

**WEBER-ZAUDY**

---

# **Erläuterungen**

**zu den Vorschriften  
für die Errichtung**

**von**

**Starkstromanlagen  
mit Betriebsspannungen unter  
1000 V (V. E. S. 1/1930)**

---

**SIEBZEHNTE AUFLAGE**

# Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V

herausgegeben von

**Dr. C. L. Weber†**

Geh. Regierungsrat

Im Auftrage

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

nach dem Stande vom 1. Januar 1930

neubearbeitet von

**R. Zaudy**

Siebzehnte Auflage



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1930

ISBN 978-3-662-35909-9      ISBN 978-3-662-36739-1 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-36739-1

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

## Aus dem Vorwort zur ersten Ausgabe.

Vom Vorstande des Verbandes Deutscher Elektrotechniker mit der Abfassung von Erläuterungen zu den Sicherheitsvorschriften beauftragt, habe ich denselben zunächst den Inhalt der Beratungen zugrunde gelegt, aus welchen die Vorschriften selbst hervorgegangen sind. Sie sind in den Jahren 1894 und 1895 teils vom technischen Ausschusse des elektrotechnischen Vereins, teils von einer durch den Verband Deutscher Elektrotechniker eingesetzten Kommission gepflogen worden, die aus Vertretern der Post- und Telegraphenverwaltung, der physikalisch-technischen Reichsanstalt, der elektrotechnischen Vereine und städtischer Elektrizitätswerke sowie der hervorragendsten Firmen gebildet war.

In bezug auf technische Einzelheiten habe ich mich auf die praktischen Erfahrungen und Beobachtungen gestützt, zu denen mir eine mehrjährige Tätigkeit als Direktor der elektrotechnischen Versuchstation München reichliche Gelegenheit geboten hat. Befreundete Fachgenossen, insbesondere die Herren Kapp, Passavant, Seubel, haben mich vielfach unterstützt.

Berlin, April 1896.

Dr. C. L. Weber.

## Vorwort zur siebzehnten Auflage.

Herr Geh. Regierungsrat Dr. C. L. Weber ist am 29. September 1929 verstorben, nachdem ihm, dem verdienstvollen Vorsitzenden der Errichtungskommission und Verfasser dieser Erläuterungen, von der Jahresversammlung des VDE in Aachen im Juli 1929 die Auszeichnung der Ernennung zum Ehrenmitglied des VDE zuteil geworden war.

Dieselbe Jahresversammlung hatte die Neufassung der Errichtungsvorschriften in Form getrennter Arbeiten für Anlagen mit Spannungen unter 1000 V und solche mit Spannungen von 1000 V aufwärts, sowie gesondert davon für die Betriebsvorschriften genehmigt.

Die weitgehende Umgestaltung der Vorschriften bedingte auch für die Erläuterungen eine einschneidende Änderung. Soweit der Inhalt der Erläuterungen noch auf die neuen Vorschriften Anwendung finden konnte, habe ich mich bemüht, den Wortlaut beizubehalten, da dieser als maßgebende Auslegung der Errichtungsvorschriften selbst schon eine gewisse

Verbindlichkeit besaß. Jedoch mußte ein großer Teil der Erläuterungen neu geschaffen werden, und sein Inhalt beruht auf den Beratungen, welche der Formulierung der Vorschriften zugrunde gelegen haben. Wie die Vorschriften selbst nach den mit ihnen zu sammelnden Erfahrungen weiterer Ausgestaltung zu unterziehen sein werden, so stellen auch die Erläuterungen in ihrer neuen Gestalt nur einen Anfang dar. An einzelnen Stellen mußten Fragen bewußt offen gelassen werden, bei denen die Ansichten noch nicht so weit geklärt schienen, daß allgemein gültige Auslegungen ratsam gewesen wären. Hier ist es zunächst Sache der zuständigen Kommissionen des VDE, fortschreitend weitere Klärung herbeizuführen.

Im Gegensatz zu den Vorschriften und Regeln, welche in ihrem Wortlaut vom VDE festgesetzt sind, stellen die durch besonderen Druck davon leicht zu unterscheidenden Erläuterungen meine persönliche Ansicht dar.

Die Gelegenheit weitgehender Umgestaltung wurde zur Anpassung an das jetzt übliche Normal-Format benutzt. Der in der früheren Auflage neben den Errichtungsvorschriften aufgenommene Inhalt wurde gekürzt und auf dasjenige beschränkt, was sachlich unmittelbar mit den Errichtungsvorschriften zusammenhängt.

In dieser Form soll das Buch dem Verständnis der Vorschriften in allen an Starkstrom-Anlagen interessierten Kreisen dienen und insbesondere der großen Zahl der Werkangestellten, der Installateure und Monteure über das für sie Wichtigste aus den Arbeiten des VDE Auskunft geben.

Berlin, April 1930.

**R. Zaudy.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
<b>I. Gültigkeit.</b>	
§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich . . . . .	6
<b>II. Begriffserklärungen.</b>	
§ 2. . . . .	11
<b>III. Allgemein gültige Bestimmungen.</b>	
<b>A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.</b>	
§ 3. Schutz gegen zufällige Berührung . . . . .	15
Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung . . . . .	16
§ 4. Auftreten zu hoher Spannungen . . . . .	21
§ 5. Isolationzustand . . . . .	22
<b>B. Elektrische Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.</b>	
§ 6. Elektrische Maschinen . . . . .	26
§ 7. Transformatoren . . . . .	27
§ 8. Akkumulatoren . . . . .	27
<b>C. Schalt- und Verteilungsanlagen.</b>	
§ 9. . . . .	28
<b>D. Apparate.</b>	
§ 10. Allgemeines . . . . .	31
§ 11. Schalter . . . . .	33
§ 12. Anlasser und Widerstandsgeräte . . . . .	35
§ 13. Steckvorrichtungen . . . . .	36
§ 14. Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter) . . . . .	38
<b>E. Ortsveränderliche Geräte und Fernmeldegeräte.</b>	
§ 15. Ortsveränderliche Geräte . . . . .	42
Fernmeldegeräte . . . . .	45
<b>F. Leuchten und Zubehör.</b>	
§ 16. Fassungen und Lampen. . . . .	45
§ 17. Ortsfeste Beleuchtungskörper (auch Schnur- und Zugpendel). . . . .	47
§ 18. Ortsveränderliche Beleuchtungskörper (Stehleuchter, Handleuchter). . . . .	50
<b>G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.</b>	
§ 19. Leitungen (isolierte und umhüllte Leitungen, Bleikabel). . . . .	53
§ 20. Bemessung der Leitungen . . . . .	56
§ 21. Allgemeines über Leitungsverlegung . . . . .	59
§ 22. Freileitungen. . . . .	67
§ 23. Installationen im Freien . . . . .	70
§ 24. Leitungen in Gebäuden . . . . .	73
§ 25. Isolier- und Befestigungskörper . . . . .	74
§ 26. Rohre . . . . .	75
§ 27. Bleikabel . . . . .	76

<b>IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.</b>		Seite
§ 28.	Elektrische Betriebsräume . . . . .	78
§ 29.	Abgeschlossene elektrische Betriebsräume . . . . .	80
§ 30.	Betriebstätten . . . . .	80
§ 31.	Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume . . . . .	81
§ 32.	Akkumulatorenräume und elektrolytische Anlagen . . . . .	82
§ 33.	(Bleibt frei) . . . . .	82
§ 34.	Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume. . . . .	83
§ 35.	Explosionsgefährdete Betriebstätten und Lagerräume. . . . .	84
§ 36.	Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, wenn in ihnen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind . . . . .	85
<b>V. Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art.</b>		
<b>A. Prüffelder, Laboratorien, Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen.</b>		
§ 37.	Prüffelder, Justierräume und Laboratorien . . . . .	86
	Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen. . . . .	87
<b>B. Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunsthöfen, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.</b>		
§ 38.	Allgemeine Bestimmungen. . . . .	88
§ 39.	Bestimmungen für das Bühnenhaus. . . . .	90
	Bestimmungen für den Bildwerferraum . . . . .	96
<b>C. Bergwerke unter Tage.</b>		
§ 40.	Verlegung in Schächten, Querschlägen und Strecken. . . . .	97
	Elektrische Schachtsignalanlagen . . . . .	97
§ 41.	Schlagwettergefährdete Grubenräume . . . . .	98
§ 42.	Fahrleitungen und Zubehör elektrischer Streckenförderung . . . . .	99
§ 43.	Fahrzeuge elektrischer Streckenförderung . . . . .	100
§ 44.	Abteufbetrieb . . . . .	102
§ 45.	Schießbetrieb im Anschluß an Starkstromanlagen . . . . .	103
§ 46.	Ortsveränderliche Betriebseinrichtungen. . . . .	104
<b>Anhang: Leitsätze für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagebau.</b>		104
Normenblätter . . . . .		106
Sachverzeichnis . . . . .		123

## Verzeichnis von Kurzzeichen für VDE-Bestimmungen.

- K.P.I. = Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung.
- R.E.A. = Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten.
- 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.E.T.K. = Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen.
- V.B.S. = Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen.
- 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. = Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber.
- V.G.K.M. = Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren.
- 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.

## Einleitung.

Vorgeschichte der Vorschriften. Während es in einzelnen Staaten, so in Frankreich und England, schon bald nach Errichtung der ersten Elektrizitätswerke für nötig erachtet wurde, die Ausführung derartiger Anlagen auf dem Wege der Gesetzgebung zu regeln, hat sich die Starkstromtechnik in Deutschland unbeeinflusst von jeder Einwirkung oder Aufsicht des Staates frei entwickeln können. Hierin ist auch durch das „Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reichs“ vom 6. April 1892 und durch „das Telegraphen-Wege-Gesetz“ vom 18. Dez. 1899 keine wesentliche Änderung eingetreten.

Wenn die Vertreter der deutschen Elektrotechnik sich wiederholt bemüht haben, ein tieferes Eingreifen der Gesetzgebung auf dem in Rede stehenden Gebiete zu verhindern oder hinauszuschieben, um nicht im ersten Ausbau der jungen Technik durch starre Formen beengt zu sein, so haben sie gleichwohl niemals schrankenlose Willkür und unbegrenzte Reglosigkeit als ein erstrebenswertes Ziel erachtet.

Es sind daher schon frühzeitig, aus den Kreisen und Bedürfnissen der Industrie selbst hervorgehend, mehr oder weniger bestimmte Regeln für die Ausführung elektrischer Einrichtungen ausgebildet worden. Zuerst waren es die Elektrizitätswerke größerer Städte, die im Interesse der Sicherheit des eigenen Betriebes und im Bewußtsein ihrer Verantwortlichkeit den Installateuren die Verwendung bestimmter Materialien und Verlegungsarten vorschrieben.

Allgemeiner gefaßte Sicherheitsvorschriften wurden im Jahre 1888 durch den elektrotechnischen Verein in Wien entworfen, und im Jahre 1892 ließ der Verband deutscher Privat-Feuer-Versicherungsgesellschaften Grundsätze zur Beurteilung der Feuersicherheit elektrischer Anlagen aufstellen, die später im Sinne der vorliegenden Vorschriften revidiert wurden und zurzeit im Geschäftsbereiche dieses Verbandes Geltung haben.

Als daher im Beginn des Jahres 1894 zu gleicher Zeit von seiten des elektrotechnischen Vereins in Berlin und des Verbandes deutscher Elektrotechniker die Aufgabe, allgemein gültige Vorschriften auszuarbeiten, in Angriff genommen wurde, handelte es sich weniger darum, neue Gesichtspunkte zu finden, als vielmehr darum, die bereits bekannten und geübten Ausführungsregeln in einheitliche Formen zu bringen und die Grenzen zu vereinbaren, bis zu denen auch die Einzelheiten der Technik festgelegt werden können und dürfen.

Zweck der bisherigen Vorschriften.

Die im Jahre 1895 vom Verbands deutscher Elektrotechniker aufgestellten und in der Folge bis zur Gegenwart weiter ausgebildeten Vorschriften sollten in erster Linie die beim Errichten von Neuanlagen zu befolgenden Regeln einheitlich zum Ausdruck bringen.

Den von den Elektrizitätswerken erlassenen, bis dahin verschiedenartigen Bestimmungen sollten sie als einheitliche, für ganz Deutschland gültige Grundlage dienen, damit, wenn nicht alle Unterschiede, so doch wenigstens Widersprüche in den Maßnahmen der verschiedenen Elektrizitätswerke vermieden würden. Dadurch wurde erreicht, daß ein Installateur in verschiedenen Städten die gleichen Verlegungsarten benutzen und daß der Fabrikant von Einrichtungsgegenständen für die gleichen Muster überall Verwendung finden konnte. Die Beurteilung von Kostenvoranschlägen für geplante Anlagen wurde wesentlich erleichtert, indem man die Güte der Materialien und die zulässigen Verlegungsarten wenigstens in den Hauptpunkten durch einheitliche Bestimmungen festlegte. Endlich wurde auch die Prüfung bestehender Einrichtungen ungemein vereinfacht und der Entstehung von Meinungsdivergenzen vorgebeugt, weil nicht nur allgemeine Grundsätze, sondern auch technische Regeln aus den Vorschriften begründet werden konnten. Es ist daher auch den Feuer-Versicherungsgesellschaften, unbeschadet des Fortbestehens ihrer allgemeiner gehaltenen Vorsichtsbedingungen, durch die eingehenderen Vorschriften des VDE genützt worden.

Auch den Behörden sollten die Vorschriften eine brauchbare Grundlage und Richtschnur für ihr Vorgehen bieten, sofern sie es für notwendig erachten würden, einzelne oder bestimmte Gattungen von elektrischen Anlagen aus besonderen Gründen zu prüfen oder zu überwachen.

Dabei war niemals beabsichtigt, diese Vorschriften mit rückwirkender Kraft in allen ihren Einzelheiten auf ältere, vor Feststellung der Vorschriften vorhandene Anlagen anzuwenden. Bei der Beurteilung solcher Einrichtungen sollten sie aber als Richtschnur dienen, wobei es dem Prüfenden überlassen blieb, diejenigen Teile, welche in schroffem Widerspruche mit den Vorschriften standen und zu unmittelbarer Gefahr Anlaß gaben, sofort beseitigen zu lassen, während andere bei passender Gelegenheit mit den Vorschriften in Einklang zu bringen waren. Bei Neuanlagen dagegen sollte die Einhaltung der Vorschriften in vollem Maße gefordert werden.

Bei Aufstellung der ersten Vorschriften des VDE war man ganz besonders bestrebt, eine Schädigung der Industrie durch zu eng gefaßte Forderungen zu vermeiden, indem man nur solche Maßnahmen forderte, welche sich bereits als nützlich und notwendig eingebürgert hatten, und dort, wo es sich um neu hervorgetretene Bedürfnisse oder neue Hilfsmittel handelte, einen wohlbemessenen Spielraum gewährte. Gleichwohl konnte bereits damals mancher bedenkliche Auswuchs zurückgedrängt werden. In dieser Hinsicht darf es nicht unerwähnt bleiben, daß eine Zeitlang die ernsthaft Gefahr vorlag, es möchte das Zutrauen des Publikums zur Sicherheit elektrischer Anlagen gründlich untergraben werden durch die weitgehende Verwendung schlechter oder ungeeigneter Materialien, wie sie von ununterrichteten oder gewissenlosen Unternehmern manchmal beliebt wurde. Die damit verbundene Herabsetzung der Preise war gleichzeitig geeignet, den auf ihren guten Ruf bedachten und sorgfältig arbeitenden Firmen nicht zu unterschätzende Schädigungen zu bereiten.

Entstehungsgeschichte. Zuerst wurden im November 1895 Sicherheitsvorschriften für Anlagen mit niederer Spannung (bis zu 250 V) vereinbart. Bereits im folgenden Jahre trat man an die Aufstellung von Vorschriften für Hochspannungsanlagen (für 1000 V und mehr) heran, die im

Jahre 1897 als vorläufige Regeln und 1898 endgültig zustande kamen, wobei auch den besonders schwierigen Verhältnissen einzelner Betriebe, die wiederholt zu Unfällen Veranlassung gegeben hatten, durch Aufstellung eines Anhangs Rechnung getragen wurde. Vorschriften für Anlagen von mittlerer Spannung (zwischen 250 und 1000 V) wurden 1899 als vorläufige Regeln angenommen. Ferner wurden in den Jahren 1900/1901 Vorschriften für elektrische Bahnanlagen aufgestellt.

Inzwischen hatte sich eine Umarbeitung des ganzen Stoffes als wünschenswert herausgestellt, die in den Jahren 1901 bis 1903 in der Weise zur Durchführung gelangte, daß sich ein einheitliches Werk ergab, das alle Spannungsbereiche in nur noch zwei Abteilungen umfaßte. Auch die für einzelne eigenartige Anwendungsgebiete wie Theater und Bergwerke nötigen Sonderbestimmungen wurden eingegliedert.

Neben dem Ausbau der Vorschriften ging die Aufstellung von Normalien einher, von denen zuerst im Jahre 1898 die Kupfernormalien und im Jahre 1903 die besonders wichtigen Normalien für Leitungen entstanden.

Die Einführung der Vorschriften ist dadurch wesentlich unterstützt worden, daß sie von zahlreichen Behörden sowie vom Verbands Deutscher Privat-Feuer-Versicherungsgesellschaften als maßgebend anerkannt wurden. ETZ 1896, S. 456; 1897, S. 391. Bereits im Jahre 1898 hat sie das Königl. preußische Ministerium für Handel und Gewerbe den zuständigen Behörden als technische Richtschnur mitgeteilt. In gleichem Sinne sind bald darauf die übrigen deutschen Regierungen vorgegangen. ETZ 1898, S. 711; 1899, S. 561; 1902, S. 732.

Die Wirkungen der Vorschriften waren schon nach wenig Jahren daran zu erkennen, daß sie der Versuchung, unzulängliche Installationsmittel auf den Markt zu bringen, ein nützliches Gegengewicht boten. Mit der zunehmenden Anerkennung und Benützung der Vorschriften hat sich auch eine unverkennbare Verbesserung des Zustandes elektrischer Anlagen bemerkbar gemacht. Unbestreitbar tritt dies in den Aufstellungen der Feuer-Versicherungsgesellschaften und in den Unfallberichten der Gewerbeinspektionen, der Bergbehörden usw. zutage. ETZ 1905, S. 1171; 1906, S. 205; 1907, S. 553; 1909, S. 89, 90, 1107; 1910, S. 460; 1911, S. 470; 1927, S. 641; Z.d.V.D. Ing. 1906, S. 2085. Der deutschen elektrotechnischen Industrie, die anfangs zum Teil nur zögernd der Aufstellung der Vorschriften zugestimmt hatte, sind aus ihrem Bestehen die bereits erwähnten Vorteile in reichem Maße erwachsen, insbesondere wurde der gute Ruf, den die Erzeugnisse und Anlagen der deutschen Elektrotechnik im Auslande genießen, durch die Vorschriften gefestigt und verbürgt. Endlich ist es nicht zum wenigsten den Vorschriften zu verdanken, daß die Entwicklung der Elektrotechnik bis in die Gegenwart hinein von unmittelbar eingreifenden behördlichen Maßnahmen verschont geblieben ist.

