitigen.

k) Akkumulatorenräume müssen während und kurz nach der Ladung gelüftet werden. Offene Flammen und glühende Körper dürfen in ihnen während dieser Zeit nicht vorhanden sein. Das An- und Abklemmen von Kleinakkumulatoren ist während dieser Zeit nicht gestattet.

§ 6.

Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.

a) Arbeiten unter Spannung sind im allgemeinen mit Ausnahme der in § 8 angeführten Fälle verboten.

b) Mit den Arbeiten an elektrischen Anlagen darf nicht früher begonnen werden, als abgeschaltet ist. Hat der Arbeitende nicht selbst abgeschaltet oder sind mehrere Personen an den Arbeiten beteiligt, so muß die mündliche oder schriftliche oder telephonische oder telegraphische Bestätigung der Abschaltung abgewartet werden. Diese Bestätigung hat

unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile sowie des Namens und der Dienststellung der für die Abschaltung verantwortlichen Person zu erfolgen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage spannungsfrei gemacht werden soll, genügt nicht.

3. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Abschaltung sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

c) Um während der Arbeiten eine Spannungszuführung zur Arbeitsstelle zu verhindern, sind — besonders bei fernbetätigten Schaltern oder Trennschaltern — nach Möglichkeit Maßnahmen zu treffen (Verriegelung von Schaltern, Entfernung von Schmelzsicherungen in Betätigungstromkreisen oder dgl.).

Bei Schaltern — mit Ausnahme von Mastschaltern —, Trennstücken oder dgl., mit denen ein Anlageteil spannungsfrei gemacht ist, muß für die Dauer der Arbeit ein Schild zuverlässig angebracht sein mit dem Hinweis, daß an dem zugehörenden Teil der elektrischen Anlage gearbeitet wird und nicht geschaltet werden darf.

Werden Schmelzsicherungen zur Abtrennung benutzt, so müssen die Schmelzeinsätze herausgenommen und sicher verwahrt werden. In solchen Fällen kann bei Spannungen bis 250 V gegen Erde von der Anbringung eines Schildes abgesehen werden.

Dem zuständigen Bedienungspersonal ist von der Vornahme der Arbeiten Kenntnis zu geben.

d) Das Berühren abgeschalteter Teile vor der unter g) geforderten Erdung und Kurzschließung ist verboten, da durch Induktion, atmosphärische Einflüsse oder unbefugtes Wiedereinschalten Gefahr droht.

e) Sind die Abschaltung und der spannungsfreie Zustand des Teiles der Anlage, an dem gearbeitet werden soll, und der in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle befindlichen Teile nicht durch Augenschein erkennbar, so muß vor Inangriffnahme der Arbeiten der spannungsfreie Zustand auf andere Weise festgestellt werden [siehe f) und Regeln 2 bis 4].

Bei fernbetätigten Trennschaltern muß die erfolgte Abschaltung durch Besichtigung der Trennschalter selbst festgestellt werden.

f) Das Prüfen auf Spannungsfreiheit darf nur mit dafür geeigneten Geräten vorgenommen werden (vgl. auch „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V“). Vor und nach Gebrauch ist der Spannungssucher auf seinen einwandfreien Zustand zu prüfen.

3. Der spannungsfreie Zustand kann auch festgestellt werden durch Verfolgung der Leitungsführung von der Trennstelle bis zur Arbeitsstelle entweder durch Sicht oder an Hand von Leitungsplänen oder durch beides.

2. Besonders ist darauf zu achten, daß der spannungsfreie Zustand nicht immer durch Herausnahme von Schaltern oder dgl. allein sichergestellt ist, da noch Verbindungen durch Meß-, Ring-, Doppelleitungen usw. bestehen können oder eine Rücktransformierung, induktive bzw. kapazitive Beeinflussung oder dgl. vorhanden sein kann.

4. Bei Arbeiten an Kabeln und Zubehörtteilen, besonders beim Schneiden von Kabeln und Öffnen von Kabelmuffen, sollen sich die Arbeitenden zunächst vergewissern, ob sie das richtige Kabel vor sich haben. Erst dann darf unter Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der Arbeit begonnen werden.

g) Zum Schutze gegen Gefährdung durch zufälliges oder versehentliches Wiedereinschalten oder gegen etwa vorhandene Rückspannungen sowie gegen Gefährdung durch Induktionströme müssen an der Arbeitsstelle die Teile, an denen gearbeitet werden soll, geerdet und kurzgeschlossen werden. Für den Fall, daß bei der Arbeit die Leitung unterbrochen wird oder die Arbeiten an einer Unterbrechungstelle (z. B. Trennschalter) vorgenommen werden, muß an beiden Seiten der Unterbrechungstelle geerdet und kurzgeschlossen werden.

h) In Anlagen, in denen die Trennstellen aller zur Arbeitsstelle führenden Leitungen offen ersichtlich sind und etwaige Schaltungen nur innerhalb des Raumes, in dem die Arbeitsstelle liegt, vorgenommen werden können und Rückspannungen nicht zu befürchten sind, kann von einer Erdung und Kurzschließung der Arbeitsstelle abgesehen werden, auch dann, wenn die Leitung aufgetrennt wird.

i) In Freileitungsnetzen ist an der bzw. den in Frage kommenden Abschaltstellen grundsätzlich eine Erdung und Kurzschließung der Leitung, an der gearbeitet werden soll, vorzunehmen. Liegt die Arbeitsstelle in der Nähe der Trennstelle, so kann von der unter g) geforderten Erdung und Kurzschließung an der Arbeitsstelle abgesehen werden.

Erfolgt die Abschaltung durch Mastschalter, so kann man sich mit einer Kurzschließung an einem der nächsten Maste begnügen, wenn die Mastschalter gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sind. An der Arbeitsstelle ist aber stets eine behelfsmäßige Erdung

für die Ableitung von Induktionströmen anzubringen, bei Auftrennung der Leitung auf beiden Seiten der Arbeitsstelle.

k) Erdungen und Kurzschließungen dürfen erst vorgenommen werden, nachdem sich der Arbeitende davon überzeugt hat, daß dies ohne Gefahr geschehen kann oder, wenn ihm die Abschaltung des betreffenden Teiles von einer verantwortlichen Person gemeldet ist. Vor Beginn der Arbeit ist stets zuerst zu erden und dann kurzzuschließen. Nach Beendigung der Arbeit ist zuerst die Kurzschließung und erst dann die Erdung aufzuheben.

l) In Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V kann von einer Erdung und Kurzschließung abgesehen werden, wenn der spannungsfreie Zustand durch Herausnahme der Sicherungen oder Trennstücke unbedingt sichergestellt ist. Die Öffnung des Schalters allein genügt nur, wenn die Wiedereinschaltung durch Unbefugte verhindert ist.

5. Bei Arbeiten an Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1000 V empfiehlt es sich immer, die Leitungen wenigstens kurzzuschließen.

m) Die Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung (Erdungstangen mit Seil oder Erdungseile) müssen so beschaffen sein, daß sie einen sicheren Kontakt mit den zu erdenden und kurzzuschließenden Teilen gewährleisten. Die Seile sind so zu bemessen, daß sie den Kurzschlußstrom thermisch so lange aushalten, bis die Auslösung eines vor der Kurzschlußstelle liegenden Schalters eingetreten ist; ihr Querschnitt muß jedoch mindestens dem Leitwert von 25 mm² Kupfer entsprechen.

6. Seile sollen nur in feindrätiger schmiegsamer Ausführung verwendet werden. Um ein Aufspleißen zu verhindern, empfiehlt es sich, geflochtene oder umklöppelte Kupferseile zu verwenden.

Ketten sollen nicht verwendet werden.

§ 7.

Maßnahmen vor der Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit.

a) Mit der Einschaltung elektrischer Anlagen, in deren Bereich gearbeitet wurde, darf nicht früher begonnen werden, als die Freigabe zur Wiedereinschaltung durch die dafür verantwortliche Person (oder Personen) unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile, des Namens und der Dienststellung mündlich oder schriftlich oder telephonisch oder telegraphisch erfolgt ist.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage wieder eingeschaltet werden soll, genügt nicht.

1. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Freigabe sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

b) Diese Freigabe darf erst dann erteilt werden, wenn der betriebsmäßige Zustand der Anlage wieder hergestellt ist und außerdem die mit der Arbeit betrauten Personen ihre Zustimmung gegeben haben. Auch müssen alle Schutzverkleidungen wieder angebracht sein.

Bei Aufhebung von Kurzschließungen und Erdungen ist zuerst die Kurzschlußverbindung zu beseitigen.

§ 8.

Arbeiten unter Spannung.

a) Alle Arbeiten unter Spannung dürfen nur durch besonders damit beauftragte und mit der Gefahr vertraute Personen ausgeführt werden. Zweckentsprechende Schutzmittel sind bereitzustellen und zu benutzen; sie sind von dem Benutzer vor Gebrauch nachzusehen [siehe § 2c) und § 3¹]. Die Arbeiten dürfen nur mit dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden.

b) Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sind nur in Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde gestattet und auch nur dann, wenn es aus Betriebsrücksichten nicht zugänglich ist, die Teile der Anlage, an denen selbst oder in deren unmittelbarer Nähe gearbeitet werden soll, spannungsfrei zu machen [Ausnahmen siehe e) und f)].

1. Solche Betriebsrücksichten werden im allgemeinen vorliegen:

Bei Betriebsarbeiten in Leitungsnetzen der Elektrizitätswerke, besonders bei Ausführung von Hausanschlüssen. Umschaltung von Leitungen u. dgl., wenn mit einer Abschaltung die Stromversorgung einer größeren Zahl von Abnehmern unterbrochen werden würde; auch kann die Rücksicht auf einzelne wichtige Abnehmer ein Arbeiten unter Spannung notwendig machen.

Ebenso kann in wichtigen Betrieben, deren Erzeugnisse durch Störung des Herstellungsvorganges entwertet werden, ein Arbeiten unter Spannung erforderlich sein.

c) Bei Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur in Notfällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden [Ausnahmen siehe g) und h)].

d) In feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räumen sind bei Spannungen über 250 V gegen Erde Arbeiten unter Spannung verboten; bei Spannungen bis 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur in besonderen Ausnahmefällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden.

e) In feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lageräumen sowie in schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind Arbeiten unter Spannung verboten.

f) An Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nicht vorgenommen werden.

g) An Akkumulatoren sind Arbeiten unter Spannung bei Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen gestattet. Eine geeignete und unterwiesene Person ist nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber erforderlich.

h) In Prüffeldern und Laboratorien sind Arbeiten unter Spannung auch bei Spannungen über 250 V gegen Erde zulässig, jedoch dürfen mit ihnen nur Personen beauftragt werden, die ausreichendes Verständnis für die vorhandenen Gefahren besitzen und sich ihrer Verantwortung bewußt sind.

i) Die Bestimmungen unter b), c) und d) gelten in Elektrizitätswerks- und Industrieanlagen mit der Maßgabe, daß an Stelle von Spannungen bis 250 V gegen Erde eine Betriebsspannung von 500 V tritt.

§ 9.

Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.

a) Muß an einer Stelle gearbeitet werden, von der aus Spannung führende Teile mittelbar oder unmittelbar (z. B. durch Werkzeuge) berührt werden können, so ist die Gefahrenzone durch Schranken, einschiebbare Wände oder dgl. abzusperren oder die Spannung führenden Teile sind durch isolierende Abdeckungen (z. B. Gummimatten) der zufälligen Berührung zu entziehen.

b) Der Arbeitende hat stets darauf zu achten, daß er nicht einen Teil seines Körpers oder einen leitenden Gegenstand mit Spannung führenden Teilen in Berührung bringt. Die Arbeiten dürfen nur mit dichtanschließender Kleidung ausgeführt werden. Für einen festen Standort ist zu sorgen.

c) Arbeiten an Starkstrom- oder Fernmeldeleitungen in gefährbringender Nähe von Leitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde sind nur gestattet, wenn die letztgenannten Leitungen abgeschaltet, geerdet und kurzgeschlossen oder sonstige ausreichende Schutzmaßnahmen [vgl. a) und g)] getroffen sind.

Bei Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde, deren Leitungen unter Spannung stehen, sind Anstreich- und Ausbesserungsarbeiten nur bis auf 2 m unterhalb des untersten Querträgers zulässig, es sei denn, daß die Abstände der Leitungen von dem Mastschaft eine Annäherung auf weniger als 2 m ausschließen oder die Leitungen gegen Berührung geschützt sind.

d) Die Nachprüfung des Isolationszustandes von Kettenisolatoren ist nur zulässig, wenn durch geeignete Maßnahmen eine gefährliche Annäherung an die Spannung führenden Leitungen verhindert wird. Die hierzu benötigten Meßstangen müssen eine ausreichende Sicherheit übertritt von Spannung auf den Bedienenden haben.

Die Verwendung von Meßstangen aus Hartpapier und ähnlichem Baustoff bei feuchtem Wetter ist verboten.

e) Liegen mehrere Stromkreise mit Spannungen über 250 V gegen Erde auf gemeinsamem Gestänge, so dürfen Arbeiten an einem — vorher abzuschaltenden — Stromkreis nur vorgenommen werden, wenn sich die anderen nicht abgeschalteten Stromkreise nicht in gefährbringender Nähe befinden und Vorsorge gegen eine Verwechslung der Stromkreise getroffen ist.

Ein unter der Arbeitstelle liegender Stromkreis muß abgeschaltet und wenigstens an der Arbeitstelle geerdet und kurzgeschlossen werden. Von der Abschaltung kann abgesehen werden, wenn es sich um eine wichtige Leitung handelt, deren Abschaltung eine schwere Schädigung für das versorgte Gebiet bedeutet und, wenn der Abstand zwischen der Arbeitstelle und der darunter liegenden, Spannung führenden Leitung so groß ist, daß für das arbeitende Personal auch beim Handhaben der Werkzeuge keine Berührungsgefahr besteht. Das Personal ist auf die erhöhte Gefahr besonders aufmerksam zu machen.

1. *Empfohlen wird, die verschiedenen Stromkreise mit vom Erdboden und von jedem Querträger aus deutlich erkennbaren Unterscheidungsmerkmalen (Zahlen, Zeichen, Farben oder dgl.) zu versehen.*

f) Laufen neben Starkstrom- oder Fernmeldeleitungen, an denen gearbeitet werden soll, Leitungen mit Betriebsspannungen von 30 kV und darüber an gleichen oder benachbarten Gestängen parallel — gleichgültig, ob an der Arbeitsstelle selbst oder an einer entfernten Stelle —, so ist zum Schutze gegen Gefährdung durch Induktionströme an der Arbeitsstelle selbst die Leitung zu erden und kurzzuschließen. Soll eine Leitung unterbrochen oder verbunden werden (z. B. an einer Schlaufe), so muß Erdung und Kurzschließung sowohl vor als auch hinter der Arbeitsstelle erfolgen. Stets ist zuerst zu erden und dann kurzzuschließen und beim Entfernen dieses Schutzes zuerst die Kurzschließung und dann die Erdung aufzuheben [siehe auch § 5g)].