Neugestaltung der Vorschriften. Seit dem Jahre 1904 haben indessen die größeren deutschen Bundesstaaten eine gesetzliche Regelung der Überwachung elektrischer Anlagen in die Wege geleitet, und es ist in Preußen trotz dringlicher Gegenvorstellungen der beteiligten Kreise das Gesetz vom 8. Juni 1905 betr. die Kosten der Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen zustande gekommen. ETZ 1905, S. 364 u. 687. Das Gesetz selbst regelt nur die Kostenpflicht, während es die Festsetzungen über Art und Umfang der Prüfungen den Ausführungsbestimmungen überweist.

Die Vertreter der elektrotechnischen sowie derjenigen anderer Industrien, die von elektrotechnischen Einrichtungen in großem Umfange Gebrauch machen, traten daher an die Regierungsorgane mit Vorstellungen heran, in dem Sinne, daß die Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker als technische Grundlage für die Ausführung der behördlichen Überwachung gewählt werden möchten, und daß die Überwachung selbst auf solche Anlagen beschränkt werde, bei denen entweder größere Ansammlungen von Menschen in Frage kommen, wie in Warenhäusern, Theatern und ähnlichen Gebäuden, oder bei denen eine besondere Feuers- oder Lebensgefahr durch die Art des Betriebes oder die Höhe der verwendeten Spannung begründet ist. ETZ 1905, S. 687; 1906, S. 597.

Die preußische wie die bayrische Regierung hat den Wünschen der Industrie nach beiden Richtungen hin Rechnung getragen. Die erstere hat sich bereit erklärt, die Vorschriften des VDE zum Bestandteil einer etwa zu erlassenden Polizeiverordnung zu machen, sofern ihnen eine hierzu geeignete Gestalt gegeben würde.

Dazu bedurfte es einer wesentlichen Abänderung der Vorschriften, ihrer Gestalt und ihrem Inhalt nach. Neben einer Vereinfachung ihres Wortlautes mußten aus ihnen alle diejenigen Forderungen entfernt werden, die zwar in Normalfällen durchführbar und empfehlenswert sind, deren Nichtbeachtung aber doch nicht in jedem Falle als strafbare Verfehlung angesehen werden konnte. Viele Bestimmungen, die genau bezeichnete Anordnungen oder zahlenmäßig festgesetzte Abmessungen verlangten, mußten eine allgemeinere Fassung erhalten, die zwar die Bedingungen, denen die Anlagen genügen müssen, deutlich kennzeichnet, ohne jedoch die Maßnahmen und Hilfsmittel, mit denen die erforderlichen Eigenschaften erzielt werden, im einzelnen festzulegen. ETZ 1907, S. 427.

Bei der Beratung dieser Abänderungen trat nun das Bedenken zutage, es könnten bei einer so allgemein gehaltenen Fassung die Vorschriften nicht mehr wie bisher als einheitliche Grundlage für die von den Elektrizitätswerken zu erlassenden Anschlußbedingungen dienen. Es erschien mißlich, eine Reihe von Zahlenbestimmungen und Einzelmaßnahmen völlig wegzuworfen, die im Laufe langer Jahre durch mühsame Erfahrungen und Vereinbarungen gewonnen waren und sich als zweckmäßig erwiesen hatten, wenn sie auch nur für Normalfälle paßten und in einzelnen besonders gelagerten Ausnahmefällen nicht anwendbar waren.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, hat man neben den Vorschriften eine Reihe von Ausführungsregeln aufgestellt, welche den Weg angeben, auf dem in allen Durchschnittsfällen die in den Vorschriften aufgestellten Forderungen erfüllt werden können und der auch betreten werden soll, wenn nicht Gründe für ein Abweichen geltend zu machen sind. Um dies auch sprachlich zum Ausdruck zu bringen, ist in allen Vorschriften die Wendung „muß“, in allen Regeln die Wendung „soll“ gebraucht. Ein anderer Teil des Inhaltes der früheren Vorschriften, der sich auf die wünschenswerten Größenstufen einzelner Hilfsmittel, auf Art und Abmessungen von Leitungen und ihrer Isolierhüllen bezog und der weniger unmittelbar die Sicherheit der Anlagen als vielmehr vorzugsweise Vereinbarungen über Fabrikation bedingte, ist in die Normalien verwiesen worden. Damit wurde auch beabsichtigt, diese Vereinbarungen je nach den Erfahrungen, Fortschritten und Bedürfnissen der Praxis abändern zu können, ohne in die Vorschriften selbst einzugreifen.

Nachdem die Vorschriften in dieser Gestalt unter dankenswerter Mitwirkung des preuß. Handelsministeriums und der Reichspostverwaltung vom VDE i. J. 1907 aufgestellt und nach 7 Jahren unveränderter Geltung im J. 1914 der Entwicklung des Faches angepaßt worden waren, sind sie 1922/23 abermals durchgesehen, ergänzt und verbessert worden.

Wie früher, sind an die allgemein gültigen Vorschriften Sonderbestimmungen für gewisse eigenartige Anwendungsgebiete, wie feuchte Räume, feuergefährdete Betriebsräume, Theater, Warenhäuser angegliedert. Sonderbestimmungen für Anlagen in Bergwerken unter Tage sind seit 1909 den einzelnen Bestimmungen angefügt. Dagegen sind die Vorschriften für elektrische Bahnen seit 1907 ganz ausgeschieden. Für sie bestehen seit 1906 in sich geschlossene Sondervorschriften, die 1925 als „Vorschriften für elektrische Bahnen“ neu herausgegeben worden sind.

Endlich sind auch die Vorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen, die bereits im Jahre 1903 aufgestellt waren, 1907, dann 1909 und 1914, schließlich 1923 neu durchgesehen und als „Betriebsvorschriften“ in engen Zusammenhang mit den „Errichtungsvorschriften“ gebracht worden.

Die auf Grund umfangreicher Beratungen unter Mitwirkung der Behörden und der erfahrensten Fachmänner aus zahlreichen Sondergebieten zustande gebrachte Gestalt der Vorschriften kann als der Ausdruck dessen gelten, was die berufenen Vertreter der deutschen Elektrotechnik an Vorschriften zur sachgemäßen und sicheren Ausführung elektrischer Starkstromanlagen für hinreichend und notwendig erachten. Die Anerkennung durch die Behörden ist auch für die veränderte Fassung ausdrücklich zugesichert worden. ETZ 1907, S. 745; 1910, S. 848; 1914, S. 1034<sup>1</sup>.

Die seit dem 1. Juli 1924 gültige Fassung der Errichtungsvorschriften umfaßte wie vorher 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 Einheiten und der Gesamtleistung von Großkraftwerken ließ es immer schwieriger erscheinen, alle

---

<sup>1</sup> Ein Erlaß des Preuß. Ministers für Handel und Gewerbe vom 18. 8. 1914 sagt: „... Ich habe bereits in mehreren Erlassen den Behörden empfohlen, bei Handhabung staatlicher Hoheitsrechte die Vorschriften des VDE als technische Richtschnur zu benutzen. Im allgemeinen ist es nicht erwünscht, von den Verbandsvorschriften abzuweichen, es sei denn, daß gewichtige Gründe dafür sprechen. Die Industrie legt mit Recht den größten Wert auf die Einheitlichkeit der Vorschriften und ihrer Durchführung. Sollten aber die Auffassungen der Sachverständigen über erforderliche Schutzmaßnahmen von denen des Verbandes abweichen und insbesondere Verschärfungen der Verbandsvorschriften für erforderlich erachtet werden, so erscheint es zweckmäßig, vor dem Erlaß entsprechender Anordnungen der vorgesetzten Behörde Bericht zu erstatten.“

In wichtigen Fällen ist meine Entscheidung herbeizuführen. Anlagen, die vor dem 1. Juli 1915, dem Zeitpunkt des Inkrafttretens der neuen Vorschriften, nach diesen hergestellt und betrieben werden, sind nicht zu beanstanden, wenn sie ihnen in allen Punkten entsprechen, nicht etwa nur die erleichternden Bestimmungen in Anspruch nehmen.“

Die Rechtsverhältnisse der gesamten Elektrizitätswirtschaft sind übersichtlich zusammengefaßt in A. Steinhauser u. L. Steinhauser, Deutsches Elektrizitäts-Recht. München 1928.

Über das Polizeirecht in Preußen vgl. auch Mitt. d. Ver. d. El.W. 1918, S. 61.

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)<sup>1</sup>. Aber ein weiterer grundsätzlich neuer Gesichtspunkt sollte gleichzeitig berücksichtigt werden. Die auch in Vorstehendem erwähnten Normalien, die inzwischen als Vorschriften und Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Fabrikaten einen sehr großen Umfang angenommen hatten, konnten nicht mehr der großen Menge von Installateuren und Monteuren zugänglich gemacht werden, die als die hauptsächlichsten Benutzer der Errichtungsvorschriften betrachtet werden müssen. Die in der Fassung von 1924 noch vorhandenen zahlreichen Hinweise auf diese Sonderbestimmungen des VDE sollten daher nach Möglichkeit beseitigt werden. Dies geschah dadurch, daß diejenigen Bestimmungen aus den Konstruktionsvorschriften, meist wörtlich, in die Errichtungsvorschriften übernommen wurden, welche auch für den Installateur wichtig sind, um die Auswahl des richtigen Materials treffen zu können. ETZ 1930, S. 4.

Dieser grundsätzlich neue Aufbau in Verbindung mit den Fortschritten der Installationstechnik seit der noch unter den Wirkungen der Nachkriegszeit stehenden Fassung von 1924 hat eine sehr weitgehende Umgestaltung der Errichtungsvorschriften gefordert. Mit dieser Fassung von 1930 treten die Errichtungsvorschriften in ein neues Stadium; sie bedeutet einen gewissen Abschluß ihrer Entwicklung, der jedoch bei dem stetigen Fortschritt der Technik nur der Ausgangspunkt weiterer Ausgestaltung sein wird.

<sup>1</sup> Im Anschluß an den Erlaß vom 18. August 1914 und einen entsprechenden vom 21. November 1924 hat der Preußische Minister für Handel und Gewerbe unter dem 1. April 1930 einen weiteren Erlaß ergehen lassen:

„Der Verband Deutscher Elektrotechniker e. V. hat seine neuen Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen in einer neuen, von der bisherigen Form weitgehend abweichenden Fassung bekanntgegeben. Die bisherigen sogenannten Errichtungs- und Betriebsvorschriften sind aus praktischen Bedürfnissen heraus unterteilt worden in:

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

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

3. Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen (V.B.S./1929).

.....

„Unter Bezug auf meine obengenannten Erlasse vom 18. August 1914 und 21. November 1924 ersuche ich, unter Berücksichtigung der vorstehenden Ausführungen, in Zukunft bei Handhabung staatlicher Hoheitsrechte die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in der neuen Fassung als Richtschnur zu benutzen.

Sollten Änderungen, insbesondere Verschärfungen der Verbandsvorschriften, für notwendig erachtet werden, so ersuche ich, mir in jedem Einzelfalle zu berichten.“

Ferner siehe: „Die Bedeutung des VDE“ von Rechtsanwalt Dr. Rumpf: ETZ 1929, S. 1003.

# Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V.

V.E.S. 1/1930.

## I. Gültigkeit.

### § 1.

#### Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Anlagen und Erweiterungen, soweit ihre Ausführung nach dem 1. Januar 1930 beginnt<sup>1)</sup>.

Für Apparate nach §§ 10 bis 18 wird mit Rücksicht auf die Verarbeitung vorhandener Werkstoffvorräte und die Räumung von Lagervorräten eine Übergangsfrist bis zum 1. Januar 1931 eingeräumt<sup>2)</sup>.

#### Geltungsbereich.

b) Die nachstehenden Vorschriften und Regeln gelten für Starkstrom-

---

1) Eine frühere Fassung der Vorschriften enthielt die ausdrückliche Bestimmung, daß sie keine rückwirkende Kraft haben sollten. Soweit die jetzige Fassung einer behördlichen Überwachung der Anlagen zur Grundlage dient, wird bei älteren Anlagen § 120d der Gewerbeordnung Abs. 3 sinngemäße Anwendung finden, welcher sagt: „Den bei Erlass dieses Gesetzes bereits bestehenden Anlagen gegenüber können, solange nicht eine Erweiterung oder ein Umbau eintritt, nur Anforderungen gestellt werden, welche zur Beseitigung erheblicher, das Leben oder die Gesundheit der Arbeiter gefährdender Mißstände erforderlich oder ohne unverhältnismäßige Aufwendungen ausführbar erscheinen.“ Vgl. auch Betriebs-Vorschr. § 2a.

2) Die §§ 10—18 enthalten Bestimmungen, welche auf Festsetzungen der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial (K.P.I. 1928)“ sowie der „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen (Stehleuchtern)“ beruhen. Diese Sonderbestimmungen enthalten verschiedene Übergangszeiten, die hier nach auch für die Errichtungsvorschriften gewährt werden mußten. Sondervorschriften mit längeren Übergangszeiten als bis zum 31. Dezember 1930 sind nicht in die V.E.S. 1/1930 übernommen worden. Das gleiche gilt für die „Vorschriften für isolierte Leitungen“ (V.I.L./1930), die dem § 19 zugrunde liegen. Die hier eingeführte Neuerung der gemeinsamen Beflechtung der Adern (§ 19 III) von Zimmerschnüren (also das Verbot verseilter Schnüre) gilt daher mit der gleichen Übergangsfrist. Bis zum Ablauf dieser Frist gelten die bisher für die einzelnen Punkte in Kraft gewesenen Bestimmungen.

anlagen<sup>3)</sup> oder Teile solcher mit Betriebsspannungen unter 1000 V<sup>4)</sup> mit Aus-

3) Auf Schwachstromanlagen, z. B. Telegraphen-, Telephon- und verwandte Signal-einrichtungen, finden die Vorschriften keine Anwendung. Der wiederholt unternommene Versuch, den Begriff „Starkstromanlage“ durch eine einfache und ausreichende Umschreibung zu definieren, ist bisher nicht geglückt. Dem Sprachgebrauch der Technik liegt die Vorstellung zugrunde, daß der Regel nach eine gewisse Stromstärke, zugleich aber auch eine gewisse Energiemenge in Wirkung tritt oder treten kann, wo von einer Starkstromanlage die Rede ist. Daher gelten als Schwachstromanlagen alle diejenigen, in denen weder das eine noch das andere möglich sowie auch die, bei denen zwar die eine, aber nicht die andere Bedingung erfüllt ist. So z. B. die in Wohn- und Geschäftsräumen üblichen Läutesignalwerke, bei denen wegen des inneren Widerstandes der als Stromquelle üblichen Primärelemente starke Ströme nicht auftreten können. Ebenso eine Einrichtung, die etwa ein einziges galvanisches Element mäßiger Größe als Stromquelle benützt, bei der daher wohl starke Ströme, aber nur für kurze Zeit auftreten können. Dabei ist es nicht entscheidend, ob gefährliche Wirkungen ganz ausgeschlossen sind; denn ein Element der letzteren Art wird unter Umständen eine Zündung hervorrufen können, ebenso wie auch mit einem medizinischen Induktionsapparat Gesundheitstörungen erzeugbar sind, der aber trotzdem nur in besonderen Ausführungsformen als Starkstromapparat angesprochen wird. Die Spannung allein ist ebenfalls nicht maßgebend, wie schon das letzte Beispiel oder das einer mit etwa 100 Primärelementen betriebenen Telegraphenleitung lehrt. Es wird vielmehr auch bei niederen Spannungen, z. B. bei einer elektrochemischen Anlage von 10 V und 100 A mit Recht von Starkstrom gesprochen. Ebenso wird die Technik eine Dynamomaschine von 100 V und 10 A als Starkstromanlage bezeichnen, auch wenn sie als Stromquelle für ein Telegraphennetz dient. Hier würde die Stromerzeugeranlage dem Starkstromgebiet, das Leitungsnetz und die Apparateanlage dem Schwachstrom zuzurechnen sein. Soweit eine Bearbeitung des Schwachstromgebietes durch den VDE bisher stattgefunden hat, wurde der Zweck der Anlage zur Kennzeichnung benutzt, z. B. Fernmeldeanlagen. Diese Bezeichnung umfaßt aber nicht den ganzen Begriff des Schwachstroms, da es auch Schwachstromanlagen für andere Zwecke gibt.

Im Bereich der Schwachstromanlagen sind vom VDE eine Reihe von Bestimmungen aufgestellt worden, so „Regeln für die Errichtung von Fernmeldeanlagen“, „Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen“; ferner bestehen für die Speisung von Schwachstromanlagen die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren“, „Leitsätze für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze mit Hilfe von Einrichtungen, die eine leitende Verbindung mit den Starkstromnetzen erfordern“. Weiter „Allgemeine Vorschriften für Starkstromleitungen bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“, „Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu diesen Allgemeinen Vorschriften“.

4) Die Wahl der Grenze bei 1000 V ist begründet (ETZ 1928, S. 1321) durch die Verwendung von gummiisolierten Leitungen, Stöpselsicherungen, Dosenschaltern u. dgl. unterhalb dieser Grenze und der Öltransformatoren, Ölschalter, Bleikabel, blanker Leitungen usw. oberhalb derselben. Diejenigen Ausführungen, welche den Charakter der Hochspannungsanlagen ausmachen, kommen für die Anlagen unter 1000 V nur ausnahmsweise und aus anderen Gründen als der Höhe der Spannung in Betracht. Unter 1000 V (praktisch gebräuchlich sind Spannungen bis etwa 750 V bei Bahnen, 500 bis 550 V bei Industrieanlagen) ist der Charakter der Anlage derjenige der Installation im weitesten Sinne. Da auch die große Menge der Installateure und Monteure in der Hauptsache mit Anlagen unter 1000 V zu tun hat, treffen die vorliegenden Vorschriften die größte Zahl der mannigfaltigen Ausführungen aller Anlagen und konnten daher so ausgestaltet werden, daß diese Benutzer sich möglichst leicht informieren können.