Beim Besteigen von Masten für Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde, an denen Fernmeldeleitungen geführt sind, sind diese zu erden und kurzzuschließen, auch wenn die Leitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde bereits abgeschaltet sind.

g) Werden Leitungen oberhalb oder unterhalb zu kreuzenden Leitungen gezogen, die mit Spannungen über 250 V gegen Erde betrieben werden und unter Spannung bleiben müssen, so ist durch besondere Vorrichtungen oder Maßnahmen dafür zu sorgen, daß sie beim Spannen nicht gegen die zu kreuzenden Leitungen schlagen können. Prellrähle sind gegen das Anschlagen an die Spannung führenden Leitungen zu sichern, sofern nicht der Abstand der Prellrähle von den Spannung führenden Leitungen eine gegenseitige Berührung ausschließt.

Anhang.

I. Schematische Darstellungen.

a) Für jeden elektrischen Betrieb soll ein Schaltplan vorhanden sein; er kann aus mehreren Teilen bestehen.

b) Die Schaltpläne sollen enthalten:

- α) Stromarten und Spannungen,
- β) Anzahl, Art und Stromstärke der Stromerzeuger, Transformatoren und Akkumulatoren,
- γ) Art der Abschaltung und Sicherung der einzelnen Teile der Anlage,
- δ) Angabe der Leitungsquerschnitte,
- ε) die notwendigen Angaben über Stromverbraucher.

1. *Für die Schaltpläne sollen die in den Normblättern DIN VDE 710 bis 717 festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder verwendet werden. Für einfachere Darstellungen sollen die Schaltzeichen, für eingehendere die Schaltbilder verwendet werden. Das Muster eines Schaltplanes zeigt das Normblatt DIN VDE 719.*

2. *In den Schaltplänen sollen die Angaben über Stromverbraucher soweit eingetragen werden, als sie zur sicherheitstechnischen Beurteilung der einzelnen Teile der Anlage erforderlich sind. Im allgemeinen wird es genügen, wenn die Schaltpläne bis zu den letzten Verteilungssicherungen durchgeführt und die Querschnitte der einzelnen Abzweigleitungen sowie die Zahl und die Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben werden; bei Lichtstromkreisen wird häufig die angenäherte Angabe der Lampenzahl genügen.*

3. *Mehrpolige Leitungen und Apparate können im allgemeinen einpolig gezeichnet werden; in diesem Falle ist die Leiterzahl durch eine entsprechende Zahl von Querstrichen senkrecht zum Hauptleitungszug kenntlich zu machen.*

4. *Wenn in den Schaltplänen auf die Eigenart einzelner Räume hingewiesen werden soll, genügt die Eintragung der Nummer des für die Räume maßgebenden Paragraphen der Errichtungsvorschriften; z. B. bedeutet § 35 einen „explosionsgefährdeten Raum“ nach den Errichtungsvorschriften V.E.S. I.*

Eine Zusammenstellung der Normblätter für Bildzeichen, Kennfarben, Schaltzeichen und Schaltbilder ist bei dem Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdener Str. 97, als DIN-Taschenbuch 2 herausgegeben und sowohl durch den genannten Verlag als auch durch die Geschäftsstelle des VDE erhältlich.

II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

a) Soweit für Blitzpfeile und Warnungstexte besondere Schilder verwendet werden, sind die unter c) in Abb. 1 bis 6 angegebenen Schildgrößen A bis F möglichst einzuhalten. Schilder und Schrift sollen haltbar und wetterbeständig sein.

b) Für Warnungstexte gilt als Regel schwarze Schrift auf gelbem oder hellem metallenen Grund. Als Schrift soll Blockschrift mit großen und kleinen Buchstaben ohne Schnörkel benutzt werden, damit sie schon in größerer Entfernung deutlich lesbar ist.

Bei Blechschildern sollen Schrift und Blitzpfeil (nach DIN VDE 6) möglichst erhaben geprägt sein.

c) Warnungsschilder mit Blitzpfeilen sind in Anlagen mit Betriebsspannungen über 250 V gegen Erde zu verwenden. In Anlagen mit Betriebspannungen bis 250 V gegen Erde soll der Blitzpfeil nur an Stellen mit erhöhter Gefahr angebracht werden.

Beispiele:



Abb. 1. Größe A = etwa 30 × 20 cm.

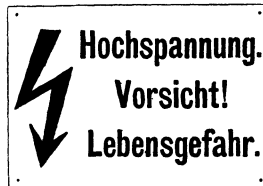


Abb. 2. Größe B = etwa 30 × 20 cm.

Schild nach Abb. 1 ist für Zugangstüren zu größeren Werken oder Werkstätten oder zum Anheften an andere, in die Augen fallende Stellen bestimmt, an denen täglich viele Menschen verkehren, z. B. im Hofe eines Elektrizitätswerkes, in der Montagehalle einer Maschinenfabrik, auf der Hängebank und im Füllort einer Grube.

Schild nach Abb. 2 ist in Zugängen zu Schalträumen (auch für die Innenseiten von Schallsäulen) an einzelnen Maschinen, an Freileitungsmasten bei Wegekreuzungen anzubringen.



Abb. 3. Größe C = etwa 20 × 12 cm.



Abb. 4. Größe D = etwa 12 × 20 cm.

Schild nach Abb. 3 ist für Schaltstationen und für Stellen geeignet, an denen Prüf- und Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden.

Schild nach Abb. 4 dient z. B. für Maste, Träger, Verkleidungen usw.








Abb. 5. Größe E = etwa 12 × 20 cm.




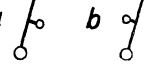
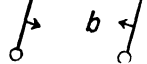



Abb. 6. Größe F = etwa 20 × 12 cm.

Schilder nach Abb. 5 und 6 sind ausschließlich für Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde bestimmt, falls keine erhöhte Gefahr vorliegt [vgl. § 3 g)]. Sie sollen Bauhandwerker, Maler, Dachdecker, Schornsteinfeger u. a. zur Vorsicht ermahnen.

Nummer		Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
VDE	IEC			
324	122			Freileitung an Eisenmasten
325	124			Freileitung an eisernen Gittermasten
326	123			Freileitung an Eisenbetonmasten
327	125			Freileitung auf Stützpunkt mit Zuganker
328	126			Freileitung auf Stützpunkt mit Strebe



III. Apparate, Maschinen und Meßgeräte.




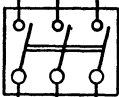

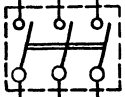

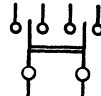

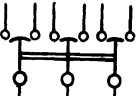

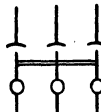

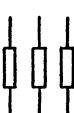


Allgemeines
DIN VDE 712.