Der Begriff „Niederspannungsanlage“ (bis 250 V gegen Erde) und „Hochspannungsanlage“ (mehr als 250 V gegen Erde) ist als solcher daher in Wegfall gekommen. Wo an einigen Stellen in den V.E.S. 1/1930 noch davon Gebrauch gemacht wird, ist die Span-

nahme<sup>5)</sup> von im Erdboden verlegten Leitungsnetzen<sup>6)</sup>, der gesamten Fahr-

nungsgrenze ausführlich genannt. Bei dieser Spannungsgrenze ging man von der Überlegung aus, daß für die Lebensgefahr in erster Linie die bei Erdschlüssen in Wirkung tretende Spannung maßgebend sei, da das Einschalten des menschlichen Körpers zwischen eine Leitung und Erde weit häufiger zu fürchten sei als zwischen zwei Außenleitern. Hat z. B. ein Drehstromnetz 380 V zwischen den Außenleitern und 220 V zwischen Phasenleitern und Nullpunkt, so wird die Grenze von 250 V gegen Erde nur eingehalten, wenn durch Erdung des Nulleiters oder wenigstens des Nullpunkts der Stromquelle (z. B. des Transformators) dafür gesorgt ist, daß betriebsmäßig eine höhere Spannung als 250 V zwischen irgendeinem Teil der Anlage und Erde nicht auftritt. Drehstromanlagen mit z. B. 500 V Spannung zwischen zwei Zuleitungen gehören zu den Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde, auch dann, wenn der Nullpunkt an Erde liegt, weil die Spannung jedes Leiters 290 V gegen den Nullpunkt beträgt. Dagegen sind vorübergehend mögliche Überspannungen für die Einordnung der Anlage nicht maßgeblich.

Unter Umständen ist es zulässig, einen Teil einer Anlage nach der niederen Spannungsgrenze auszuführen, obwohl in anderen Teilen die höhere Spannung vorkommt. Bedingung dafür ist, daß dieser Teil eine gewisse Selbständigkeit aufweist, wie sie z. B. bei Wechselstromanlagen mit Transformatoren dem sekundären Netz gegenüber dem Primärteil zukommt, wenn der Übertritt von höherer Spannung verhindert ist, wie dies § 4 vorschreibt.

In manchen Fällen muß die Unterscheidung nach der besonderen Sachlage getroffen werden, z. B. wenn an eine Anlage mit weniger als 250 V gegen Erde eine Zusatzmaschine angeschlossen und so, etwa zum Betriebe von Motoren, ein höherer Spannungskreis geschaffen wird oder wenn ein Stromkreis der Anlage nur vorübergehend höhere Spannung führt; z. B. der Läuferstromkreis eines Drehstrommotors während des Anlassens. Auch bei Verwendung von Spartransformatoren oder Gleichstromeinankerumformern ist besonders zu erwägen, ob der die kleinere Spannung führende Stromkreis gegen den Übertritt der höheren Spannung sicher genug geschützt ist, um als solcher behandelt zu werden.

Für die Beurteilung der Spannungsgrenze ist maßgebend die Gebrauchsspannung, d. h. die an den Stromverbrauchern herrschende. Wenn also z. B. ein Netz für 220 V eingerichtet ist, hierbei aber etwa infolge großer Entfernung der Zentrale der Spannungsabfall in den Speiseleitungen den Betrag von 30 V überschreiten sollte, so daß die Stromerzeuger etwa mit mehr als 250 V arbeiten müßten, so soll diese Anlage noch nach den Vorschriften für Spannungen bis 250 V gegen Erde behandelt werden.

Ebenso soll die für Ladung von Akkumulatoren etwa notwendige Überspannung nicht die Einreihung der Anlage unter die schärferen Vorschriften zur Folge haben, wenn bei der Entladung die Gebrauchsspannung 250 V gegen Erde nicht überschreitet.

5) Für die einzelnen Gattungen von elektrischen Einrichtungen, die von den vorliegenden Vorschriften ausgenommen sind, bestehen entweder besondere Vorschriften oder es ist die Aufstellung von solchen nicht für nötig oder nicht für durchführbar erachtet worden. Dies bedeutet jedoch nicht, daß bei solchen Einrichtungen jede beliebige Anordnung als sachgemäß anzuerkennen ist. Soweit die Gewerbeordnung Anwendung findet, gilt auch für diese Teile der § 120a der G.-O.: „Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, daß die Arbeiter gegen Gefahren für Leben oder Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet. — Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebe liegende Gefahren, namentlich auch gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind. — Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes erforderlich sind.“

6) Ausgeschlossen vom Geltungsbereich der Vorschriften sind nur im Erdboden verlegte Leitungsnetze, nicht aber einzelne Leitungsstrecken. Dergleichen Netze (Kabel-

leitungsanlage elektrischer Bahnen<sup>7)</sup> (Vollbahnen, Straßenbahnen, straßenbahnähnliche Kleinbahnen und Stadtschnellbahnen), der Fahrzeuge über Tage<sup>8)</sup> sowie der elektrochemischen Betriebsapparate<sup>9)</sup>.

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 rechtfertigen<sup>10)</sup>.

netze) können im Vergleich mit außerhalb des Erdbodens befindlichen Anlagen nur in geringem Maße zu Brand- oder Lebensgefahr Anlaß geben. Dabei ist zu beachten, daß Kabelnetze in der Regel im eigenen Interesse der Besitzer einer sorgsam und sachgemäßen Aufsicht unterliegen. „Im Erdboden verlegt“ ist nicht gleichbedeutend mit „unterirdisch“. Was in einem begehbaren Kanal, einem Keller u. dgl. verlegt ist, fällt unter die Vorschriften.

7) Die übrigen Teile elektrischer Bahnen, die nicht ihren besonderen Zwecken angepaßt zu werden brauchen, fallen unter diese Vorschriften.

8) Die elektrischen Grubenbahnen und ihre Fahrzeuge fallen unter diese Vorschriften. Für Fahrzeuge über Tage, die wie Automobile, Schiffe, Werkslokomotiven u. dgl. nicht zu den Bahnen gehören, bestehen z. Zt. keine Errichtungsvorschriften des VDE. Fahrkrane, Drehkrane und ähnliche bewegliche Hebezeuge gelten nicht als Fahrzeuge im Sinne des § 1, hier gelten also die Errichtungsvorschriften. Für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagebau sind Leitsätze aufgestellt worden. Siehe Anhang der V.E.S. 1.

9) In einer früheren Fassung der Vorschriften waren elektrochemische Anlagen ganz ausgeschlossen. Die jetzige Fassung beschränkt diese Ausnahme auf elektrochemische Betriebsapparate. Die Einrichtungen elektrochemischer Fabriken unterliegen also diesen Vorschriften, soweit die zur Stromerzeugung und die zur Beleuchtung und Kraftübertragung bestimmten Einrichtungen in Frage kommen. Nur diejenigen Teile, die unmittelbar den Zwecken der Elektrochemie dienen, unterliegen in der Tat vielfach besonderen Bedingungen, die sich nicht immer den Vorschriften anpassen lassen. Bei ihrem Aufbau und Ausbau muß es dem Fachmanne überlassen bleiben, die Anforderungen des Betriebes mit den Grundsätzen der Sicherheit in Einklang zu bringen. Auch hier ist die Voraussetzung maßgebend gewesen, daß die Handhabung dieser Betriebsapparate ausschließlich von geschultem Personal geübt wird. Beispiele hierher gehöriger Apparate sind die Einrichtungen zur Galvanoplastik, zur elektrochemischen Darstellung und Reinigung von Metallen, zur Erzeugung von Chlor und Alkali, von Kalziumkarbid, Ozon, Stickstoffverbindungen usw. Dem Umstande, daß gewisse Teile elektrochemischer und elektrothermischer Anlagen besonders niedrige Spannungen führen, ist durch § 3a Rechnung getragen.

Nicht nur in elektrochemischen Betrieben, sondern auch in solchen chemischen Fabriken, die die Elektrizität nur als Hilfskraft benützen, ist der zerstörende Einfluß zu beachten, den die verarbeiteten oder erzeugten Stoffe auf die Teile der elektrischen Anlage ausüben können. Z. B. wird Gummi von Ölen und Fetten, Metall von Fettsäuren, Marmor von Chlor angegriffen. Die Hilfsmittel, mit denen die Errichtungsvorschriften erfüllt werden, müssen daher der Natur dieser Stoffe und der Art ihres Auftretens angepaßt werden. Einzelheiten hierüber sind jedoch nicht in die Vorschriften aufgenommen.

Medizinische Apparate unterliegen den Vorschriften, soweit sie dem Starkstrom angehören und Sondervorschriften nicht festgelegt sind. Früher waren auch Probierräume und Laboratorien von den Vorschriften ausgenommen; seit 1914 sind Prüffelder und Laboratorien im § 37 behandelt.

10) Die Vorschriften müssen genau befolgt werden. Da es aber unmöglich ist, auch alle Einzelbestimmungen jedem vorkommenden Sonderfall anzupassen, kann von den Regeln unter Umständen abgewichen werden, jedoch nur dann, wenn dafür bestimmte

2. Außer diesen grundsätzlichen Vorschriften sind vom VDE noch Sonderbestimmungen erlassen worden, die die Ausführung gewisser Anlagen, Maschinen, Apparate, Geräte und Installationsmaterial im besonderen behandeln. Anlagen, Maschinen, Apparate, Geräte und Installationsmaterial, die nach diesen Bestimmungen ausgeführt sind, entsprechen hiernach auch diesen Errichtungsvorschriften<sup>11)</sup>.

c) Die zwischen ⚡ || stehenden Zusätze gelten nur für elektrische Starkstromanlagen in Bergwerken unter Tage (abgekürzt: B. u. T.)<sup>12)</sup>.

## II. Begriffserklärungen.

### § 2.

a) Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V sind solche, deren Betriebsspannungen zwischen beliebigen Leitern unter 1000 V bleibt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend<sup>1)</sup>.

Nennspannung, Nennstromstärke, Nennleistung und Nennfrequenz sind die Größen, mit denen die Geräte, Leitungen, Stromverbraucher usw. 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 Feuersicherheit<sup>2)</sup>.

c) Freileitungen im Sinne dieser Vorschriften sind außerhalb von Ge-

Gründe angegeben werden können und die abweichenden Ausführungen die gleiche Sicherheit bieten, wie die Ausführung nach der Regel, von der abgewichen wurde.

11) In den Sonderbestimmungen sind die Grundsätze der Errichtungsvorschriften weiter ausgebaut. Insbesondere sind die für den Hersteller wichtigen Einzelheiten festgelegt, die die Prüfung erleichtern und die Bewertung vereinheitlichen. Zu diesen Sonderbestimmungen zählen z. B. Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M., Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T., Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A., Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S., Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I., Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L., Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F., Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen V.E.Hz. Soweit solche Sonderbestimmungen als Vorschriften, Regeln, Leitsätze oder dgl. bestehen, ist deren Einhaltung soweit wie irgend möglich anzustreben. Jedoch scheint der Zeitpunkt noch nicht gekommen, vorzuschreiben, daß alle Erzeugnisse den bestehenden Sonderbestimmungen ausnahmslos entsprechen müssen. Wo jedoch in den V.E.S. 1 auch die Sonderbestimmungen als Vorschriften ausdrücklich aufgeführt sind (z. B. § 19a, § 26a) darf von ihnen nicht abgewichen werden.

12) Sonderbestimmungen für B. u. T. waren bereits i. J. 1902 den Vorschriften angegliedert worden. Ihre jetzige Fassung ist unter Mitwirkung der deutschen Bergbehörden 1922, 1925 und 1929 zustande gekommen.

§ 2. 1) Eine untere Grenze besteht nicht. Auch Anlagenteile mit Kleinspannung fallen unter diese Begriffserklärung [siehe auch § 1, Erläuterung 3)].

2) Zu diesen Arten der Feuersicherheit gehören z. B. die unterschiedlichen Begriffe des schaltfeuersicheren, glutsicheren, wärmesicheren Materials.

bäuden geführte oberirdische Leitungsanlagen, bei denen die Leitungen keine Schutzverkleidung haben, einschließlich der Isolatoren und Träger (Maste, Dachständer usw.) sowie der zugehörigen Hausanschlußleitungen [Ausnahme siehe d)].<sup>3)</sup>

d) Leitungen für Installationen im Freien an Gebäuden, in Höfen, Gärten u. dgl., bei denen die Entfernung der Stützpunkte 20 m nicht überschreitet, sind nicht als Freileitungen anzusehen<sup>4)</sup>.

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

f) Erden heißt, durch einen Erder eine leitende Verbindung mit der Erde herstellen.

Erder sind zum Erden benutzte Metallteile, die sich im Erdboden befinden und mit der Erde in leitender Verbindung stehen.

g) Nullen heißt, eine leitende Verbindung mit dem geerdeten Nulleiter herstellen.

h) Nulleiter ist der Leiter, der von dem Nullpunkt einer Anlage (Maschine, Transformator, Akkumulator usw.) ausgeht.

Erdungsleitung ist die zum Erder führende Leitung einschließlich Sammelleitung.

Nullungsleitung ist die von einem Anlageteil zu dem Nulleiter führende Leitung.

Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Anlageteil und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) sowie dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).

i) Elektrische Betriebsräume sind Räume, die wesentlich zum Betrieb elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich sind<sup>5)</sup>.

**3)** Als Schutzverkleidung im Sinne des § 2c gelten nicht die Schutznetze, Schutzleisten, Schutzdrähte, die die Freileitungen an der Berührung mit andern Leitungen oder am Herabfallen hindern sollen.

Eine Schutzverkleidung ist eine in sich selbständige Vorkehrung, die mechanische Einwirkungen stärkeren Grades hintanhaltend kann; z. B. Isolier- oder Metallrohr, Verschalung aus Holz oder Blech.

Freileitungen können auch aus umhüllten oder isolierten Leitungen gebildet werden.

Bezüglich der Schutzverkleidung festverlegter Leitungen vergleiche § 21<sup>1</sup>.

Bezüglich der Abgrenzung gegenüber Installationen im Freien vgl. § 23, Erläuterung 1).

**4)** Reklamebeleuchtungen im Freien, z. B. auf Dächern, gehören ebenfalls zu den Installationen im Freien.

**5)** Die elektrischen Betriebsräume (vgl. § 28) können Teile eines anderen Raumes, z. B. einer Fabrikhalle sein, wenn der Zutritt zu ihnen durch Schranken, Gitter oder dgl. der Vorschrift gemäß beschränkt ist. Um einen Raum als „elektrischen Betriebsraum“ bezeichnen und in ihm von den hierfür zugestandenen Erleichterungen Gebrauch machen zu dürfen, ist es nicht notwendig, daß er ausschließlich elektrische Maschinen enthält. Es kann z. B. auch der von der elektrischen Maschine angetriebene Ventilator, eine Aufzugswinde, eine Pumpe oder dgl. dort stehen. Auch können in dem Raum neben elektrischen Erzeugermaschinen noch deren Antriebsmaschinen sowie andere Treibmaschinen stehen; neben elektrischen Motoren kann er andere Motoren enthalten.

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<sup>6)</sup>.

l) Betriebstätten sind Räume, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind<sup>7)</sup>.

m) Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume sind Räume, in denen durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische oder andere Einflüsse die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert wird (vgl. § 31). Derartige Räume kommen vor in chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Zuckerfabriken, Molkereien, Käsereien, Metzgereien, Wäschereien, landwirtschaftlichen Betrieben u. dgl.<sup>8)</sup>.

✂ | In B. u. T. kommen solche Räume ebenfalls vor<sup>9)</sup>. |

n) Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume sind Räume, in denen leicht entzündliche Gegenstände hergestellt, verarbeitet oder angehäuft werden, sowie solche, in denen sich betriebsmäßig ent-

Dagegen muß streng gefordert werden, daß ein derartiger Raum in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich ist, und daß er den Charakter eines reinen Kraftwerkes hat, in welches nicht etwa Rohstoffe offen hineingeschafft oder Fertigprodukte offen herausgeschafft werden. Auf welche Art ein solcher Raum von seiner Umgebung getrennt sein muß, hängt von der Art der Umgebung ab. Wo betriebsmäßig Staub oder Fasern auftreten (in gewissen Teilen von Mühlen, Spinnereien, Schreinereien ohne wirksame Staubentfernung) wird man dichte Wände fordern, während unter anderen Umständen fest angebrachte Schranken genügen können.

6) Z. B. der Raum hinter einer Schalttafel, wenn er unter Verschuß gehalten wird. Der Verschuß muß vorhanden sein und kann nicht etwa durch eine Kette, Schranke oder dgl. oder durch ein Eintrittsverbot ersetzt werden. Verschließbare Aufbauten, wie Schaltsäulen, Schaltschränke, die nicht zum Betreten des abgeschlossenen Raumes eingerichtet sind, gelten nicht als abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

7) Betriebstätten sind demnach in erster Linie alle die Räume, welche gewöhnlich als Werkstätten bezeichnet werden. Ihre besondere Bedeutung für die Beschaffenheit und Behandlung der elektrischen Anlagen liegt hauptsächlich in dem Umstande, daß in ihnen vielfache Hantierungen schwerer oder sperriger Gegenstände vorkommen, so daß die Gefahr der Beschädigung für Leitungen, Apparate und Stromverbraucher größer ist als in Büroräumen, Läden und Wohnräumen, während andererseits nicht vorausgesetzt werden kann, daß die elektrische Einrichtung mit derselben Sachkenntnis und Aufmerksamkeit behandelt werde wie in elektrischen Betriebsräumen. In letzteren sind die elektrischen Einrichtungen Hauptsache, in Betriebstätten sind sie nur Hilfsmittel.

8) Die Zweckbestimmung eines Raumes ist an sich nicht maßgebend für seine Zurechnung zu der Gattung der feuchten Räume. Entscheidend ist vielmehr der wirkliche Zustand. So gibt es trockene und feuchte Keller, ebenso Küchen von sehr verschiedener Art.

Ebenso wie feuchte sind sehr heiße Räume besonders zu beachten, wenn sie zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind; denn die Schweißabsonderung auf der Haut wirkt gefahrerhöhend, weil sie den Übergangswiderstand zum menschlichen Körper verkleinert, um so mehr, wenn die Räume ungenügend ventiliert sind und wenn der Fußboden gut leitet, z. B. feucht ist oder aus Metall besteht.