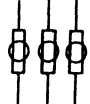

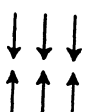




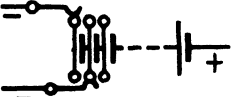
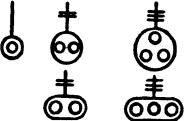
Nummer		Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
VDE	IEC			
402	—			Querstriche zur Kennzeichnung von 1-poligen, 2-poligen oder 3-poligen Schaltgeräten
406	—		wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Selbstauslösung: <i>a</i> durch Hilfsstrom, <i>b</i> durch Spannungsrückgang
407	—		wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Auslösung: <i>a</i> durch Überstrom, <i>b</i> durch Unterstrom
408	—		wie Schaltzeichen	Besonderes Zeichen für Auslösung durch Überstrom—Rückstrom
409	—		wie Schaltzeichen	Besonderes Zeichen für Fernschalter: Ein- und Ausschalten durch Hilfsstrom
417	—			Belastung, allgemein

IV. Verbindungs-, Unterbrechungs- und Sicherheitsapparate.

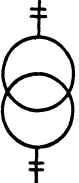
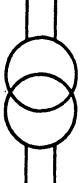
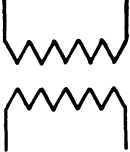
DIN VDE 713.

Nummer		Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung	
VDE	IEC				
502	—		wie Schaltzeichen	Anlasser <i>a</i> für Reihenschlußmotoren, <i>b</i> für Nebenschlußmotoren	Schaltrichtung rechts oder links, hier von rechts nach links wiedergegeben
505	—		wie Schaltzeichen	Anlasser für Drehstrommotoren	

Nummer		Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung	
VDE	IEC				
507	—		wie Schaltzeichen	Stern dreieckschalter	
509	—		wie Schaltzeichen	Nebenschlußregler, Erregerregler, mit Kurzschlußkontakt	Schaltrichtung rechts oder links, hier von rechts nach links wiedergegeben
516	(308)			Öl schalter	
517	—			Schalter in Gußeisen gekapselt	
519	(312)			Umschalter für 2 Wege, mit Unterbrechung	
521	315			Umschalter für 2 Wege, ohne Unterbrechung	
524	322			Trennschalter mit Drehpunkt, einfache Unterbrechung	
527	(328 a)			Sicherung, allgemein	
528	—			Streifen sicherung	

Nummer		Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
VDE	IEC			
530	(331)			Schraubsicherung
535	(333 a)			Funkenstrecke als Über- spannungsschutz
539	—		wie Schaltzeichen	Durchschlagsicherung
542	(205)		wie Schaltzeichen	Erdung
543	206		wie Schaltzeichen	Erdung über Kapazität
546 ¹	(604)		wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie, allgemein
550 ¹	(606)		wie Schaltzeichen	Doppelzellenschalter
553	(724) (725) (725 a)		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung

V. Transformatoren.
DIN VDE 714.

Nummer		Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig		
601	401				Trans- formatoren mit ge- trennten Wicklungen

¹ In den IEC-Zeichen bedeutet der kurze dicke Strich den Minuspol, der lange dünne Strich den Pluspol.

Bemerkung: In den nachfolgenden Schaltzeichen und Schaltbildern bedeuten die eingeschriebenen Zahlen:

links = Leistung in kVA,

in der Mitte = Frequenz (kann fortbleiben, wenn in dem betreffenden Schaltplan die Frequenz der Anlage besonders angegeben ist),

rechts oben und unten = Spannungen in Volt.

Die Schaltart wird durch die in die entsprechenden Kreise einzusetzenden allgemeinen Schaltzeichen in der nach den R.E.T. festgelegten Lage angegeben. Die Schaltgruppe nach R.E.T. wird rechts neben der Mitte des Schaltzeichens oder Schaltbildes eingetragen.

Nummer		Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig		
614	(404)			 	Regelbarer Transformator a Drehtransformator b Stufentransformator
619	402				Drehstrom-Transformator Schaltgruppe C, 6000 kVA 50 Hz 60 000/ 15 000 V

VI. Maschinen und Umformer.

DIN VDE 715.

Die gegenseitige Lage der Wicklungen soll grundsätzlich der räumlichen Anordnung in den Maschinen entsprechen.

Nummer		Schaltzeichen		Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig	
701	501			Generator, allgemein
706	502			Nebenschluß-Gleichstrom-Generator Der Motor wird gekennzeichnet durch M
716	(513)			Synchron-Generator, 3-phasig






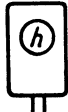











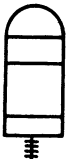
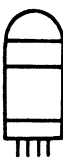
Nummer		Schaltzeichen		Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig	
718	(514)			Synchron-Generator, 3-phasig in Stern geschaltet
722	(516 a)			Asynchron-Motor, 3-phasig mit Schleifringläufer
725	518			Synchron-Generator mit angebau- ter Erregermaschine
727	(519)			Drehstrom-Gleichstrom-Einanker- Umformer, 3-phasig
730	(601 a)			Gleichrichter, 3-phasig

VII. Meßgeräte.
DIN VDE 716.











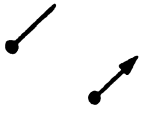
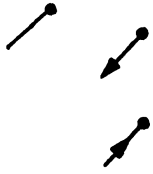
1. Anzeigende Meßgeräte.

Nummer		Schaltzeichen		Schalt- bild	Benennung	Nummer		Schaltzeichen		Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig			VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig	
802	(702)				Spannungs- messer	808	—			d) Drehstrom ungleich belastet
804	(704)				Strom- messer	810	(706)			Leistungs- faktor- messer
805	(705)				Wirk- leistungs- messer a allgemein	813	(707)			Frequenz- messer
807	—				c Drehstrom gleich belastet	814	(708)			Strom- richtungs- zeiger
						815	(709)			Isolations- messer