9) In Bergwerken sind die Räume unter Tage zumeist als feuchte Räume anzuspochen; doch gibt es z. B. sehr trockene Räume in Kaligruben.

zündliche Gemische von Gasen, Dämpfen, Staub oder Fasern bilden können<sup>10)</sup>.

✂ | In B. u. T. gelten als feuergefährdete Räume die Räume, die von |  
| der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden. |

o) Explosionsgefährdete Betriebstätten und Lagerräume sind Räume, in denen explosive Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden oder sich leicht explosive Gase, Dämpfe, Staub oder Gemische solcher mit Luft erfahrungsgemäß ansammeln<sup>11)</sup>.

✂ | 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<sup>12)</sup>.

10) Als Räume der bezeichneten Art kommen u. a. in Betracht gewerbliche und landwirtschaftliche Betriebe, in welchen die Gefahr der Entzündung von Staub (Brikettfabriken, Korkmühlen usw.), leicht brennbaren Gasen (Gasfabriken usw.), leicht brennbaren Flüssigkeiten (Benzinwäschereien, Autogaragen, Ätherfabriken usw.), leicht brennbaren Gegenständen (Scheunen, Heuböden, Flachsschwingereien, Wattefabriken, Spinnereien für pflanzliche Spinnstoffe, Zelluloid- und Zelluloidwarenfabriken usw.) vorliegt.

Es ist jedoch zu beachten, daß im Einzelfalle die Betriebstätten aus der Klasse der gefährdeten ausscheiden können, wenn geeignete Vorkehrungen dies rechtfertigen. So z. B. Abfüllstationen für entzündliche Flüssigkeiten, soweit die Arbeit mit flammstreckenden Gasen unter Ausschluß von Luft vorgenommen wird, Holzbearbeitungsfabriken, soweit durch mechanisches Absaugen für Beseitigung der brennbaren Abfälle und des Staubes an der Entstehungsstelle gesorgt ist. Sinngemäß werden z. B. auch in chemischen Fabriken Räume, in denen etwa Benzin, Schwefelkohlenstoff, Anilin u. dgl. benützt wird, dann nicht mehr als besonders gefährdet zu betrachten sein, wenn die benützten Behälter, Apparate, Leitungen usw. so eingerichtet sind und gebraucht werden, daß sich in ihrer Umgebung entzündliche Gemische nicht betriebsmäßig bilden können.

11) Für Betriebe zum Herstellen und Aufspeichern von Sprengstoffen bestehen behördliche Sondervorschriften. Andere Räume, in denen explosive Gase oder Gasgemische usw. auftreten können, gehören zu den explosionsgefährdeten, wenn sich diese Gemische usw. betriebsmäßig in dem Raume bilden, z. B. durch Ausbreiten der entzündlichen, leicht verdampfenden Flüssigkeiten auf größeren Flächen im luftgefüllten offenen Raume, wie in manchen Benzinwäschereien; ferner wenn zwar Einrichtungen, um das Entstehen gefährlicher Gasgemische zu verhindern, in Anwendung sind, trotzdem aber „erfahrungsgemäß“, d. h. auf Grund einer Reihe von Tatsachen, eine Explosionsgefahr als fortbestehend in technischen Kreisen anerkannt wird. Wenn dagegen durch die Apparatur usw. dafür gesorgt ist, daß nur durch grobe Unvorsichtigkeit oder unglücklichen Zufall explosive Gase sich bilden können, so gelten die Räume nicht als explosionsgefährdet. Insbesondere sind Räume, in denen Benzol oder dgl. in geschlossenen Gefäßen verarbeitet wird, nicht als explosionsgefährdet zu betrachten. Wenn aus solchen Gefäßen gelegentlich, z. B. durch Undichtigkeit, die entzündliche Flüssigkeit oder ein Gemisch ihrer Dämpfe mit Luft austritt, so ist dies nicht als „erfahrungsgemäßes Ansammeln“ im Sinne des § 20 anzusehen. Ebensowenig gelten Räume, die mit einer Leuchtgasleitung ausgestattet sind oder in denen eine Gasuhr aufgestellt ist, als besonders gefährdet.

Nach der Sachlage des Einzelfalles sind auch Räume zu beurteilen, in denen Mehlstaub, Kohlenstaub, Aluminiumstaub auftritt.

12) Eine allgemein gültige Kennzeichnung der schlagwettergefährdeten Grubenräume läßt sich nicht aufstellen, weil die Gefährlichkeit von mehreren verschiedenen

q) 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.

### III. Allgemein gültige Bestimmungen.

#### A. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

##### § 3.

##### Schutz gegen zufällige Berührung<sup>1)</sup>.

a) Die unter Spannung stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen im Handbereich<sup>2)</sup> gegen zufällige Berührung<sup>3)</sup> geschützt sein

Faktoren abhängt. Die Entscheidung kann daher nur für den Einzelfall erfolgen und steht der Bergbehörde zu. Als nichtschlagwettergefährdete Grubenräume gelten auf Bergwerken oder Teilen von Bergwerken, in denen der Gebrauch des offenen Lichts nicht allgemein gestattet ist, der Regel nach die im einziehenden Wetterstrom gelegenen Schächte, Füllörter, Maschinenräume, Querschläge und Grundstrecken, soweit keine abweichende Entscheidung der zuständigen Bergbehörde ergeht.

Sonstige Räume, insbesondere im ausziehenden Wetterstrom belegene, sind als nichtschlagwettergefährdet nur anzusehen, wenn sie ausdrücklich von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet sind.

Im Einzelfall kann unter besonderen Verhältnissen ein Raum schlagwettergefährdet sein, trotzdem er im einziehenden oder nicht schlagwettergefährdet sein, trotzdem er im ausziehenden Wetterstrom liegt.

§ 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.

2) Der Umfang des Handbereichs hängt von der Örtlichkeit ab. Sind Stufen, Auftritte, Galerien, Maschinen- oder Betriebsteile vorhanden, die betriebsmäßig betreten werden, so ist der Handbereich von diesen aus zu bemessen, und zwar nicht nur nach oben, sondern auch seitwärts. Auch die normalerweise gehandhabten Gegenstände, Werkzeuge u. dgl. sind sinngemäß zu berücksichtigen. Vom Fußboden aus pfllegt man 2,50 m Höhe als Grenze des Handbereichs anzusehen.

3) Eine zufällige Berührung ist diejenige, die bei der bestimmungsmäßigen Benutzung des Raumes und der in ihm vorhandenen Einrichtung ungewollt eintreten kann. Gegen mutwillige oder sonst absichtliche Berührung ist ein Schutz oft nicht durchführbar oder bei der Vielgestaltigkeit der elektrischen Hilfsmittel mit deren Zweck nicht vereinbar. Die Schutzeinrichtungen gegen zufällige Berührung dürfen daher so beschaffen sein, daß sie einen beabsichtigten Eingriff nicht hindern, wie er etwa zur Pflege oder zur Einstellung elektrischer Geräte nötig ist. Bei Widerständen und Heizapparaten sind Gitter dienlich, auch wenn sie das absichtliche Durchgreifen der Finger zulassen. Kommutatoren und Bürsten von Motoren sind bei den heutigen Ausführungen so hinter

[Ausnahmen sind gestattet bei Schweißanlagen, Glüh- und Schmelzöfen<sup>4)</sup> u. dgl.; Ausnahmen für elektrische Betriebsräume siehe § 28a), Schutz gegen Beschädigung siehe §§ 21, 24, 30 und 31].

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

✂ | Über Fahrleitungen von Bahnen in B. u. T. siehe § 42. |

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 § 30a)].<sup>5)</sup>

✂ | 1. In B. u. T. sollen alle Schutzverkleidungen so angebracht sein, daß |  
| sie nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernt werden können. |

#### Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung<sup>6)</sup>.

c) Berührungsspannung<sup>7)</sup> im Sinne der folgenden Regeln tritt auf, wenn durch Schäden an Teilen der elektrischen Anlage oder andere Unregelmäßigkeiten die der Berührung zugänglichen metallenen Teile der elek-

vorstehenden Teilen der Maschine, wie hinter den Magneten, Lagerböcken, Lagerschildern, in passend angebrachten Vertiefungen oder Nischen angeordnet, daß sie in der Regel als der zufälligen Berührung entzogen zu betrachten sind. Blanke Anschlußklemmen von Motoren usw. sind mit Kappen abzudecken. Sind ordnungsmäßige Fassungen nicht mit Glühlampen besetzt, so kann die Möglichkeit, mit einem Finger in der Fassung spannungsführende Teile zu berühren, nicht als zufällig angesehen werden; ebenso sinngemäß bei Sicherungen mit ausgeschraubtem Stöpsel. Auch die mittelbare Berührung, z. B. durch das Öffnen eines eisernen Fensterrahmens, ist zu verhüten. Gegen zufällige Berührung schützen auch Schranken, Abweisleisten, besonders wenn sie mit Warnungzeichen versehen sind.

4) Die industrielle Verwendung der Elektrowärme ist erst im Anfangstadium. Die Entwicklung gestattet augenblicklich noch nicht, feste Vorschriften zu machen. Bei Lichtbogenschweißapparaten muß schließlich die Elektrode, welche den Lichtbogen bildet, ungeschützt bleiben. Meist werden auch hierfür Spannungen von weniger als 65 V verwendet. Bei Glühöfen müssen die Heizwiderstände entsprechend der hohen Temperatur ungeschützt bleiben. Die mittelbare Berührung kann z. B. durch geeignete Führung der Beschickungsvorrichtung beschränkt werden. Werden Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde verwendet, so sollte auch hier ein Schutz, z. B. Stromunterbrechung bei Öffnung der Tür von Industrieöfen angeordnet werden. Die aufgeführten Ausnahmen sind nur Beispiele aus dem hier ins Auge gefaßten Gebiet der Elektrowärme in der Industrie.

5) Wenn die Maschinen z. B. auf Riemenspannschienen in geringen Grenzen verschiebbar sind, muß die Schutzverkleidung der Leitungen in ausreichendem Maß biegsam gemacht werden, z. B. durch Verwendung von Metallschlauch [siehe § 26, Erläuterung 1)]. In jedem Fall ist es unzulässig, die isolierten Drähte im Handbereich auf ein auch nur kleines Stück unverkleidet zu lassen.

6) Hierbei sind die „Leitsätze für Erdungen und Nullung in Niederspannungsanlagen“ zu beachten. Diese Leitsätze beruhen noch auf den Festsetzungen der Fassung der Errichtungsvorschriften von 1924. Deshalb ist ihr Wortlaut in diesem Buch nicht mehr aufgenommen worden. Die Neubearbeitung der „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V L.E.S. 1/1931“ ist jedoch zur Zeit erst bis zu einem Entwurf gediehen, der in der ETZ 1930, S. 754 erstmalig veröffentlicht ist.

7) Siehe § 2e). Nicht nur die zur Stromleitung bestimmten, sondern auch die als Schutzmittel dienenden und andere rein konstruktive Metallteile können den Menschen

trischen Einrichtungen eine Spannung gegen Erde annehmen<sup>8)</sup>). Dieses zu verhindern ist in erster Linie Aufgabe des Baues der elektrischen Apparate und Gebrauchsgegenstände sowie Sache sorgfältiger Montage<sup>9)</sup>).

2. Darüber hinausgehende Schutzmaßnahmen sind ihrer Natur nach als Behelf anzusehen. Sie sollen aber Anwendung finden, wenn die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung vorliegt, z. B. in Räumen, in denen der Übergangswiderstand des Menschen zur Erde durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische Einflüsse [siehe auch § 2m)] oder andere Ursachen wesentlich herabgesetzt ist<sup>10)</sup>.

oder Tiere gefährden, wenn sie durch unbeabsichtigte Verbindung mit den stromführenden Teilen oder durch überkriechende Ströme eine Spannung gegen Erde annehmen. Dieser Gefahr ist besonders schwer zu begegnen, weil sie unvermutet auftritt. Sie ist bedingt durch die Höhe der im § 2e) erklärten Berührungsspannung.

8) Als Teile, die Spannung annehmen können, kommen in erster Linie in Betracht: Eisenmaste, die Körper der Maschinen, die Gerüste der Schafftafeln, die Gehäuse von Schaltapparaten oder Meßgeräten, die Armierung von Kabeln, metallene Schutzrohre und Umkleidungen von Leitungen usw.; namentlich auch die mit der Hand zu bedienenden Teile, wie Handräder, Hebel, Kurbeln, Griffe. Eine bestimmte Umgrenzung derjenigen Teile, welche Spannung annehmen können, daher nach Maßgabe von § 3<sup>2</sup> isoliert, geerdet oder durch andere Mittel gefahrlos gemacht werden müssen, ist in der Vorschrift nicht gegeben. Maßgebend sind die Höhe der wirksamen Spannung, Güte und Abmessung der als Träger oder Umhüllung der betriebsmäßig spannungführenden Teile dienenden Isolierkörper, sowie die Entfernung der nicht spannungführenden Metallteile von den spannungführenden. Doch ist zu beachten, daß auch gute und große Isolierkörper durch Risse, Oberflächenschichten (Schmutz) oder ihre Flächen überbrückende Fremdkörper (Drähte usw.) ihren Dienst versagen können. Im allgemeinen können Metallteile, die sich im Bereiche der Betriebsspannung befinden, eines besonderen Schutzes dann entbehren, wenn sich zwischen ihnen und den spannungführenden Teilen ein anderer geerdeter Metallteil befindet. Zu beachten ist, daß auch nichtmetallene Teile unter Umständen Spannung annehmen und gefährlich werden können; z. B. Holz, Mauern, Säulen und Fußböden aus Stein, wenn sie feucht sind.

9) Die Vermeidung der Störung, durch die Berührungsspannung möglich wird, ist das wichtigste Ziel. Mit zunehmender Güte und Zuverlässigkeit der Isolierstoffe und der mit ihnen gefertigten elektrischen Fabrikate werden sich besondere Maßnahmen immer mehr einschränken lassen. Auch bei denjenigen Gegenständen, die ihrer Natur nach metallene Körper voraussetzen, wie Motoren, Kochgeräte usw., läßt sich durch zuverlässige Ausführung die Gefahr des Körperschlusses beschränken. Dagegen darf sich der Konstrukteur oder Hersteller nicht darauf verlassen, daß zusätzliche Schutzmaßnahmen im Fall der Isolationstörung weiteres Unheil verhindern. Diese Schutzmaßnahmen werden in Regel 2 ausdrücklich als Behelf bezeichnet.

10) Die im § 2m erwähnten Einflüsse erleichtern den Übergang von Spannung auf die betriebsmäßig nicht unter Spannung stehenden Teile der elektrischen Anlage und auf andere Bauteile. Dieselben Einflüsse begünstigen außerdem den Stromweg durch den menschlichen oder tierischen Körper zur Erde. Der Versuch, eine genaue Angabe über die Art der Räume zu machen, in denen die besondere Gefährdung auftritt und über den sehr verschiedenen Grad dieser Gefährdung, scheiterte an der Mannigfaltigkeit der Verhältnisse. Der Grad der Gefahr, z. B. der Feuchtigkeit, ist nicht nur in bezug auf die Größe dieses einen Einflusses außerordentlich verschieden, sondern das Zusammenreffen mit anderen Ursachen, z. B. durchtränkte Haut oder Kleidung, Möglichkeit der Berührung gut geerdeter Metallteile steigert die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse. Sicherlich werden Waschküchen, durchtränkte landwirtschaftliche Betriebsräume, Baderäume zu den gefährdeten Stellen zu rechnen sein. Ebenso können andererseits trockene Wohn- oder Büroräume in der Regel nicht deswegen zu den gefährlichen gerechnet werden, weil eine mit Erde verbundene Zentralheizung oder geerdete Fernsprech-

d) Bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde sind Schutzmaßnahmen nach Regel 2 überall anzuwenden.

3. Als Schutzmaßnahmen kommen in Betracht: Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung.

Durch diese Schutzmaßnahmen soll erstrebt werden, daß die Überbrückung einer bedenklichen Berührungsspannung durch einen Menschen entweder verhindert wird (Isolierung) oder, daß eine bedenkliche Berührungsspannung überhaupt unmöglich ist (Transformation oder Umformung auf Kleinspannung) oder, daß bei bedenklicher Berührungsspannung die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird (z. B. Erdung, Nullung, Schutzschaltung).

4. Isolierung. Der Schutz durch Isolierung<sup>11)</sup> kann dadurch erreicht werden, daß die der Berührung zugänglichen leitfähigen Teile durch isolierende Umkleidung (isolierende Umpressung von Schaltergriffen, Handrädern u. dgl.) der direkten Berührung entzogen werden, oder dadurch, daß der Stromübergang von den leitfähigen Teilen über den menschlichen Körper nach Erde durch isolierende Unterlagen (isolierenden Fußbodenbelag, isolierende Wände u. dgl.) verhindert wird.

5. Kleinspannungen sind Betriebsspannungen bis zu 42 V. In Kleinspannungskreisen sollen nur Installationsmaterial und Geräte für mindestens 250 V verwendet werden [siehe § 18 h) und 18 z)].<sup>12)</sup>

Die Verwendung von Kleinspannungen bei Spielzeugen oder dgl. ist in § 15 e) behandelt.

Fernmeldegeräte siehe § 15 i).

6. Erdung. Ein möglichst niedriger Erdungswiderstand ist anzustreben. Eine gute Erdung erzielt man meistens durch den Anschluß an das Wasserleitungsnetz<sup>13)</sup>.

teile in handlicher Nähe sind. Bei der von Fall zu Fall zu treffenden Entscheidung, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen anzuordnen sind, ist zu beachten, daß eine absolute, bei jedem denkbaren Zusammentreffen von Störungen noch bestehende Sicherheit nicht zu erzielen ist. Auch ist zu berücksichtigen, daß schließlich alle Schutzeinrichtungen selbst Fehlerquellen darstellen können und eine vielleicht entbehrliche Anhäufung solcher Mittel die erstrebte Sicherheit wieder beeinträchtigen kann.

Zu den „anderen Ursachen“ gehört auch die Ansammlung großer Metallmassen in an sich trockenen Räumen. Solche kommen in Gaswerken, Hüttenwerken, Kesselhäusern u. dgl. vor, insbesondere wenn der Standort aus gut geerdeten Metallteilen besteht.

11) Es handelt sich also nicht um die Isolation spannungsführender Anlageteile, sondern um die zusätzliche Umkleidung von leitfähigen Teilen, welche im Störungsfalle Spannung annehmen können.

12) Die Verwendung von Material für 250 V (Maschinen, Apparate, Geräte, Leuchten, Leitungen) trotz der Benutzung in einem Stromkreis mit Kleinspannung ist dadurch bedingt, daß ein erhöhter, zusätzlicher Schutz angestrebt wird, bei dem beide Sicherheiten zusammenwirken sollen. Jedoch wird von dem Material nur die Isolierfestigkeit für 250 V gefordert. Dagegen können die Funktionen den Forderungen des Kleinspannungskreises angepaßt werden [s. § 11, Erl. 1)]. Über die Ausführung von Transformatoren für Kleinspannung bestehen Sondervorschriften: „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannung R.E.T.K.“ Von einem Transformator sollen nur wenige Stromverbraucher gespeist werden. Auch ist die Anwendung nur in beschränktem Umfang zu empfehlen. Der Bau ganzer Anlagen ist nicht anzustreben, zumal durch die entstehenden hohen Ströme und Spannungsverluste neue Schwierigkeiten auftreten können.

13) Die Erdung wirkt dadurch, daß dem Strom, der auf den Konstruktionsteil übergegangen ist, ein gut leitender Weg zur Erde dargeboten wird; alsdann wird, auch wenn eine Person mit den Konstruktionsteilen in Berührung gekommen ist, nur ein

Bei Erdung ortsveränderlicher Stromverbraucher soll die Erdungsleitung für Querschnitte bis 4 mm<sup>2</sup> mindestens so stark wie die zugehörigen Außenleiter gewählt werden.

✂ In B. u. T. sollen mehrere verschiedene Erdungen, z. B. in der Wasserseige, im Schachtsumpf, an den Tübbings und über Tage gleichzeitig angewendet und miteinander gut leitend verbunden werden. Die der zufälligen Berührung ausgesetzten, für gewöhnlich nicht Spannung führenden Teile der Anlage sollen, soweit sie in dem gleichen Raume liegen, untereinander und mit der Erdungsleitung, als welche die Bewehrung eines Bleikabels, und zwar Bleimantel und Stahlbewehrung, benutzt werden kann, verbunden werden. Außerdem sollen alle übrigen, der zufälligen Berührung ausgesetzten Metallteile, wie Rohrleitungen, Geleise usw., tunlichst oft an die Erdungsleitung angeschlossen werden.

7. Nullung. Der Widerstand der Leitungen soll so bemessen sein, daß bei einem Kurzschluß zwischen einem Außenleiter und dem Nulleiter mindestens der 2,5-fache Nennstrom der nächsten vorgeschalteten Stromsicherung auftritt <sup>14</sup>).

In Verteilungsnetzen soll der Nulleiter außer der allgemeinen Erdung in jedem Ausläufer möglichst nahe am Ende eine Erdung erhalten <sup>15</sup>).

kleiner Stromanteil seinen Weg durch den menschlichen Körper zur Erde nehmen, während der weit überwiegende Stromanteil den rein metallenen Weg vorzieht. Es wird also ein Nebenschluß zu dem gefährdeten menschlichen Körper geschaffen.

Bei Anlagen ohne geerdeten Nulleiter oder Außenleiter schützt die Erdung bei einpoligem Erdschluß, obgleich eine Abschaltung nicht stattfindet. Tritt jedoch in solchen Anlagen in einem zweiten Leiter ein weiterer Erdschluß auf (Doppelerdschluß) oder handelt es sich um Anlagen mit geerdetem Nulleiter oder Außenleiter, so ist die Erdung nur ein zuverlässiger Schutz, wenn sie den fehlerhaften Teil des Betriebsstromkreises mit Hilfe der eingebauten Sicherungen abschaltet. Hierzu muß der Gesamtwiderstand des durch die Erdungsleitung, den Erdübergangswiderstand, die Erde und den Erdungswiderstand des anderen Pols der Leitung gebildeten Stromkreises so klein sein, daß der durch die wirksame Spannung in diesem Stromkreis erzeugte Strom die Sicherung zum Ansprechen (Abschmelzen oder selbsttätigen Abtrennen) bringt. Querschnitt und Länge der Erdungsleitung und der Erdungswiderstand müssen dieser zahlenmäßigen Bedingung genügen, wenn der Schutz zuverlässig sein soll.

Ein genügend kleiner Erdübergangswiderstand ist jedoch oft nur schwer mit wirtschaftlichen Mitteln zu erlangen. Daher wird die Anwendung der reinen Erdung in der Regel auf Anlagenteile beschränkt sein, denen Sicherungen geringer Nennstromstärken vorgeschaltet sind.

Wird die Wasserleitung als Erdung benutzt, so soll der Anschluß vor dem Wassermesser erfolgen, oder dieser soll leitend überbrückt werden. Ausgedehnte Wasserleitungsnetze haben in der Regel einen Erdübergangswiderstand von höchstens 2 Ω.

<sup>14</sup>) Die Schutzmaßnahme der Nullung besteht darin, daß diejenigen der Berührung ausgesetzten Teile der Anlage (Schutzverkleidungen, Maschinengehäuse, Griffe u. dgl.), die durch fehlerhaften Zustand der Anlage unbeabsichtigterweise Spannung annehmen können, leitend mit dem Nulleiter verbunden werden. Der auftretende Fehler bewirkt alsdann, daß ein geschlossener Stromkreis von der fehlerhaften Betriebsleitung über die der Berührung ausgesetzten Teile, die Nullungsleitung und den Nulleiter zum Nullpunkt der Anlage zustande kommt. Der in diesem Kreis auftretende Strom soll die eingebaute Sicherung auslösen oder schmelzen und so den fehlerhaften Stromzweig von der Stromquelle abschalten.

Der Vorzug der Nullung liegt darin, daß der Nulleiter auch ohne besondere Erdung an oder in der Nähe der Gefahrstelle einen geschlossenen Stromkreis ergibt. Die schwache Seite der Nullung liegt darin, daß die Unversehrtheit des Nulleiters und seine genügende Leitfähigkeit nicht immer gewährleistet sind. Dies ist insbesondere bei ausgedehnten Freileitungsnetzen sorgfältig zu prüfen.

<sup>15</sup>) Mehrfache Erdungen des Nulleiters, besonders an den Enden der Ausläufer, ver-

Der Nulleiter soll in seinem ganzen Verlauf so sorgfältig verlegt werden, daß eine Unterbrechung nicht zu erwarten ist.

Die Nullung ortsveränderlicher Stromverbraucher soll durch eine besondere, an der Stromzuführung nicht beteiligte Leitung — Nullungsleitung — am festverlegten Nulleiter erfolgen. Die Nullungsleitung soll für Querschnitte bis einschließlich 4 mm<sup>2</sup> nicht schwächer als der zugehörnde Außenleiter bemessen werden <sup>16)</sup>.

In einem Netz, in dem die Nullung angewendet wird, sind reine Erdungen ohne Verbindung mit dem Nulleiter unzulässig <sup>17)</sup>.

Der Nulleiter soll in Gebäuden in seinem ganzen Verlauf fabrikations- oder montagemäßig gekennzeichnet werden.

8. Schutzschaltung. Die Auslösevorrichtung des Schutzschalters soll so eingestellt sein, daß beim Auftreten einer zu hohen Berührungsspannung die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird <sup>18)</sup>.

e) An Installationsmaterialien und Geräten, die mit Erdung, Nullung oder Schutzschaltung verwendet werden, müssen die zur Durchführung dieser Maßnahmen erforderlichen Anschlußstellen fabrikmäßig angebracht sein [Erdungsschrauben, Gerätesteckvorrichtungen mit Schutzkontakt oder dgl.] <sup>19)</sup>.

bessern die Wirksamkeit, indem sie den Gesamtwiderstand des erwähnten Stromkreises verkleinern. Ferner besteht dadurch die Gewähr, daß bei einer Unterbrechung des Nulleiters der hinter der Unterbrechungsstelle liegende Teil geerdet bleibt.

<sup>16)</sup> Handelt es sich also um ortsveränderliche Stromverbraucher, welche den Nulleiter schon als Stromzuführung benötigen, also einphasige Stromverbraucher in Netzen mit Nulleiter, die die Sternspannung verwenden, so muß neben dem Nulleiter als Stromzuführung ein Schutzleiter geführt werden, welcher erst an den festverlegten Nulleiter durch einen dritten Kontakt angeschlossen wird. Diese Maßnahme ist notwendig, um der Gefahr der Unterbrechung des Nulleiters im beweglichen Teil, die besonders naheliegend ist, vorzubeugen. Eine solche Unterbrechung würde bei Anschluß des Gehäuses an den stromführenden Nulleiter das Gehäuse unter Spannung setzen, ohne daß eine Isolationsstörung eingetreten ist, also gerade die Gefahr herbeiführen, welcher man vorbeugen will (ETZ 1926, S. 670). Aus diesem Grunde sind Steckvorrichtungen und Gerätesteckvorrichtungen mit Schutzkontakt entwickelt (siehe § 13 u. 15).

<sup>17)</sup> Die Erdung eines Außenleiters, die beim Auftreten eines Fehlers an diesem Außenleiter zustande kommt, kann eine Spannungsverschiebung in der Weise zur Folge haben, daß der als ungefährlich betrachtete Nulleiter bedenkliche Spannungen gegen Erde annimmt und diese auf die der Berührung ausgesetzten genullten Schutzgehäuse, Griffe usw. überträgt.

<sup>18)</sup> Die von Heinisch in ETZ 1914, S. 32 erstmalig vorgeschlagene und inzwischen erheblich ausgebaut Schutzschaltung des RWE, System Heinisch-Riedl, bewirkt eine Abschaltung der fehlerhaft gewordenen Anlageteile durch ein Relais, das zwischen Erde und dem der Berührung ausgesetzten Teil eingeschaltet ist und anspricht, wenn dieser Teil aus der Betriebsleitung Spannung angenommen hat. Diese Abschaltung erfolgt unabhängig davon, ob der im fehlerhaften Leiter zustande kommende Fehlerstrom eine solche Stärke erreicht hat, wie sie bei der Erdung und Nullung zum Auslösen der Sicherungen nötig ist und praktisch unabhängig von der Größe und den Schwankungen des Erdungswiderstandes. Die Schutzschaltung bietet daher besonders in den Fällen, in denen kleine Erdungswiderstände schwer zu erreichen oder dauernd zu erhalten sind, erhebliche Vorteile. Die Schutzschalter erleichtern eine regelmäßige Überwachung ihrer Bereitschaft. Selbstverständlich muß auch hier einer Unterbrechung der Schutzleitung und der Erdungsleitung durch sorgfältige Ausführung vorgebeugt werden.

<sup>19)</sup> Hierbei ist zu beachten, ob die Schutzleitung an den betreffenden Apparat mit der Betriebsleitung gemeinsam etwa in einem Rohr, einem Mehrfachleiter oder Bleikabel

## § 4.

**Auftreten zu hoher Spannungen.**

a) Dem Auftreten zu hoher Spannungen in Verbraucherstromkreisen muß vorgebeugt werden<sup>1)</sup>.

Zu hohe Spannungen können auftreten durch Übertritt der Oberspannung in die Unterspannungstromkreise von Transformatoren oder durch atmosphärische Einwirkungen, Schaltvorgänge u. dgl.<sup>2)</sup>.

1. Als Maßnahme gegen Gefährdung von Anlagen durch zu hohe Spannungen kann u. a. dienen: Einbau zweckentsprechender Relais, die die Abschaltung der gefährdeten Anlagen bewirken, oder Erdung des Transformatoren-Nullpunktes<sup>3)</sup>.

herangeführt wird. In diesem Fall muß der Schutzleiter in der Nähe der Betriebsleitungen, also im Innern des Apparates, Klemmkastens oder dgl. angeschlossen werden. In jedem Fall bedenke man, daß die Schutzleitung mindestens ebenso sicher und zuverlässig ausgeführt sein soll wie die Betriebsleitung, um so mehr, als ihr nicht ordnungsgemäßer Zustand vielleicht schwerer zu beobachten ist und sich im Gegensatz zur Betriebsleitung nicht durch Versagen des Gerätes bemerkbar macht.

Der Ausdruck „Installationsmaterialien und Geräte“ umfaßt auch Motoren, wenn sie nicht unmittelbar mit Geräten zusammengebaut sind.

1) Eine bis zum Jahre 1905 gültige Fassung des § 4 lautete: „Der Übertritt von Hochspannung in Stromkreise für Niederspannung sowie das Entstehen hoher Spannungen in letzteren muß verhindert oder ungefährlich gemacht werden.“ Da diese Forderung nicht unter allen Umständen erfüllbar ist, wurde die Fassung wiederholt geändert. (ETZ 1905, S. 292, 314, 337, 439.) Die jetzt gültige Fassung soll ausdrücken, daß das Auftreten unzulässig hoher Spannungen in fachgemäßer Weise zu bekämpfen ist, und zwar mit den Mitteln, die dem Stande der Technik und den gegebenen Umständen entsprechen. Daß der erstrebte Erfolg auch bei außergewöhnlichen Ereignissen oder besonders ungünstigen Umständen eintritt, wird nicht gefordert.

2) Das Auftreten unzulässig hoher Spannungen umschließt sowohl den Fall, daß die hohe Spannung in einem andern Stromkreis betriebsmäßig besteht und durch eine entstandene Verbindung (z. B. Leitung, Kriechweg, Überschlag, Induktion) in den Verbrauchskreis „übertritt“, als auch den, daß sie in einem andern Stromkreis oder im Verbrauchskreis selbst durch gewollte oder ungewollte Vorgänge entsteht.

Die Ursachen des Auftretens der unzulässigen Spannungen sind mannigfacher Art. Als die wichtigsten sind zu nennen: Ungenügende Isolierung zwischen Hoch- und Niederspannungskreisen in Transformatoren, Maschinen, Schaltern oder Geräten, an Befestigungs-, Ein- und Ausführungsstellen; mechanische Einwirkungen, die die vorhandene Isolierung zerstören, wie Drahtbruch, Gestängebruch; elektrische Wirkungen wie Blitzschlag, andere atmosphärische Entladungen, Erdschluß, aussetzender Erdschluß, der Überspannungen erzeugt. Ferner Schaltvorgänge im Unter- oder im Oberspannungskreis, die Überspannungen im Verbrauchskreis unmittelbar oder im Oberspannungskreis hervorrufen, so daß Durchschlag und Übertragung unzulässig hoher Spannung auf den Verbrauchskreis eintritt.

3) Die zu fordernden Maßnahmen gehören zum Teil in das Gebiet der Anlagen mit Spannungen von 1000 V aufwärts (V.E.S. 2/1930), die vielfach die Oberspannungskreise und die Energiezuführung zu den hier behandelten Anlagen geringer Spannung bilden. Sie sind im allgemeinen schon durch die Rücksicht auf die Sicherheit des Betriebes bedingt. Sie müssen aber darüber hinaus auch auf die Sicherheit der am Betriebe Beteiligten und der nicht daran Beteiligten, des Publikums, Rücksicht nehmen. Sie müssen der Art und dem Umfang des Betriebes, den örtlichen und klimatischen Verhältnissen angepaßt sein. Es gehören zu diesen Maßnahmen je nach den Umständen je nach den Umständen und fachgemäß gestaltete Isolierung an Transformatoren, Maschinen, Leitungen, Schaltgeräten und Schaltanlagen, eingebaute Drosselspulen, Kondensatoren, Blitzschutz-

## § 5.

**Isolationzustand.**

a) Jede Starkstromanlage muß einen angemessenen Isolationzustand haben<sup>1)</sup>.

1. Isolationsprüfungen sollen tunlichst mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 V ausgeführt werden<sup>2)</sup>.
2. Bei Isolationsprüfungen durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn tun-

vorrichtungen, Erdungen an geeigneten Stellen und in genügender Bemessung, Erdungseile, Erdungswiderstände und Erdschlußpulen, Löschtransformatoren, Stufenschalter, selbsttätige Ausschalter. Die Auswahl der nötigen Maßnahmen und das Ausmaß ihrer Anwendung kann nur unter fachgemäßer Beurteilung des Einzelfalles erfolgen.

Trotz des hohen Grades von Sicherheit, der durch sachgemäßes Anwenden der verfügbaren Mittel erreichbar ist, reichen diese nicht immer aus, um unter allen denkbaren Umständen das Auftreten unzulässig hoher Spannungen völlig zu verhindern. Man benützt daher auch Einrichtungen, die deren Wirkungen auf tunlichst kurze Zeiträume beschränken oder tunlichst rasch unschädlich machen. Dahin gehören selbsttätige kurzschließende oder erdende Schalter, kurzschließende oder erdende Sicherungen u. dgl. Auch ihre Wirksamkeit hängt ab von den Bedingungen des Einzelfalles.

1) Der Isolationzustand einer Anlage ist keineswegs ein unmittelbares Maß für ihre Sicherheit; wohl aber kann man aus der Kenntnis der Isolationsgröße unter sachgemäßer Berücksichtigung aller obwaltenden Verhältnisse auf indirektem Wege ein Urteil über den mehr oder weniger ordnungsgemäßen Zustand der Leitungen und damit zugleich über die Sicherheit der Anlage gewinnen. Es ist nämlich von vornherein klar, daß es nicht möglich ist, die beiden Pole der Leitungen voneinander und gegen die Erde völlig zu isolieren; vielmehr wird auch bei Anwendung der vollkommensten Mittel stets ein gewisser Stromübergang über die isolierenden Befestigungsteile hinweg und durch die Isolierhüllen hindurch stattfinden. Die gesamte übergehende Strommenge hängt nicht nur von der Beschaffenheit der Isolier- und Befestigungstücke ab, sondern sie wird auch bei gleich guter Beschaffenheit um so erheblicher sein, je größer die Anzahl derjenigen Stellen ist, an welchen ein Stromübergang überhaupt stattfinden kann. Sehr ausgedehnte Leitungsnetze zeigen daher, absolut gemessen, einen großen Stromverlust, ohne deswegen notwendigerweise feuergefährlich oder mangelhaft zu sein. Es muß also der Isolationswiderstand im Verhältnis zum Umfange der Anlage, oder besser im Verhältnis zu der Zahl der Befestigungs-, Anschluß- und Verbrauchstellen beurteilt werden. Um dieses Verhältnis in seiner Bedeutung für die sachgemäße Beschaffenheit der Anlage richtig zu würdigen, sind aber auch die örtlichen Verhältnisse (Feuchtigkeit, Witterung) und die Art der Anlage (Spannung) zu berücksichtigen.