2. Schreibende Meßgeräte, Zähler, Meßwandler und Relais.

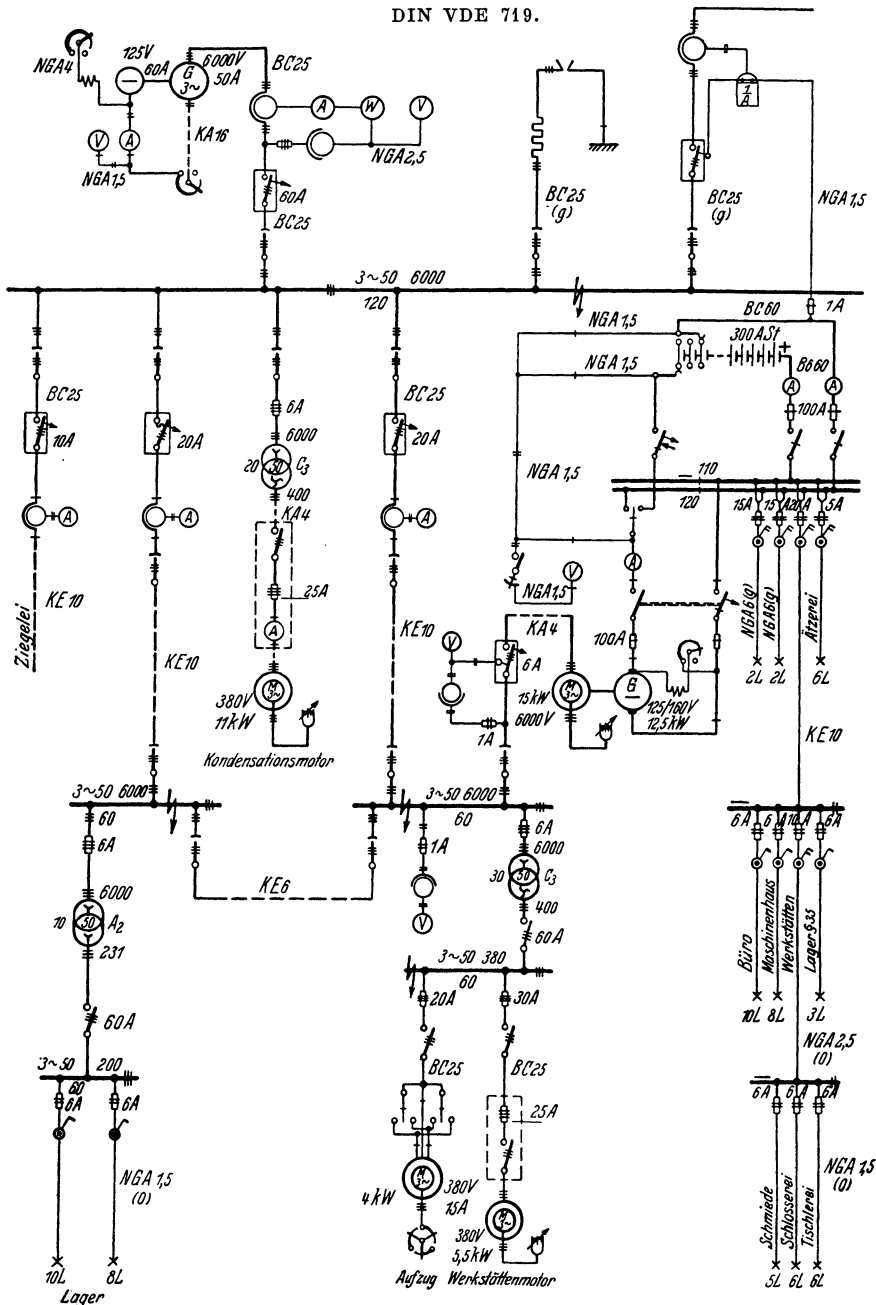
Nummer		Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
VDE	IEC	einpolig	mehrpoleig		
817	711		wie einpolig		Schreibende Geräte, allgemein
819	713		wie einpolig		Zähler a) allgemein
825	718				b) für Vierleiter- Drehstrom
825 a	—				Schaltuhr, allgemein
826	719				Nebenwiderstand zu Strommessern
827	(403)				Stromwandler, allgemein
832	—				Spannungswandler, allgemein
850	—				Primärrelais, allgemein
851 mit 853, 861 und 865	—				Sekundärrelais kom- biniert mit An- sprech-, Ablauf- und Richtungsglied
879	—		wie einpolig		Melderelais, umstellbar

VIII. Innen-Installationen.
DIN VDE 717.

Nummer		Schaltzeichen	Benennung
VDE	IEC		
901	—		Lampe beliebiger Art, allgemein
902	—		Bewegliche Lampe
903	—		Lampenträger mit Lampenzahl
905	—		Ausschalter 1-polig (Dosenschalter 1)
906	—		Ausschalter 2-polig (Dosenschalter 2)
906 a	—		Ausschalter 3-polig (Dosenschalter 3)
905 a	—		Serienschalter (Dosenschalter 5)
905 b	—		Gruppenschalter (Dosenschalter 4)
907	—		Wechselschalter (Dosenschalter 6)
909	—		Steckdose
910	—	(g) (r) (o) (k) (b) (bo)	Leitungsverlegung auf Isolierglocken auf Rollen in Rohren in Kabel in Bleimantelleitung in Rohrdrähten
911	—		Von oben kommende oder nach unten führende Leitung mit Energieführung nach oben
			mit Energieführung von oben
912	—		Von unten kommende oder nach unten führende Leitung mit Energieführung nach unten
			mit Energieführung von unten

IX. Beispiel der Anwendung in einem Schaltplan.

DIN VDE 719.



Da die Sicherungen gleichzeitig als Trennstücke angenommen sind, liegen sie zwischen Sammelschiene und Stromkreisschalter. Der Schaltplan ist einpolig durchgeführt, doch ist an Stellen, an denen es aus Gründen der Deutlichkeit zweckmäßig erschien, die mehrpolige Darstellung gewählt.

Sachverzeichnis.

- Abdeckungen 17, 50, 72.
 Abgeschlossene elektr. Betriebsräume 12, 51, 70, 98, 101, 105, 108.
 Abschaltleistung 46, 49.
 Abschaltstromstärke 19.
 Abschmiegeln von Kommutatoren 101.
 Absicherung von Kabeln 68.
 Abspannisolator 85.
 Abzweigarmaturen 62.
 Abzweigstellen 61.
 Achsen 47, 50.
 Akkumulatoren 31, 111.
 —, alkalische 32.
 Akkumulatorenräume 32, 107, 108.
 Akkumulatorenwärter 107.
 Allgemeine Schutzmaßnahmen 13.
 Angemessener Isolationszustand 23.
 Anlagen, Prüfung ungeredeter 23.
 Anlasser 50, 51.
 Anschläge 100, 106.
 Anschlußklemme 50.
 Anschlußstellen 50.
 Anschlüsse für Stromabnehmer 8.
 Anstricharbeiter 101.
 Antennen 75, 80.
 Antrieb 49.
 Apparate 3, 22, 40, 42, 106.
 —, ortsveränderliche 43.
 Arbeiten an Tragwerken 101.
 — unter Spannung 100, 101, 108, 110.
 Aufstiege 98.
 Ausführungspflicht 77.
 Auskunftsbuch 99.
 Auslaufende Strecken 95.
 Auslösestromstärke 68.
 Ausnahmebestimmungen 83, 97.
 Ausschaltstellung 47.
 Aussetzender Betrieb 12, 68.
 Änderung 100, 106.
 Bahnbetrieb 68.
 Bahnfachmann 99.
 Bahnfernmeldeleitungen 76.
 Bahnkreuzungsvorschriften 76, 79.
 Bahnlampen 72.
 Bahnleitungen 73.
 Bahnschaltanlage 93.
 Bahnwiderstände 50.
 Batteriebremse 39.
 Bauanleitung 83.
 Baupolizeiverordnungen 81.
 Bauteile aus Stahl 83.
 Bauvorschriften 1, 79, 99.
 Bauwerke, Erdung eiserner 87.
 Bedienungsgriffe 18.
 Befestigungsmittel 71.
 Begriffserklärung 9, 105.
 Beidraht 71.
 Belastungszahlen von Kabeln 67.
 Beleuchtung 60.
 — der Fahrzeuge 38.
 Beleuchtungskörper, Erdung von 60.
 —, ortsfeste 60, 61.
 —, ortsveränderlich 61.
 Bemessung der Erdung 19.
 — der Fahrdrähte 82.
 Berechnung der Bauteile 81.
 Bergwerk unter Tage 105.
 Berufsfeuerwehr 90.
 Berührungsschutz 53, 86.
 Berührungsschutzvorrichtung 60.
 Berührungsspannung 11, 14, 17, 18, 50, 52, 88, 98.
 Berührung, unnötige 108.
 —, zufällige 17, 32, 51, 58, 60, 98, 111.
 Beschaffenheit der Leitungen 62.
 Beschädigung, mechanische 70.
 Besonderer Bahnkörper 92, 95.
 Bestimmung der Glutfestigkeit 11.
 Betätigungssinn 49.
 Betrieb 105.
 Betriebsarten 102.
 Betriebspersonal, Unterweisung 100.
 Betriebsspannung 9, 13, 51, 85, 103.
 Betriebsstätten 12, 105, 107.
 Betriebsstromkreis 11.
 Betriebsvorschriften 100, 105.
 Betrieb, aussetzender 68.
 —, kurzzeitiger 12, 69.
 Blanke Leitungen 62, 71.
 Bleikabel 54, 62, 67.
 Bleimantelleitungen 70.
 Bleimantel, Erden des 94.
 Blitzableiter 22, 92.
 Blitzpfeile 53, 93, 107.
 Bodenbeschaffenheit 16.
 Brandgefahr 50, 54, 106.
 Brandhilfe 100.
 Bremsstromkreis 24, 39, 40.
 Bügelstromabnehmer 33, 86.
 Bündeln von Leitungen 71.
 Darstellungen, schematische 112.

- Dauerbetrieb 12, 67.
 Dämpfe 49.
 Decksitzwagen 86.
 Din. VDE-Blätter, genormte 30, 50, 58, 82, 83, 84, 88, 90, 94.
 Doppelte Isolierung 85.
 Dosen 52.
 Dosenschalter 47.
 Drahtbund 72.
 Drahtbus 7, 20, 39, 74, 98.
 Drahtquerschnitt 88.
 Drähte 72.
 Drehstromnetz 103.
 Dreileiteranlage 93.
 Druckluftantrieb 44.
 Durchschlagspannung 85.

 Eigentumsrecht 79.
 Einführungsstellen 62.
 Einhaltung der Bestimmungen 9.
 Einheit der Leistung 28.
 Einphasenstrom 103.
 Einpolige Sicherung 54.
 Einschaltdauer, relative 12, 68.
 Einteilung der Vorschriften 8.
 Eisbelastung 90.
 Eisenbetonbauten 88.
 Eisenbetonmaste 83.
 Elektrische Betriebsräume 105.
 — —, abgeschlossene 12, 51, 105.
 — Bremsung 30.
 — Festigkeit 68.
 — Maschinen 26.
 — Sicherheit 83.
 Elektrolytableiter 21.
 Elektrowerkzeuge 41.
 Emaillierung 15.
 Endtüllen 72.
 Entstehungsgeschichte d. Vorschriften IV.
 Erde 12.
 Erden 12, 14, 37, 41, 53, 57, 71, 110.
 — der Fahrleitung 21, 93.
 — des Bleimantels 94.
 Erder 14, 15.
 Erdplatten 16.
 Erdrückleitung 56.
 Erdschluß 14, 108.

 Erdschlußstrom 14.
 Erdströme, vagabundierende 88.
 Erdungsleitung 12, 16, 39, 71.
 Erdungsschalter 49.
 Erdungsschraube 31, 37, 43.
 Erdungsstange 110.
 Erdung, Bemessung der 19.
 — eiserner Bauwerke 87.
 — von Beleuchtungskörpern 60.
 Erdübergangswiderstand 14, 15, 16.
 Erläuterungen R.E.B. 26.
 Errichtung elektr. Bahnanlagen 2.
 Erste Hilfe 100.
 Erwärmung 50, 54.
 Erwärmungsvorgänge 30.
 Erwärmung, unzulässige 67.
 Eternit-Rohre 97.
 Explodierende Schmelzsicherung 54.
 Explosionsgefährdete Betriebsstätten 105, 111.

 Fahrdraht, Lieferung von 89.
 —, Prüfung von 89.
 Fahrdrähte, Bemessung der 82.
 Fahdrahthöhe 85.
 Fahrdrahtomnibus 7, 20, 39, 74, 98.
 Fahrdrahtspannung 9.
 Fahrleitung 11, 67, 73, 74, 92.
 Fahrleitungsanlage 24.
 Fahrleitungsbau 83.
 Fahrmotoren 38.
 —, Leitungen für 69.
 Fahrschalter 50.
 Fahrschaltkurbeln 18.
 Fahrschiene 15.
 Fahrzeuge 7, 54.
 —, Beleuchtung der 38.
 —, Leitungsverlegung bei 70.
 Fahrzeugerde 12, 19, 20.
 Fahrzeuge, Schaltanlage der 34.
 —, Schaltung der 37.

 Fahrzeughauptschalter 101.
 Fahrzeugheizung 56.
 Fahrzeugkupplungen 53.
 Fahrzeugmotoren 54, 68.
 Fassungen 58, 60, 61.
 Fassungsader 59, 61, 63.
 Fassungs-mantel 58.
 Ferngasleitungen 65.
 Fernmeldeanlagen 42, 76.
 Fernmeldeleitungen 74.
 —, betriebseigene 75.
 Fernschalter 91.
 Festverlegte Leitungen 70.
 Feuchte Räume 105.
 Feuchtigkeitseinflüsse 70.
 Feuergefährdete Betriebsstätten 105, 111.
 Feuerlöscher 100, 106.
 Feuersicher 10.
 Feuerwehler 90.
 Feuerwehrkabel 65.
 Firmenkennfaden 63.
 Freileitung 11, 54, 67, 73, 74, 82, 92, 105, 111.
 —, Mindestquerschnitt 82.
 Freileitungsnetz 109.
 Fremde Starkstromanlagen 79.
 Fremdspannung 23.
 Frischstrombremsen 39, 53.
 Funkanlagen 76.
 Führerstände 51, 98.

 Ganzmetallwagen 98.
 Gase 49.
 Gasleitungen 65.
 Gebäudeblitzableiter 75.
 Gefährliche Temperatur 43, 57.
 Geltungsbeginn 1, 104.
 Geltungsbereich 1, 6, 28, 104.
 Genehmigungsurkunde 75.
 Generatoren 26.
 Genormte Din VDE-Blätter 30, 50, 58, 82, 83, 84, 88, 90, 94.
 — Nennspannung 29, 103.
 Geräte 40, 50, 51.
 Geringster Querschnitt 69.
 Geschweißte Schienenstöße 87.