2) Jede neuerrichtete Anlage oder Erweiterung wird in der Regel vor Inbetriebnahme auf ihren Isolationzustand zu prüfen sein. Auch bei Nachprüfungen alter Anlagen wird der Sachverständige sich durch die Isolationsprüfung am ehesten ein Urteil bilden können, jedoch muß es ihm je nach dem Zustand der Anlage und ihrer Gestaltung überlassen bleiben, ob und inwieweit eine solche Prüfung für erforderlich gehalten wird.

Wenn irgend möglich, soll mit der Betriebsspannung gemessen werden; denn schwache und fehlerhafte Stellen der Isolierschichten, die von der Betriebsspannung durchschlagen werden und so unmittelbaren Kurzschluß herbeiführen können, sind oft bei geringen Spannungen vollkommen isolierend, so daß sie bei Messung mit der niederen Spannung überhaupt nicht entdeckt werden können. Unter dem Gesichtspunkt, daß im Betriebe auch vorübergehende Spannungserhöhungen auftreten und andererseits durch Wirkungen der Wärme, Feuchtigkeit und anderer Einflüsse die Güte der Isolierstoffe herabgesetzt werden kann, würde sich die Anwendung einer angemessenen Überspannung empfehlen. Hiermit darf jedoch nicht zu weit gegangen werden, um nicht die Isoliermittel durch Meßspannung zu gefährden.

lich, der negative Pol der Stromquelle an die zu prüfende Leitung gelegt werden. Bei Isolationsprüfungen mit Wechselstrom ist die Kapazität zu berücksichtigen<sup>3)</sup>.

3. Wenn bei diesen Prüfungen nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen gegeneinander geprüft wird, so sollen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder andere Stromverbrauchende Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein<sup>4)</sup>. Reihenstromkreise sollen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die tunlichst nahe der Mitte zu wählen ist<sup>5)</sup>. Dabei sollen die Isolationswiderstände den Bedingungen in Regel 4 genügen.

4. Der Isolationzustand einer Anlage, mit Ausnahme der Teile unter 5, gilt als angemessen, wenn der Stromverlust auf jeder Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei der Betriebsspannung 1 Milliampere nicht überschreitet. Der Isolationswert einer derartigen Leitungstrecke sowie jeder Verteilungstafel sollte hiernach wenigstens betragen:  $1000 \Omega$  multipliziert mit der Betriebsspannung in V [z. B.  $220000 \Omega$  für 220 V Betrieb-

3) Die Prüfung ist so auszuführen, daß die zu prüfende Leitung den positiven Strom aus der Erde empfängt, also Kathode ist, weil an den fehlerhaften Stellen elektrolytische Wirkungen eintreten können. Würde die Leitung Anode sein, so liegt die Möglichkeit vor, daß sich durch die Stromwirkung schlecht leitende Salze bilden, welche den Übergangswiderstand erhöhen und den Fehler vermindern. Der negative Strom dagegen zerstört derartige Zersetzungsprodukte und deckt den Fehler auf. Um diese Wirkungen voll zur Geltung zu bringen, sowie um den Ladungerscheinungen Rechnung zu tragen, ist eine bestimmte Dauer des Prüfungstromes nötig. Sie war früher auf eine Minute festgesetzt, wird aber nach neueren Erfahrungen meist auf zwei Minuten ausgedehnt. Zeigt der Erdschlußstrom nach dieser Zeit noch erhebliche Schwankungen in seiner Stärke, so ist schon hieraus, abgesehen von dem Betrage des entweichenden Stromes, auf das Vorhandensein eines Fehlers zu schließen.

Anlagen, die mit Wechselstrom betrieben werden, können mit Gleichstrom geprüft werden. Die unmittelbare Messung mit Wechselstrom begegnet der Schwierigkeit, daß die Wechselstrommeßgeräte meist zu unempfindlich sind und außerdem die Kapazitätsströme leicht zu Irrungen Anlaß geben. Zur Messung der Isolation kann man sich einer tragbaren Hilfsmaschine oder einer Batterie von kleinen Elementen oder Akkumulatoren bedienen, die leicht sehr gut von Erde isoliert werden können; man kann auch die Betriebsstromquelle benutzen.

4) Um auch Fehler in den Lampenfassungen zu finden, empfiehlt es sich, die Glühlampen durch Ausschrauben aus den Fassungen, nicht aber durch Abschalten der Fassung abzutrennen. Besonders Beleuchtungskörper, Sicherungen und Schalter enthalten oft schlecht isolierte Stellen; namentlich ist bei der Messung des Stromüberganges zwischen den beiden Polen des Netzes auf die oft nicht unerhebliche Leitfähigkeit der Unterlagplatten von Anlaßwiderständen, Schaltgeräten und Verteilungstafeln Rücksicht zu nehmen. Bei manchen Stromverbrauchern sind derartige unbeabsichtigte Stromübergänge zwischen den Polen unvermeidbar und im Betriebe unschädlich (z. B. bei elektrischen Öfen, galvanischen Bädern). Die unter § 5<sup>1</sup> aufgestellten zahlenmäßigen Forderungen sollen sich nur auf das Netz und die zu ihm gehörigen Teile, nicht aber auf die Stromverbraucher selbst beziehen. Daher können die letzteren bei der Messung abgetrennt sein. Natürlich empfiehlt es sich, im Interesse des Betriebes durch eine besondere Messung auch etwaige Fehler in den Stromverbrauchern festzustellen, was entweder im Anschluß an die Prüfung des Netzes oder durch besondere Untersuchung geschehen kann. Vgl. § 5<sup>2</sup> letzten Satz.

5) Gemeint ist diejenige Stelle, an der ungefähr die Hälfte der Betriebsspannung herrscht. Liegt jedoch ein Pol an Erde, so ist die Verbindung mit diesem Pol zu öffnen.

spannung].<sup>6)</sup> Für Maschinen, Akkumulatoren und Transformatoren wird

6) Wie unter 1) erwähnt, würde es rationell sein, den Isolationswiderstand im Verhältnis zur Zahl der Befestigungs-, Anschluß- und Verbrauchstellen zu beurteilen. In diesem Sinne wurde in einer früheren Fassung der Vorschriften ein von der Zahl der angeschlossenen Glühlampen abhängiger Isolationswiderstand gefordert. Die jetzige Fassung der Regel verlangt einen bestimmten Mindestwiderstand für jede Teilstrecke der Anlage und zwar in Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Einer höheren Spannung muß auch ein besserer Isolationzustand entsprechen. Denn eine höhere Spannung vermehrt nicht nur die Durchschlagsgefahr und die Lebensgefahr, sondern es ist auch die über einen bestimmten Isolationswiderstand abfließende Stromstärke proportional mit der Spannung größer. Diese entweichende Stromstärke ist aber in mehrfacher Hinsicht für die Bedenklichkeit des Fehlers maßgebend. Einmal bedeutet sie einen unmittelbaren Wertverlust und zum andern ist die schädliche Wirkung des entweichenden Stromes oft eine elektrolytische, die den metallenen Leiter mittels der ihn umgebenden Feuchtigkeit nach Maßgabe der Stromstärke zerstört; die gebildeten Metallsalze erhöhen die Leitfähigkeit der feuchten Schichten und vergrößern so den Fehler, bis schließlich völliger Kurzschluß oder Entzündung eintritt. Durch das zulässige Maß des Stromverlustes wird ohne weiteres die wünschenswerte Abhängigkeit von der Betriebsspannung erzielt.

Tatsächlich werden ja auch in den gebräuchlichen Isolationsmessern zunächst Stromstärken gemessen, wenn auch die Zifferblätter den Widerstand in Ohm angeben. Benutzt man Instrumente der letzteren Art, so ist die abgelesene Zahl mit Hilfe der bekannten Betriebspannung leicht auf die gesuchte Größe in Milliampere umzurechnen.

Ist die Meßspannung von der Betriebspannung verschieden, so errechnet man den bei der Betriebspannung stattfindenden Stromverlust aus dem gemessenen nach dem Ohmschen Gesetz, indem man einen von der Spannung unabhängigen Isolationswiderstand voraussetzt. Tatsächlich wird diese Unabhängigkeit, namentlich bei großer Verschiedenheit zwischen Meß- und Betriebspannung, nicht vorhanden sein. Indessen muß dieser Fehler in den Kauf genommen werden. Bei Wechselstrombetrieb wird in der Regel mit Gleichstrom gemessen, weil die Wechselstrommeßgeräte meist zu unempfindlich sind und außerdem der unmittelbar an ihnen beobachtete Strom sich aus dem wirklichen Stromverlust und den Ladungströmen zusammensetzt. Auch hier wird meistens die Meßspannung eine andere sein als die Betriebspannung, so daß die erwähnte Umrechnung nötig ist.

Kommen verschiedene Betriebspannungen in Betracht, so ist mit derjenigen zu rechnen, die für den gesuchten Stromverlust maßgebend ist. So wird z. B. bei einem Dreileiternetz mit geerdetem Mittelleiter der Stromverlust zwischen einem der Außenleiter und Erde aus der Betriebspannung des einen Zweiges abzuleiten sein, dagegen wird für die Ermittlung der Isolation beider Pole gegeneinander in solchen Teilen, die mit der Summe beider Teilspannungen betrieben werden, auch diese Summenspannung der Rechnung oder der unmittelbaren Messung zugrunde gelegt.

Um aus dem gemessenen Isolationswiderstand oder aus dem ermittelten Stromverlust ein Urteil über die Beschaffenheit der Anlage zu gewinnen, muß man beachten, daß das Maß der Gefahr sehr verschieden ist, je nachdem der Stromverlust sich auf eine größere Strecke gleichmäßig verteilt oder sich auf eine oder einige Stellen konzentriert. Hat z. B. eine Anlage von 10000 Lampen einen Isolationswiderstand von 100 Ohm zwischen beiden Polen, so daß bei 100 V Betriebspannung im ganzen ein Stromverlust von 1 A stattfindet, so wäre dies unbedenklich, wenn sich der Verlust auf alle 10000 Lampenfassungen gleichmäßig verteilen würde, da er alsdann für jede 0,1 Milliampere beträgt. Würde aber der Stromverlust von 1 A in einer einzigen Lampenfassung stattfinden, so würde diese in gefährlicher Weise erhitzt werden und unmittelbare Feuergefahr vorhanden sein.

Daher ist die Messung nicht nur an der Gesamtanlage auszuführen, sondern auch an ihren einzelnen Teilen. Die in den Vorschriften gewählte Fassung für den zulässigen Stromverlust leitet unmittelbar auf diese Art der Messung hin, weil bei größeren Anlagen der Gesamtverlust in der Regel größer sein wird, als nach der Vorschrift erlaubt

auf Grund dieser Vorschriften ein bestimmter Isolationswiderstand nicht gefordert<sup>7)</sup>).

5. Freileitungen und die Teile von Anlagen, die in feuchten und durchtränkten Räumen, z. B. in Brauereien, Färbereien, Gerbereien, Räumen mit Tropfwasser usw. [siehe § 2m)] oder im Freien verlegt sind, brauchen im allgemeinen Regel 4 nicht zu genügen, sollen jedoch einen den besonderen Verhältnissen angemessenen Isolationswiderstand haben<sup>8)</sup>. Sofern eine größere Anlage feuchte Teile enthält, sollen sie bei der Isolationsprüfung abgeschaltet sein, und die trockenen Teile sollen Regel 4 genügen<sup>9)</sup>.

ist. Man muß daher die Unterteilung so lange fortsetzen, bis für jeden einzelnen Teil die Vorschrift erfüllt erscheint; derjenige Zweig, welcher schließlich sich als ungenügend herausstellt, wird so als Sitz eines Fehlers erkannt, den man aufzusuchen und abzustellen hat. Natürlich ist es nicht zulässig, eine ungenügend isolierte Anlage dadurch mit den Forderungen in Übereinstimmung zu bringen, daß man die ungenügende Strecke durch eingefügte Sicherungen in Teile zerlegt, wenn diese Sicherungen nicht durch den Betrieb oder die für ihre Anordnung gültigen Vorschriften gefordert werden. Der Ausdruck „Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen“ soll vielmehr den kleinsten selbständigen Betriebsstromkreis bezeichnen.

7) Über Isolationsmessung an einzelnen Gattungen von Stromverbrauchern vgl. unter 4) am Schluß. Auch für Maschinen, Akkumulatoren und Transformatoren wird in den Errichtungsvorschriften eine bestimmte Isolationsgröße nicht vorgeschrieben, weil besonders für sehr niedrige und für sehr hohe Spannungen allgemein gültige Grenzwerte nicht festgestellt sind. Doch sind für die gebräuchlichsten Spannungsgebiete die aus Betriebsrücksichten zu stellenden Anforderungen in den R.E.M. und R.E.T. angeführt.

8) Der Isolationswiderstand von Freileitungen hängt, abgesehen von Baumzweigen und anderen Fremdkörpern, die mit den blanken Drähten in Berührung kommen können, hauptsächlich von dem unversehrten Zustand der Isolierglocken und besonders von der Reinheit ihrer Oberfläche ab. In ruhiger Luft überziehen sich die Porzellanglocken nach und nach mit einer leitfähigen Schicht; die Rußschicht selbst hält wiederum Wasserhäutchen und Nebelbläschen leichter fest als blankes Porzellan. Starker Regen bessert daher oft den Isolationzustand, indem er die schmutzige Schicht abwäscht. Andererseits kann sich bei Nebel ein sehr niedriger Isolationswiderstand einstellen, ohne daß Betrieb und Sicherheit der Anlage gefährdet werden, zumal da oft der Betriebsstrom selbst die Wasserniederschläge auf den Glocken zum Verschwinden bringt. Die Isolationsmessung wird daher im allgemeinen kein richtiges Maß für die Güte der Freileitung ergeben.

9) Die unter 4) geforderten Isolationsgrößen sind so festgesetzt, daß sie auch unter ungünstigen Verhältnissen eingehalten werden können, wenn alle in den Vorschriften angeführten Maßnahmen beachtet, ausschließlich gute, den Verhältnissen angepaßte Materialien verwendet und die Arbeiten mit Sorgfalt ausgeführt werden.

Die Erreichung dieser Isolationsgrößen muß daher, vor allem bei Neuanlagen, unter allen Umständen angestrebt werden. Wenn sich unter ungünstigen Einflüssen oder den Wirkungen des besonders gearteten Betriebes, z. B. in manchen chemischen Fabriken, in Färbereien, Brauereien usw., dies Ziel nicht erreichen oder nicht dauernd aufrecht erhalten läßt, gilt  $\frac{1}{2}$  der normalen Werte als maßgebliche Forderung, zugleich muß durch die Bauart der Räume und die Art der Verlegungsmaterialien und der Verlegung selbst dafür gesorgt sein, daß die vorhandenen Isolationsfehler zu Feuersgefahr keinen Anlaß bieten können (§ 31).

Solche Einrichtungen sind jedoch stets als Ausnahmen zu betrachten und dauernd mit besonderer Sorgfalt zu beaufsichtigen. Es empfiehlt sich namentlich, wie überhaupt, so besonders in diesem Falle, Isolationsmessungen der einzelnen Unterabteilungen vorzunehmen, um wenigstens gröbere Fehler aufdecken und abstellen zu können, und um sich davon zu überzeugen, inwieweit der Isolationsfehler über die ganze Anlage gleichmäßig verteilt ist. Solche Messungen sollten in regelmäßigen Zwischenräumen wieder-

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

## § 6.

**Elektrische Maschinen.**

a) Elektrische Maschinen sind so aufzustellen, daß etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen der Umgebung hervorrufen können<sup>1)</sup>.

b) Verschlüsse für luftgekühlte Maschinen müssen so beschaffen und bemessen sein, daß ihre Entzündung gemäß a) ausgeschlossen und die erforderliche Kühlung der Maschinen gesichert ist<sup>2)</sup>.

1. Behelfsmäßige Verschlüsse sind möglichst zu vermeiden<sup>3)</sup>.

2. Soweit der Schutz gegen Berührung umlaufender Teile, gegen Ablagerungen von Fremdkörpern aus der Umgebung, gegen mechanische Beschädigung der Maschine u. dgl. nicht schon durch ihre Bauart selbst erzielt wird<sup>4)</sup>, soll er bei der Aufstellung durch Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen erreicht werden.

c) Metallteile, für die Erdung, Nullung oder Schutzschaltung in Frage kommen kann, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist<sup>5)</sup>.

d) Elektrische Maschinen müssen ein Leistungsschild tragen.

3. Bei Kleinstmotoren (Motoren bis 500 W einschließlich) genügt die Angabe der Stromart, Nennspannung und Nennleistung.

holt werden. Näheres ist Sache der „Betriebsvorschriften“. Auch ist es gut, wenn derartige Teile einer größeren Anlage zu allen Zeiten, wo dies tunlich erscheint, von dem übrigen Netze durch Öffnen der Ausschalter abgetrennt werden, damit einerseits unnötiger Stromverlust vermieden, andererseits die zersetzende Wirkung des Erdstromes eingeschränkt wird.

Bei Anlagen unter gebräuchlichen Verhältnissen ist eine dauernde Kontrolle des Isolationzustandes, wie sie z. B. durch Anordnung eines der bekannten Erdschlußzeiger am Hauptschaltbrett erreicht werden kann, zu empfehlen.

1) Es handelt sich hier nicht um die Aufstellung in feuergefährdeten oder explosionsgefährdeten Räumen, deren Verhältnisse in § 34 und § 35 besonders geregelt sind. Aber in gewöhnlichen Räumen kommen ebenfalls brennbare Stoffe vor, auf die geachtet werden soll.

2) Unter Verschlüssen sind auch begehbare, abgeschlossene Räume zu verstehen, in denen die elektrischen Maschinen getrennt von dem übrigen Teil der Betriebsstätte aufgestellt werden. Diese Verschlüsse können sowohl durch volle Wände gebildet werden wie durch Lattenverschlüsse, Drahtgeflechte usw.

3) Es besteht bei der heutigen Ausbildung des Baus elektrischer Maschinen keine Notwendigkeit mehr, kistenartige Überdeckungen aus Holz zu verwenden. Anzustreben ist, den Schutz der Maschine durch ihre Bauart zu gewährleisten.

4) Es handelt sich also hier nicht um den Berührungsschutz im elektrischen Sinne, der auch für Maschinen durch § 3 geregelt ist. Schutz gegen umlaufende Teile ist eine nicht nur für elektrische Maschinen nötige Sicherheitsvorkehrung, die auch für Antriebsmittel wie Riemen, Zahnräder usw. zu fordern ist. Ablagerung von Fremdkörpern aus der Umgebung können neben Staub Schmutz, Öldämpfe, Sägemehl, Drehspäne, Fasern u. dgl. sein. Mechanische Beschädigung der elektrischen Maschine kann durch Anfahren mit Fahrzeugen, Kranketten oder dgl. vorkommen.