- Gesetze 7.
 Gesetz über Fernmelde-
 anlagen 75.
 Gestattungsvertrag 79.
 Gewährleistung 29.
 Glasschalen 60.
 Gleichrichterstörung 77.
 Gleichspannung 85, 92.
 Gleichspannungsprüfung
 64.
 Gleisanlage 96.
 Glutsicherheit 11.
 Glühlampen 103.
 Griffe 43, 62.
 Griffdorne 47.
 Gummihandschuhe 108.
 Gummifreie Preßwaren
 83.
 Gummipuffer 20.
 Güte der Installations-
 technik 18.
 Haltestellen 88.
 Handbereich 17, 70, 85.
 Handgriffe 17.
 Handleuchter 61, 62, 98.
 Handräder 17, 43.
 Hartgummiisolatoren 84.
 Hauptschalter 40.
 Hauptspeiseleitung 65.
 Hausanschlußleitungen
 82.
 Hausinstallation 105, 106.
 Hebelschalter 47.
 Heizkörper 56.
 Heizkörperanordnung 57.
 Heizkörper, ortsveränder-
 liche 57.
 Hilfe, erste 100.
 Hochspannungsleitung 80.
 Höchststromschalter 56.
 Holz 36.
 Holzmasten 83.
 Induktionsströme 111.
 Industrielokomotive 40.
 Inhaltsverzeichnis,
 K.P.I. 44.
 —, L.E.S. 13.
 —, R.E.B. 26.
 —, R.E.H. 47.
 —, R.E.S. 34.
 —, V.B.S. 5, 99.
 —, V.E.B. VI.
 —, V.E.F. 74.
 —, V.E.S. 1, 2.
 Inhaltverzeichnis,
 V.E.S. 2, 4.
 —, V.I.L. 63.
 —, V.S.F. 81.
 —, V.S.K. 64.
 —, Leitsätze für Prüfung
 von Isolatoren 84.
 —, Leitsätze für Schutz-
 maßnahmen in Hoch-
 spannungsanlagen 17.
 —, Vorschriften für
 Außenantennen 80.
 Innenmattierte Lampen
 59.
 Isolationskontrolle 15, 23.
 Isolationswert 23, 32.
 Isolationszustand 22, 24,
 111.
 —, angemessenen 23.
 Isolatoren 25, 83, 85, 87.
 —, Prüfung der 25, 83.
 Isolierlack 70.
 Isolierleisten 86.
 Isolierstoffe 22, 23, 59.
 Isolierte Leitungen 62, 63,
 71.
 Isolierung 15, 22.
 —, doppelte 85.
 Instandhaltung 106.
 Kabel 64.
 Kabel, Absicherung von
 68.
 —, Belastungszahlen von
 67.
 Kabelschuhe 73.
 Kabel, Verlegung der 67,
 93.
 Kanalleitungen 65.
 Kanäle für Leitungen 72.
 Kardanantrieb 98.
 Kenntlichmachung,
 Schaltstellen 92.
 Ketten 110.
 Klappen 98.
 Klappschranken 96.
 Klärung, Rechtsverhält-
 nisse 79.
 Kleinhebelschalter 47.
 Kleinspannung 9, 10, 19,
 51.
 Kleintransformator 19.
 Klemmstellen 73.
 Kommutatoren, Ab-
 schmirgeln von 101.
 Kondenswasser 72.
 Kontaktbahn 50.
 Kontakte 52.
 Körper 62.
 Körperschluß 14.
 Krallenklemmen 73.
 Kreuzungen 80.
 Kreuzungsstellen 75.
 Kunstharz 36.
 Kuppelschalter 91.
 Kupplungen 51.
 Kupplung, Nürnberger 53.
 Kupplungstecker 53.
 Kurzschließer 90.
 Kurzschliebung 109.
 Kurzschluß 31.
 Kurzschlußbremse 39.
 Kurzschlußfestigkeit 47.
 Kurzschlußstrom 110.
 Kurzzeichen VIII.
 Kurzzeitiger Betrieb 12,
 69.
 Lackierung 15.
 Lampen 58, 61.
 —, innenmattiert 59.
 Laternen 61.
 Leistung, Einheit der 28.
 Leistungsschild 31, 49, 51.
 Leiter, mehrdrähtige 73.
 —, ortsveränderliche 73.
 Leitsätze 9.
 Leitungen 54, 61, 72, 105.
 —, Beschaffenheit der 62.
 —, Bündeln von 71.
 —, blanke 62, 71.
 —, festverlegte 72.
 — für Fahrmotoren 69.
 —, isolierte 62, 63, 71.
 —, oberirdisch verlegte 8.
 —, Prüfung von 64.
 —, Verbindung von 72,
 73.
 —, Verlegung der 62.
 Leitungsanlage in Fahr-
 zeugen 24.
 Leitungskanäle 72.
 Leitungskrümmungen,
 starke 70.
 Leitungskupfer, Vorschrif-
 ten für 102.
 Leitungskupplungen 53.
 Leitungslänge, unge-
 schützte 37.
 Leitungsschutz 37, 38.
 Leitungsverlegung bei
 Fahrzeugen 70.

- Leitvermögen 72.
 Leuchten 58.
 Lichtbogen 50, 54.
 Lichtkupplung 53.
 Lieferung von Fahrdraht 89.
 Lokomotive 99.
 Löten 73.
 Luftraum 77.
 Maschinen, elektrische 26, 106.
 Masten 83.
 Masterdung 93.
 Mastschalter 109.
 Mängel 99.
 Mechanische Beschädigung 70.
 Mehrdrätige Leiter 74.
 Messingklemmen 73.
 Meßspannung 23.
 Metallene Schutzrohre 71.
 Metallisch leitende Verbindung 20.
 Mignon-Sockel 60.
 Mindestquerschnitt, Freileitung 82.
 Ministerialerlaß 79.
 Ministerialverfügung 79.
 Mißstände 100.
 Montageanweisung 94.
 Montagebeleuchtung 19.
 Motoren 26, 28.
 Möglichkeit, nach 77.
 Nachinstallation 15.
 Nach Möglichkeit 77.
 Näherungsstellen 75.
 Nennfrequenz 10.
 Nennlast 82.
 Nennleistung 10, 26, 57.
 Nennspannung 10, 44, 56, 103.
 —, genormte 29, 103.
 Nennstromstärke 10, 44, 55, 56, 68.
 — der Sicherung 94.
 Netzspannung 103.
 Neukonstruktionen 49.
 Niederspannungsfreileitung 80.
 Normen 9.
 Norm — Straßenprofil 64.
 Notbremsschalter 40.
 Nulleiter 47.
 Nutzbremmung 40.
 Nürnberger Kupplung 53.
 Oberflächenerdung 15.
 Oberirdische Speiseleitungen 73.
 Oberleitungsomnibus 7, 20, 39, 74, 98.
 Oberwellen 21.
 Ordnungsmäßiger Zustand 99.
 Ortsfeste Beleuchtungskörper 60, 61.
 Ortsveränderliche Apparate 43.
 — Heizkörper 57.
 — Leitungen 73.
 Oxydschicht 72.
 Ölfilm 20.
 Ölschalter 47, 49.
 Ölstand 31.
 Papierrohre 70.
 Phasenspannung 103.
 Plankreuzungen 86, 87.
 Planung 95.
 Polizeikabel 65.
 Postkabel 65.
 Prelldrähte 112.
 Prüfdrehzahl 30.
 Prüffeld 111.
 Prüflampen 52.
 Prüflöhren 58.
 Prüfspannung 23, 29, 64.
 Prüfung der Isolatoren 25, 83.
 — der Schutzmaßnahmen 16.
 — des Isolationszustandes 111.
 —, regelmäßige 24.
 — von Fahrdraht 89.
 — von Leitungen 64.
 — von Schienenstoßverbindungen 97.
 — ungeerdeter Anlagen 23.
 Pufferbatterien 31.
 Querschnitt, geringster 69.
 Querverbindung 95.
 Rechtsverhältnisse, Klärung 79.
 Regelmäßige Prüfung 24.
 Regeln 9, 42.
 Regelschalter 40.
 Regler 50.
 Reichsbahnbrücken 87.
 Reichsbahnunterführung 87.
 Reihenlampen 59.
 Reihenstromkreise 21.
 Reinigungsarbeiten 108.
 Relative Einschaltdauer 12, 68.
 Remanenzspannung 24.
 Reparaturen 107.
 Reserveschalter 93.
 Rohholz 85.
 Rohrdrähte 70, 71.
 Rohre 70, 72.
 Rohrverlegung 72.
 Rollenstromabnehmer 87.
 Rundfunkanlagen 75.
 Rundfunkbeeinflussung 33.
 Rückleitung 71, 73, 87, 96.
 Rückspannung 109.
 Rückspeisekabel 8.
 Salz 96.
 Salzsäure 73.
 Schadenersatzregulierung 97.
 Schaltanlage 34.
 — der Fahrzeuge 34.
 Schalter 39, 40, 42, 44, 49, 91, 109.
 Schalterleistung 54.
 Schalterfassung 60, 62.
 Schaltfeuersicherheit 11.
 Schaltgeräte 40.
 Schaltplan 100, 106.
 Schaltschrank 36.
 Schaltstangen 106.
 Schaltstellen, Kennzeichnung 92.
 Schaltstellung 47, 49.
 Schalttafeln 37.
 Schaltung der Fahrzeuge 37.
 Schaltweg 51.
 Scheinwerfer 61.
 Schematische Darstellung 112.
 Scherenstromabnehmer 33.
 Schienenbremse 39.
 Schienenerde 12.
 Schienenführung 96.
 Schienenleitung 95.
 Schienenrückleitung 94.
 Schienenschweißung 94.