5) Auf die Möglichkeit ordnungsgemäßen Anschlusses der Schutzleitung ist zu achten [siehe § 3, Erläuterung 9)]. Insbesondere trifft dies zu, wenn die Verwendung von Mehrfachleitern, z. B. kabelähnliche Leitungen, zu berücksichtigen ist (siehe auch § 10f).

## § 7.

**Transformatoren.**

a) Verschläge für selbstgekuhlte Transformatoren müssen so beschaffen und bemessen sein, da ihre Entzündung ausgeschlossen und die erforderliche Kühlung der Transformatoren gesichert ist<sup>1)</sup>.

1. Behelfsmaige Verschläge sind möglichst zu vermeiden.

Bei der Auswahl des Aufstellungsortes ist darauf zu achten, da bei Bränden und ihren Folgen der freie Verkehr in Ausgängen und Treppen nicht behindert ist<sup>2)</sup>.

b) Metallteile, für die Erdung, Nullung oder Schutzschaltung in Frage kommen kann, müssen mit einer Anschluschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist<sup>3)</sup>.

c) Transformatoren müssen ein Leistungsschild tragen.

## § 8.

(Siehe auch § 32.)

**Akkumulatoren<sup>1)</sup>.**

a) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell, dieses ist gegen Erde durch Unterlagen zu isolieren, die durch Aufnahme von Feuchtigkeit nicht leitend werden<sup>2)</sup>.

1) Transformatoren für Spannungen unter 1000 V kommen nur ausnahmsweise vor. Bezüglich der Verschläge gilt das im § 6, Erläuterung 2) Gesagte.

2) Hier ist daran gedacht, da durch Transformatoren mit groen lmengen im Falle einer Entzündung die Verqualmung nicht das Verlassen des Gebäudes behindern soll.

3) Vgl. § 3, Erläuterung 9).

§ 8. 1) Akkumulatoren-Räume nehmen eine Sonderstellung ein, weil die Sammlerplatten, ihre Verbindungstucke, die Anschluleitungen und die Elektrolytflüssigkeit in den Zellen wegen der Wirkung der Säuren und wegen der notwendigen Beaufsichtigung und Bedienung nicht mit Isolierstoff bedeckt oder der Beruhung entzogen werden können (§ 3). Andererseits kann man den vorhandenen Gefahren durch Einhaltung einfacher und leicht durchführbarer Verhaltensregeln vollständig begegnen. Daher ist es nötig, da das mit der Bedienung betraute Personal sorgfältig unterwiesen und eingeut ist und da Unberufene ferngehalten werden. Dies sind dieselben Bedingungen, wie sie für abgeschlossene elektrische Betriebsräume § 2k und § 29 gelten.

2) Ziffernmaig bestimmte Isolationswerte sind für Sammlerbatterien nicht verlangt (§ 5<sup>4</sup> letzter Satz). Der Grund liegt darin, da die Isolationsgroe während der Ladung oder bei raschen Temperaturschwankungen groen Veränderungen unterworfen ist infolge der auf der Auenseite der Zellen und des Gestelles sich niederschlagenden Flussigkeitstropfenchen. Es mu aber im Interesse der Sicherheit darauf gesehen werden, da bei normalem Zustand des Akkumulators eine gute Isolation vorhanden ist; und zwar können sehr wohl Werte erreicht werden, welche den in § 5<sup>4</sup> für die Leitungsanlage festgesetzten annähernd entsprechen. Damit dies erreicht werde, sind statt der Isolationswerte bestimmte Isolationsmittel verlangt. Diese gewährleisten auch, da die obenerwähnten Erniedrigungen der Isolation wieder verschwinden, sobald normale Verhältnisse eingetreten sind. Aus Glas gefertigte Akkumulatorzellen besitzen vielfach angegossene Glasfue. Diese gelten als isolierende nicht hygroskopische Unterlagen im Sinne des § 8. Es kommt hier nämlich hauptsächlich darauf an, da die bergangsflichen, welche dem Strom einen Weg zur Erde bieten können, möglichst verkleinert sind, und da der bergespitzten oder kondensierten Flüssigkeit die Möglichkeit gegeben ist, wieder zu verdunsten.

b) Bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde müssen die Batterien mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein<sup>3)</sup>.

c) Zelluloid darf bei Akkumulatorenbatterien für mehr als 16 V Spannung außerhalb des Elektrolyten und als Baustoff für Gefäße nicht verwendet werden<sup>4)</sup>.

## C. Schalt- und Verteilungsanlagen.

### § 9.

a) Als Werkstoffe für Schalt- und Verteilungstafeln, Schaltgerüste und Schaltkasten dürfen nur Isolierstoffe und Metalle verwendet werden, die

Bei Aufstellung größerer Batterien pflegt man die tragenden Gebäudeteile gegen Gefährdung durch ausgelaufene Säure zu schützen, indem man den Fußboden mit Asphaltbelag oder mehrfachem Teeranstrich versieht.

Verschüttete Säure wird durch Aufsaugen mittels Sägespänen unschädlich gemacht.

3) Die Ausführung des isolierenden Bedienungsganges richtet sich nach der Höhe der verwendeten Spannung. Bei Batterien, die mit einem Pol an Erde liegen, wie es bei Pufferbatterien für elektrische Bahnen die Regel ist, wird man sowohl die Isolierung der Zellen als die des Bedienungsganges für einzelne Gruppen von Zellen der gegen Erde bestehenden Spannung anpassen. Während für die ersten 800 V die unter b) angegebene Isolierung der Zellen gegen Gestell und des letzteren gegen Erde durch die gebräuchlichen Isolierkörper in sinngemäßer Übertragung auch für den Bedienungsgang ausreicht, sollen bei Spannungen über 800 V sowohl für die Gestelle der Zellen als für Bedienungsgänge Doppelglocken-Hochspannungsisolatoren benutzt werden, die auf 10000 V geprüft sind.

Bei der Ausführung des Bedienungsganges ist darauf zu achten, daß der Bedienende auch gegen zufällige Berührung mit Seitenwänden, Tragesäulen u. dgl. geschützt ist; daher sollen bei Spannungen über 800 V auch die Steinwände und Pfeiler, namentlich aber metallene Teile derselben, wie Rohrleitungen, Trageschienen, Eisentreppen, Maschinenteile, Metallgefäße, soweit es möglich erscheint, daß diese Teile zugleich mit den Elementen über 800 V und deren Zubehör berührt werden könnten, mit einer an Hochspannungsisolatoren befestigten Lattenverschalung oder dgl. verkleidet sein, die sich auf eine Höhe von etwa 1,75 m über den Laufboden des Bedienungsganges erstreckt.

Dabei ist auch darauf zu achten, daß nicht etwa geöffnete Fensterflügel oder andere bewegliche Teile in den zu begehenden Raum hineinragen können und so Veranlassung zu einer Berührung mit diesen geerdeten Teilen geben. Man wird zu diesem Zwecke unter Umständen die Fensterflügel nach außen aufschlagend anordnen oder ihre Bewegung durch Anschläge begrenzen.

Damit eine Person nicht gleichzeitig zwei Punkte der Batterie berühren kann, zwischen denen höhere Spannung herrscht, ist auf eine hierfür geeignete Aufstellung der Zellen zu achten. Ist dies nicht ohne weiteres möglich, so genügt in vielen Fällen eine kurze in den Bedienungsraum vorspringende Scheidewand, etwa eine Glastafel von verhältnismäßig kleinen Abmessungen, um das zufällige Berühren beider Punkte, z. B. der beiden Endpole oder zweier Zellen von verschiedenen Gruppen zu verhüten.

4) Da durch Zelluloid an Akkumulatoren Brände verursacht werden können, ist die Verwendung dieses Stoffes in erheblichem Maßstabe verboten. Kleine Mengen sind zugelassen, weil ein geeigneter Ersatz für die Ausrüstung kleiner leichter Batterien noch nicht gefunden ist. Die Grenze von 16 V ist völlig willkürlich. Sie soll nur große und kleine Batterien unterscheiden. Werden Akkumulatoren mit Zelluloidausrüstung in Ladestationen zu größeren Batterien zusammengestellt, so sind Gruppen zu 16 V zu bilden und durch feuersichere Zwischenstücke (z. B. Asbesttafeln) zu trennen.

den im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhalten. Holz ist als Umrahmung, Schutzverkleidung und Schutzgeländer zulässig<sup>1)</sup>.

1. Die nicht polierten Flächen von Steinplatten (Marmor, Schiefer u. dgl.) sollen durch geeignete Mittel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt werden<sup>2)</sup>.

✂ | In B. u. T. sollen Steinplatten nur unter Öl Anwendung finden. |

b) Metallteile, für die Erdung, Nullung oder Schutzschaltung in Frage kommen kann, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen ist.

c) Die Bedienungsgänge der Schalttafeln und Schaltgerüste müssen hinreichend hoch und breit bemessen sein; sie sind von Gegenständen freizuhalten, die die freie Bewegung des Wärters stören können<sup>3)</sup>.

1) Schalttafeln aus Holz und anderen brennbaren Stoffen wie Linoleum, auch solche aus Hartholz, sind durch die Erfahrung als bedenklich erkannt und nach schrittweiser Einschränkung durch die Vorschriften seit 1908 verboten. Holz und manche anderen Stoffe werfen sich oder reißen durch Feuchtigkeit oder Wärme. Wärmewirkungen treten infolge hoher Betriebsstromstärken besonders an den durch Erschütterungen leicht locker werdenden Kontakten auf, die bis zur Verkohlung, Glimmen und Entzündung des Holzes führen können. Kleine Fehler und Störungen können hier schwerwiegende Folgen auslösen. Gute Schalttafeln bestehen aus Marmor, Schiefer, Kunststein oder dgl.

Die früher ausschließlich benutzten Tafeln aus Isolierstoff werden vielfach durch Gerüste und Tafeln oder Kästen aus Eisen ersetzt. Die einzelnen Schaltelemente, wie Verteilungsschienen, Schalter, Sicherungen, Abzweigklemmen usw. sind für sich auf isolierender Unterlage montiert und werden von Eisen nur getragen oder verkleidet.

Ebenso wie die Umrahmung und die besonders erwähnten Schutzgeländer können auch Schutzkästen, Türen zu solchen, kurz alle Teile, die nicht zur Schalttafel selbst gehören und von den leitenden Teilen durch hinreichend große Luftschichten getrennt sind, aus Holz bestehen. Desgleichen ist Holz erlaubt als Unterlage von in sich abgeschlossenen einzelnen Meßgeräten, wie Zählern (Zählerbrett); das Brett spielt dann dieselbe Rolle wie der Holzdübel eines anderen einfachen Schaltelements; sollen dagegen mit dem Zähler etwa noch Sicherungen, Schalter usw. auf derselben Tafel vereinigt werden, so darf sie nicht aus Holz bestehen. Auch die Zählertafel aus Holz ist im Verschwinden begriffen. Sie wird zweckmäßig aus Isolierpreßmaterial hergestellt und kann dann auch alle anderen Apparate aufnehmen oder sie wird ganz oder teilweise aus Eisen hergestellt.

Der Aufbau der Schalt- und Verteilungstafeln geschieht daher im Gerüst aus Eisen, in den Flächen aus Eisen, Marmor, leitungsfreiem Schiefer oder dgl.

Was für Schalttafeln gesagt ist, gilt sinngemäß auch für Schaltsäulen, Schaltgerüste, Schaltkästen u. dgl.

2) Schieferplatten werden in Paraffin gesotten oder mit gutem Lack angestrichen. Bei Schiefer und Marmor ist wegen der leitenden Adern und der Verschiedenartigkeit der einzelnen Sorten große Vorsicht geboten. Neben der Rückseite sind namentlich auch die Durchbohrungen von Marmor- und Schiefertafeln sorgfältig anzustreichen oder zu imprägnieren.

3) Der Schutz der an Schalttafeln beschäftigten Personen gegen die Berührung der unter Spannung stehenden Teile regelt sich im allgemeinen nach § 3. Da die Schaltanlagen meistens in elektrischen Betriebsräumen aufgebaut sind und der Raum auf der Rückseite der Tafeln häufig als abgeschlossener elektrischer Betriebsraum ausgebildet ist, sind die im § 3 gemachten Ausnahmen und die Sonderbestimmungen der §§ 28 und 29 besonders zu beachten.

Von großer Bedeutung sind bei Schaltanlagen die im § 3 behandelten Schutzmaßnahmen für die Metallteile, die nicht Spannung führen, aber Spannung annehmen können.

2. Die Entfernung zwischen ungeschützten, Spannung gegen Erde führenden Teilen der Schaltanlage und der gegenüberliegenden Wand soll mindestens 1 m betragen. Sind beiderseits ungeschützte, Spannung gegen Erde führende Teile in erreichbarer Höhe angebracht, so sollen sie in der Waagerechten etwa 2 m voneinander entfernt sein.

In Gängen sollen Spannung führende Teile besonders geschützt sein, wenn sie weniger als 2,5 m hoch liegen<sup>4)</sup>.

✂ In B. u. T. genügt für Schaltgänge, in denen die Spannung führenden Teile der einzelnen Schaltzellen durch Schutztüren besonders abgeschlossen sind, eine freie Breite, die den dort auszuführenden Arbeiten entspricht; doch soll sie nicht geringer als 1 m sein. In Gängen, die nur Kabelendverschlüsse, Sammelschienen und Leitungsverbindungen unter Schutz gegen zufällige Berührung enthalten, die also nicht betriebsmäßig, sondern nur zur Nachprüfung betreten werden, kann die freie Breite bis auf 0,6 m verringert werden.

d) 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 können. Die Klemmstellen der Zu- und Ableitung dürfen nicht auf der Rückseite liegen. Durchführen dieser Leitungen von der Rückseite durch einzelne Bohrungen der Tafel und durch Hohlklemmen ist nicht zulässig. Ausgenommen hiervon sind die Anschlüsse der Elektrizitätzähler<sup>5)</sup>.

3. Verteilungstafeln nach d) sollen durch eine Umrahmung oder ähnliche Mittel so geschützt sein, daß Fremdkörper nicht an die Rückseite der Tafel gelangen können<sup>6)</sup>.

4) Die zahlenmäßig festgesetzten Abstände der Regel 2 werden nur für den Fall gefordert, daß spannungführende, ungeschützte Teile an der Schaltanlage oder ihr gegenüber an der Wand vorhanden sind. Sind diese Teile geschützt, so wird nach § 9c) nur im allgemeinen hinreichende Breite und Höhe der Gänge gefordert, nicht aber ein bestimmtes Maß vorgeschrieben. Die allgemeinere Forderung des § 9c) ist auch dann maßgebend, wenn der Schutz vorübergehend zur Bedienung usw. geöffnet wird; so z. B. wenn die einzelnen Schaltzellen durch Türen zugänglich sind.

5) Vorschrift d) sowie Regel 3 und 4 entsprechen den diesbezüglichen Bestimmungen der K.P.I./1928, § 88. Zwischen den betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglichen Schalttafeln des § 9c) und den nicht zugänglichen nach § 9d) gibt es allerlei Zwischenstufen: Schalttafeln, die aus ihrer Betriebsstelle ausgefahren sind, wenn diese an ihrer Rückseite zugänglich werden, solche, die türartig in Gelenken drehbar oder aufklappbar sind. Werden derartige Anordnungen nicht gewählt, so tritt § 9d) in Geltung. Er verbietet, daß die Schalttafeln zuerst an die Zuleitungen des Netzes angeschlossen und dann an der Wand so befestigt werden, daß diese Anschlußstellen nicht mehr nachgesehen werden können.

Dagegen verbietet § 9d) keineswegs die Verwendung von Tafeln, welche die Schienen oder einzelne Strecken der Schienen auf ihrer Rückseite tragen, auch können die leitenden Teile der Schaltung unter sich auf der Rückseite verbunden sein, wenn diese Verbindungen nicht während des Betriebes bedient werden müssen. Es müssen nur die Klemmen für die zuführenden und die abführenden Leitungen frei zugänglich und so eingerichtet sein, daß man von vorn oder auch von der Seite her an der bereits an der Wand angebrachten Tafel (Gerüst oder Kasten) die Zuleitungen anschließen und nachprüfen kann, ob an allen Anschlußstellen guter Kontakt besteht und die Verbindung gegen Lockern gesichert ist.

6) Erfahrungsgemäß werden die Oberkanten von Tafeln häufig als Aufbewahrungs-orte für Schraubenzieher, Schlüssel und ähnliche Handgeräte mißbraucht, die beim Herabfallen zwischen die blanken Leitungsteile Kurzschluß verursachen.

4. Abdeckungen, die Spannung führende blanke Metallteile und die Anschlußdrähte gegen zufällige Berührung schützen, sollen nur mit Hilfe von Werkzeugen entfernt sein.

5. Der Mindestabstand Spannung führender, rückseitig angeordneter Teile von der Wand bzw. von metallenen oder metallumkleideten Rohren oder Rohrdrähten soll bei Schalt- und Verteilungstafeln und -gerüsten nach d) 15 mm betragen.

e) In jeder Verteilungsanlage sind für die einzelnen Stromkreise Bezeichnungen anzubringen, die näheren Aufschluß über die Zugehörigkeit der angeschlossenen Leitungen mit ihren Schaltern, Sicherungen, Meßgeräten usw. geben<sup>7)</sup>.

6. Bei Schaltanlagen, die für verschiedene Stromarten und Spannungen bestimmt sind, sollen die Einrichtungen für jede Stromart und Spannung entweder auf getrennten und entsprechend bezeichneten Feldern angeordnet oder deutlich gekennzeichnet sein.

7. Bei Schaltanlagen, die von der Rückseite betriebsmäßig zugänglich sind, soll die Polarität von Leitungsschienen u. dgl. kenntlich gemacht sein. Die Bedeutung der benutzten Farben und Zeichen soll bekanntgegeben werden [siehe DIN VDE 705].<sup>8)</sup>

8. Nachträglich zu der Schaltanlage hinzukommende Apparate sollen entweder auf die bestehenden Unterlagen oder auf ordnungsmäßig gebaute und installierte Zusatztafeln oder -gerüste gesetzt werden<sup>9)</sup>.

✂ f) In jeder Verteilungsschaltanlage in B. u. T. müssen die Zuführungsleitungen durch Schalter, Trennschalter oder Sicherung abtrennbar sein [vgl. § 21 i)].