- Schienenspannung 95, 96.
 Schienenstoßverbindung,
 Prüfung von 97.
 Schienenstöße, geschweißte 87.
 Schienenverbinder 87, 94.
 Schirme 60.
 Schleuderprobe 30.
 Schlüssel 98, 108.
 Schmelzraum 56.
 Schmelzsicherung 54, 55,
 56, 68, 108.
 —, explodierende 54.
 Schnallenisolator 84.
 Schrauben 44.
 Schränke 36.
 Schrittspannung 14.
 Schutzerdungsleitung 54.
 Schutz gegen Berührung
 13, 19, 51, 98.
 — gegen Überlastung 38.
 Schutzgehäuse 62.
 Schutzgitter 17.
 Schutzkasten 91.
 Schutzkontakt 52.
 Schutzleitung 12.
 Schutzmaßnahmen 14, 75.
 — in Hochspannungsanlagen 17.
 —, Prüfung der 16.
 Schutznetze 11.
 Schutzrohre, metallene
 71.
 Schutzschaltung 53.
 Schutzverbindung 53.
 Schutzverkleidung 43, 50.
 Schutzverschalung 86,
 87.
 Schutzvorkehrung 77.
 Schutzvorrichtung 100,
 106.
 Schütze 50, 56.
 Schwachstromanlagen 2.
 Selbsterregung 38.
 Selbstschalter 38, 40, 54.
 Sicherheitsvorschriften 2.
 Sicherung 39, 40, 42, 55,
 108.
 —, einpolige 54.
 —, Nennstromstärke der
 94.
 Sicherungspatronen 750 V
 55.
 Sicherung, Unterbringung
 von 40.
 Solenoidbremse 39, 41.
 Sonderausführung 84.
 Sonderbestimmung 97.
 Sondereinrichtung 2.
 Spannung gegen Erde 14,
 18.
 —, genormte 10.
 — im Kraftwerk 9.
 Spannungsfestigkeit 12,
 26, 31.
 Spannungsgrenze 9, 17.
 Spannungsnormen 103.
 Spannungsverlust 95.
 Spannung, verkettete 103.
 Spannweiten 82.
 Speicherwirkung 57.
 Speisekabel 65.
 Speiseleitung 64, 93.
 —, oberirdische 73, 85.
 Speiseleitungsschutz 93.
 Speiseleitung, unterirdische 73.
 Stahl, Bauteile aus 83.
 Stahlbauten 88.
 Stahlmaste 83.
 Stahlpanzerrohre 70.
 Stahlrohre 72.
 Starke Leitungskrümmungen 70.
 Starkstromanlagen 1, 42,
 105.
 —, fremde 79.
 Staubansammlungen 70.
 Steckdosen 52.
 Stecker 52, 73.
 Steckvorrichtung 51, 52,
 53.
 Steckvorrichtung über
 250 V 51.
 Stehleuchter 61.
 Sternspannung 103.
 Steuerschalter 50.
 Stoßverbindung 95.
 Stöpselselfschalter 55.
 Störungen 76.
 Strecken, auslaufende 95.
 Streckenbezeichnungen
 92.
 Streckenförderung 7.
 Streckenschalter 91.
 Streckentrenner 91.
 Stromabnehmer 21, 32,
 98.
 Stromdichte 33, 97.
 Stromfestigkeit 12, 26, 31.
 Stromführung 95.
 Stromkreise 38.
 Stromleitungen 65.
 Stromrichtungswechsel
 97.
 Stromrückgewinnung 30,
 40, 91.
 Stromschienen 74.
 Stromschienenbahn 85.
 Stromsicherung 38, 54.
 Stromverbindung 51.
 Stromverbraucher 54.
 Stromzuführung, Unterbrechung 38.
 Tankanlagen 65.
 Telegrafienlinien 78.
 Telegrafienwegesetz 75.
 Temperatur, gefährliche
 43, 57.
 Tragbügel 62.
 Transformatoren 31.
 Transportanstalten 76.
 Trennschalter 47, 49.
 Trolleybus 7, 20, 39, 74,
 98.
 Umgrenzung, Geltungsbereich 7.
 Umformer 26.
 Umrechnungen 29.
 Unbefugte 53.
 Unfallhilfe 100.
 Ungeschützte Leitungslänge 37.
 Unnötige Berührung 108.
 Unterbrechung, Stromzuführung 38.
 Unterbrechungsmelder 56.
 Unterbringung von Sicherungen 40.
 Unterführung 85, 86.
 Unterirdische Speiseleitungen 73.
 Unterweisung, Betriebspersonal 100, 101.
 Unzulässige Erwärmung 67.
 Ursprungszeichen 44.
 Überbrückungsleitung 95.
 Übergangswiderstand 96.
 Überlastung 30.
 —, Schutz gegen 38.
 Überschlag 50, 51.
 Überschlagspannung 84.
 Überspannung 30.
 Überspannungsschutz 39,
 92.

- | | | |
|---|--|--|
| <p>Überwachung 97, 101, 106.
Überwege 88.</p> <p>Vagabundierende Erdströme 88.</p> <p>Verbandskennfaden 63.</p> <p>Verbindung, metallisch leitende 20.</p> <p>— von Leitungen 72, 73.</p> <p>Verbindungsarmaturen 62.</p> <p>Verbindungsleitung 54.</p> <p>Verbindungsstellen 16.</p> <p>Verkettete Spannung 103.</p> <p>Verlegung der Erder 15.</p> <p>— der Kabel 67.</p> <p>— der Leitungen 62.</p> <p>Verlegungsarten 70.</p> <p>Verlegungsvorschriften 74.</p> | <p>Verstärkungsrückleitungen 73.</p> <p>Verteilungsanlage 37.</p> <p>Verteilungstafeln 37.</p> <p>Vielfachaufhängung 84.</p> <p>Vielfachkupplung 53.</p> <p>Vorschriften 9.</p> <p>Vorschriftenbuch, 18. Auflage 5.</p> <p>Vorschriften für Leitungskupfer 102.</p> <p>—, Ges. Wirkung 6.</p> <p>—, V.B.S. 104.</p> <p>Vorwort III IV.</p> <p>Vorzugsspannungen 10, 103.</p> <p>Wagenfedern 20.</p> <p>Warnungsschilder 86, 113.</p> | <p>Warnungstafeln 86, 87, 100, 107.</p> <p>Warnungstexte 113.</p> <p>Wasserleitungen 65.</p> <p>Wechselspannung 85, 92.</p> <p>Wechselstrombahnen 97.</p> <p>Werkstoffe 36.</p> <p>Werkstoffeigenschaften 88.</p> <p>Winddruck 90.</p> <p>Widerstandsbremung 39.</p> <p>Widerstandsgeräte 50.</p> <p>Widerstände 41.</p> <p>Zufällige Berührung 17, 32, 51, 58, 60, 98, 111.</p> <p>Zusatzbestimmungen 97.</p> <p>Zustand, ordnungsmäßiger 99.</p> |
|---|--|--|