## D. Apparate<sup>1)</sup>.

### § 10.

#### Allgemeines.

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

7) Dies gilt auch für die Rückseite der Schaltanlagen; es genügen Nummern oder einzelne Buchstaben, die durch ein neben der Tafel angebrachtes Verzeichnis erläutert werden. Einzelne Firmen liefern Sicherungen, Schalter u. dgl., die mit Glastäfelchen versehen sind, unter welche die Aufschriften eingeschoben werden.

8) Der Farbenstrich braucht nicht die Leitungen in ihrer ganzen Ausdehnung zu bedecken; es genügt, wenn die Polarität deutlich und ohne langes Suchen erkennbar ist.

Selbstverständlich soll bei allen Bezeichnungen ein und dieselbe Bezeichnungsweise in der ganzen Anlage übereinstimmend durchgeführt sein.

9) Diese Bestimmung richtet sich gegen den verbreiteten Mißbrauch, daß beim Erweitern einer Anlage die neu hinzukommenden Apparate neben die vorhandene Schalttafel einzeln unmittelbar auf die Wand gesetzt werden. Sie sind vielmehr auf der vorhandenen Tafel (Gerüst, Kasten) zu befestigen oder es ist eine weitere Tafel in der Nähe der vorhandenen anzubringen, die die hinzukommenden Apparate unter Wahrung der Isolation, der Abstände, der Übersicht und Nachprüfbarkeit aufnimmt.

§10. 1) Man hat diesem Abschnitt die Überschrift „Apparate“ gegeben, weil er sich in erster Linie auf die Einrichtungen zum Schalten, Sichern, Regeln, Messen und Verteilen des Stromes bezieht, der dann zu den Stromverbrauchern, den Lampen, Motoren und „Geräten“ gelangt. Da in § 15 nur ortsveränderliche „Geräte“ besonders behandelt werden, gelten die Grundsätze der „Apparate“ auch für die „Geräte“ allgemein.

Stromübergänge bei ordnungsmäßigem Gebrauch vorgebeugt wird (siehe auch § 3).

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 werden können.
- b) Apparate einschließlich ihrer Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen den im Betriebe durch elektrische Feuererscheinungen, Wärme, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse auftretenden Beanspruchungen standhalten.
- c) Die Apparate müssen so bemessen sein, daß sie durch den stärksten, normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen können.
- d) Apparate und ihre Schutzverkleidungen müssen zuverlässig befestigt werden und so ausgebildet sein, daß die Schutzumhüllungen der Leitungen in die Schutzverkleidungen eingeführt werden können.
- e) Die Apparate müssen so gebaut und angebracht sein, daß für die anzuschließenden Drähte (auch an den Einführungstellen) eine genügende Isolation gegen benachbarte Gebäudeteile, Leitungen u. dgl. erzielt wird.
- f) Metallteile, für die Erdung, Nullung oder Schutzschaltung in Frage kommen kann, müssen mit einer Anschlußschraube versehen sein, die als solche zu kennzeichnen und derart anzuordnen ist, daß eine Leitung mit Schutzleiter ordnungsgemäß angeschlossen werden kann.

2. Griffe, Handräder u. dgl. können aus Isolierstoff oder Metall bestehen. Im letzten Falle ist § 3 zu berücksichtigen. Metallene Griffe, Handräder u. dgl., die mit einer haltbaren Isolierschicht vollständig überzogen sind, sind auch ohne Erdung, Nullung oder Schutzschaltung zulässig. Schaltstangen und -zangen sollen keine Erdungslitze haben.

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 können.

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 Werkstattnähten NWK und Gummischlauchleitungen NMH und NSH soll möglich sein<sup>2)</sup>.

h) Der Anschluß der Leitungen muß durch Verschraubung erfolgen [siehe auch § 21k)].

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

Für die Mehrzahl dieser Apparate bestehen Sonderbestimmungen des VDE, die ihre Eigenschaften bis ins einzelne regeln. Die hier aufgeführten Grundsätze sind aber auch für solche Konstruktionen maßgebend, die neu entstehen und daher in den Sonderbestimmungen nicht berücksichtigt werden konnten, wie auch für Apparate, deren seltenes Vorkommen oder deren besondere Ausführung für bestimmte Zwecke die Aufstellung von Sonderbestimmungen verhindert.

2) In § 15h ist für ortsveränderliche Geräte auch Type NSA und NLH zugelassen. Hier handelt es sich um Apparate, die nur in Werkstätten und Wirtschaftsräumen in Frage kommen und bei denen die Verwendung haltbarer und schwererer Anschlußleitungen nicht durch zu kleine Bohrungen der Apparate behindert sein soll.

k) Der Verwendungsbereich (Stromstärke, Spannung usw.) muß, soweit es für die Benutzung notwendig ist, dauerhaft und gut leserlich auf dem Hauptteil der Apparate angegeben sein. Lösbare Abdeckungen gelten nicht als Hauptteil<sup>3)</sup>.

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

l) Alle Apparate müssen am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen<sup>4)</sup>.

### § 11.

(Siehe auch §§ 3 u. 10.)

#### 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. Sie müssen mindestens für 250 V, bei höheren Spannungen mindestens für die Betriebsspannung gebaut sein<sup>1)</sup>.

b) Schalterabdeckungen mit offenen Schlitzern sind nicht zulässig<sup>2)</sup>.

c) Bei der Auswahl von Schaltgeräten ist auf die zu erwartende Abschaltleistung Rücksicht zu nehmen<sup>3)</sup>.

d) Schalter für Stromverbraucher müssen, wenn sie geöffnet werden, alle Pole ihres Stromkreises, die unter Spannung gegen Erde stehen, gleichzeitig abschalten<sup>4)</sup>. Trennschalter unterliegen der Vorschrift gleichzeitiger allpoliger Abschaltung nicht.

**3)** Nicht verlangt wird, daß die Angaben von außen erkennbar sind; dies ist nicht überall durchführbar.

**4)** Das Ursprungszeichen soll dazu beitragen, schlechte Bauarten vom Markt zu verdrängen.

**§ 11. 1)** Man verlangt die einheitliche Bemessung für wenigstens 250 V, um bei Spannungen von z. B. 110 V nicht andere Modelle zuzulassen, die dann auch leicht bei höheren Spannungen Verwendung finden könnten. Sind Schalter jedoch für Kleinspannung bestimmt, so wird zwar auch die Isolierung für 250 V gefordert (siehe § 3<sup>2)</sup>), jedoch braucht hier der Schaltvorgang nur die Energie des Kleinspannungskreises zu beherrschen.

**2)** Die offenen Schlitze waren früher für die Führung des Betätigungsgriffes von Hebelschaltern üblich.

**3)** Bei Stromerzeugungsanlagen größerer Leistung mit Verteilungsnetzen geringer örtlicher Ausdehnung, also insbesondere bei Industrieanlagen, genügt es nicht, die Schaltapparate, besonders Selbstausschalter, nach dem Verbrauch des zu schaltenden Stromverbrauchers zu bemessen. Vielmehr ist maßgebend die Energie, welche von der Stromerzeugungsanlage auf die eventuelle Kurzschlußstelle abgegeben werden kann und welche neben der Größe der gesamten Generatorenleistung von der Dämpfung bis zur Kurzschlußstelle abhängt. Daher müssen vielfach Schaltapparate größerer Abschaltleistung verwendet werden. Um dies zu beschränken, sind aber auch vielfach besondere Hilfsmittel üblich wie Reaktanzen, Eisenwiderstände, Leitungen mit absichtlich hohem Spannungsabfall. Die Berechnung der Kurzschlußleistung von Anlagen mit Spannungen über 1000 V ist durch ETZ 1929, S. 242 u. 279 geregelt. Die Schaltleistung der Apparate wird mit abnehmender Spannung schnell kleiner, so daß gerade für Anlagen unter 1000 V die Aufgabe besonders schwierig werden kann. Eine vollkommene Sicherheit ist in manchen Fällen mit wirtschaftlichen Mitteln überhaupt nicht zu erreichen.

**4)** Die Vorschrift ist auf Stromverbraucher beschränkt, gilt also nicht für Schalter, die der Verteilung im Netz, der Regelung oder Überwachung dienen, daher auch nicht

Schalter für ortsveränderliche Stromverbraucher, die durch Steckvorrichtungen gemäß § 13 e) angeschlossen werden, sowie solche, die in Verbraucherstromkreisen liegen und kleinere Glühlampengruppen bedienen, unterliegen dieser Vorschrift nicht<sup>5)</sup>.

1. Als kleinere Glühlampengruppen gelten solche, die nach § 14<sup>4</sup> mit nicht mehr als 6 bzw. bis zu 25 A gesichert sind.

e) Bei Hebelschaltern und mehrpoligen Dosen-Ausschaltern muß die Schaltstellung erkennbar sein.

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

g) Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen mit den übrigen zugehörigen Leitern abtrennbar sein [Ausnahme siehe § 28 b)].<sup>6)</sup>

h) Der Berührung zugängliche Gehäuse und Griffe müssen, wenn sie nicht aus Isolierstoff bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet oder umkleidet sind, so eingerichtet sein, daß Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten unzulässiger Berührungsspannungen getroffen werden können<sup>7)</sup>.

2. Schaltkasten für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde, die Schalter und offene Sicherungen enthalten, sollen die Berührung der Schmelzeinsätze nur in spannungslosem Zustande gestatten, vorausgesetzt, daß die Schaltung derart erfolgen kann, daß der Schalter zwischen Netz und Sicherung liegt.

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

Sind Übertragungsteile zur Bedienung vorhanden, z. B. Stangen bei Stangenschaltern, Schnüre bei Zugschaltern, so muß zwischen diesen Teilen

für Trennschalter. Dagegen soll durch das Abschalten der Stromverbraucher in der Regel spannungslos werden, so daß an ihm gefahrlos hantiert werden kann.

5) Man hat von jeher eine Ausnahme für Schalter von kleinen Glühlampengruppen gemacht, bei denen mehrpolige Schalter unverhältnismäßig große Komplikationen herbeigeführt hätten und zwar konnte man dies, da zur allpoligen Abtrennung für den Fall der Handierung ein Hauptschalter oder sicher zu bedienende Sicherungen vorhanden waren. Nachdem aber in derartigen Beleuchtungsanlagen auch vielfach andere Stromverbraucher, Geräte mit Kleinstmotoren, Koch- und Heizgeräte usw. verwendet werden, mußte die Ausnahme erweitert werden, aber nur für ortsveränderliche Stromverbraucher; ortsfeste müssen der Vorschrift d) genügen. Aus § 13e) geht hervor, inwieweit der Stecker zum In- und Außerbetriebsetzen verwendet werden kann. In diesem Umfang glaubt man auch auf den allpoligen Ausschalter verzichten zu können, da ja immer noch der Stecker als allpoliges Abtrennorgan verbleibt. Aus den Zahlen des § 13e) ergibt sich, daß abweichend von Regel 1 auch z. B. ortsveränderliche Stromverbraucher bis 10 A 250 V so behandelt werden können.

6) Die Unterbrechung des Nulleiters allein führt Spannungsverschiebung in den Netzteilen herbei, zu deren Ausgleich er bestimmt ist. Wird der Nulleiter oder die betriebsmäßig geerdete Leitung als Schutzleiter (siehe § 3) verwendet, so ist auch die gemeinsame Abschaltung mit den spannungsführenden Leitern nur zulässig, wenn damit tatsächlich alle diejenigen Netzteile spannungslos gemacht werden, denen der Nulleiter hinter der Trennstelle als Schutzleiter dient.

7) An Dosenaltern müssen Griffe, Knebel und Drücker aus Isolierstoff bestehen. Bei Zugschaltern sind Metallketten zu vermeiden. Sie sind durch Schnüre oder dgl. aus Isolierstoff zu ersetzen.

und dem Schalter ein mit ihm fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein.

k) Der geringstzulässige Nennstrom beträgt bei 250 V für Dosen-Ausschalter 6 A. Umschalter sowie ferner Geräte-Einbauschalter, die in mechanisch fester Verbindung mit einem Handgerät stehen, sind für geringere Stromstärken zulässig.

l) Dosenschalter müssen Momentschalter sein. Ausgenommen sind 3-polige Schalter für Drehstrom, bei denen eine gesicherte Schaltstellung als ausreichend gilt.

3. Schalter für Stromverbraucher mit Nennleistungen bis 5 kW sollen in Gleichstromanlagen Momentschalter sein.

4. Bei Dosenschaltern sollen die Leitungen nach dem Befestigen des Sockels vorderseitig angelegt und angeschlossen werden können<sup>8)</sup>.

## § 12.

(Siehe auch §§ 3 u. 10.)

### Anlasser und Widerstandsgeräte.

a) Anlasser und Widerstandsgeräte, an denen Stromunterbrechungen vorkommen, müssen so gebaut und angebracht sein, daß bei ordnungsmäßiger Bedienung kein Lichtbogen stehen bleibt<sup>1)</sup>.

Bei allen Reglern wird Dauereinschaltung angenommen. Verträge der Regler nur kurzzeitige Beanspruchung, so ist er entsprechend zu kennzeichnen. Für Feldregelung sind jedoch solche Regler unzulässig.

1. Die Strom führenden Teile von Anlassern und Widerstandsgeräten sollen mit Schutzverkleidung aus feuersicherem Stoff versehen sein [Ausnahmen siehe §§ 28<sup>1)</sup> und 39i)]. Diese Apparate sollen auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend oder an feuersicheren Wänden und von entzündlichen Stoffen genügend entfernt angebracht werden<sup>2)</sup>.

8) Dosenschalter nach den K.P.I./1928 erfüllen diese Forderung ohne weiteres, die es ermöglicht, die Berührung der Leitungen mit der Wand zu vermeiden. Ein Durchziehen der Leitungen durch den Sockel der Schalter ist hiernach nicht mehr zulässig. Bei Schaltern, die in die Wand eingelassen werden, pflegt man zwar denselben Sockel zu verwenden, bei dem die Leitungen auch vorderseitig angeschlossen werden, aber die Befestigung des Sockels erfolgt in der Regel nach dem Anschließen der Leitungen, die aber hierdurch nicht in unordentlicher oder bedenklicher Weise behandelt werden.

§ 12. 1) Bestimmte Mittel, um das Bestehenbleiben eines Lichtbogens zu vermeiden, sind nicht vorgeschrieben. Wo die Stromunterbrechung, sei es durch den Regulierhebel oder durch eingebaute Schalter, nur erfolgen kann, wenn der Strom durch Widerstände erheblich geschwächt ist, bedarf es keiner weiteren Vorkehrungen, um den Lichtbogen unschädlich zu machen. Im übrigen hängt die Anordnung besonderer Vorkehrungen hierfür davon ab, ob die Handhabung der Anlasser bestimmten Personen anvertraut ist, die man zu einer Handhabung in bestimmter Reihenfolge anhalten kann, oder ob es sich um Hilfsmittel handelt, die von beliebigen Personen bedient werden.

2) Von einer Festlegung einer höchsten Temperatur, die ein Widerstand annehmen darf, ist abgesehen worden, da wechselnde Belastung des Stromverbrauchers und die Häufigkeit der Einschaltung die Einhaltung der Höchsttemperatur auch von der Bedienung abhängig machen würde. Aber da Widerstände dazu bestimmt sind, elektrische Energie in Wärme umzusetzen, muß bei der Anbringung auf die gefahrlose Abführung dieser Wärmemengen Rücksicht genommen werden. Die Anordnung soll auch so getroffen werden, daß die Wärme nicht andere Teile der elektrischen Anlage in ihrer Leistungsfähigkeit oder Zuverlässigkeit herabsetzt.

b) Kontaktbahn und Anschlußstellen müssen mit einer widerstandsfähigen, zuverlässig befestigten und abnehmbaren Abdeckung versehen sein; sie darf keine Öffnung enthalten, die eine unmittelbare Berührung Spannung führender Teile zuläßt [Ausnahmen siehe §§ 28c) und 29a)].

c) Die Achse der Betätigungsverrichtung darf nicht Spannung führend sein.

d) Die Anbringung besonderer Schalter [siehe § 11 d)] ist bei Anlassern und Widerstandsgeräten nur dann notwendig, wenn der Anlasser nicht selbst den Stromverbraucher allpolig abschaltet<sup>3)</sup>.

Die Läuferanlasser aller Einphasen- und Drehstrommotoren müssen so gebaut sein, daß sie die Läuferkreise nicht unterbrechen können.

e) 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.

Bei Anlaßschaltern (z. B. Stern-Dreieck-Schaltern) ist außerdem die Anlaufstellung gegenüber der Betriebstellung zu kennzeichnen.

f) Anlasser und Widerstandsgeräte müssen ein Leistungsschild tragen.

### § 13.

(Siehe auch §§ 3 u. 10.)

#### Steckvorrichtungen.

a) Steckvorrichtungen müssen für mindestens 250 V, bei höheren Spannungen mindestens für die Betriebsspannung gebaut sein<sup>1)</sup>.

b) Bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde müssen Steckvorrichtungen so gebaut sein, daß das Einstecken und Ausziehen des Steckers unter Spannung verhindert wird<sup>2)</sup>. Bei Zwischenkupplungen ortsveränderlicher Leitungen genügt es, wenn ihre Betätigung durch Unberufene verhindert ist.

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

d) Die Kontakte in Steckdosen müssen der unmittelbaren Berührung entzogen sein<sup>3)</sup>.

<sup>3)</sup> Unter allpolig sind hier wie im § 11 d) alle Pole verstanden, die unter Spannung gegen Erde stehen.

§ 13. 1) Vgl. § 11 Schalter, Erläuterung 1).

2) Das geschieht in der Regel dadurch, daß ein Schalter mit der Steckvorrichtung derart verbunden ist, daß das Einstecken und Ausziehen des Steckers nur in der Ausschaltstellung des Schalters möglich ist.

3) Die unmittelbare Berührung mit der Hand oder mit einem Finger ist hier gemeint. Mutwillige Einführung metallener Gegenstände kann nicht verhindert werden, da die Steckdose ihrer Natur nach offene Einführungen für die Steckkontakte haben muß. Die durch die K.P.I./1928 vorgesehenen Konstruktionen verhindern sowohl die Berührung der Kontakte der Dosen wie die Berührung der Steckerstifte, sobald sie so weit eingeführt sind, daß sie unter Spannung stehen. Auch ist das Einstecken nur eines Steckerstiftes verhindert, wobei der zweite Steckerstift freiliegen und durch den Stromverbraucher hindurch Spannung annehmen würde.

1. Dosen-Steckvorrichtungen (Dosen und Stecker) sollen in der Regel keine Sicherungen enthalten<sup>4)</sup>.

2. Bei Dosen-Steckvorrichtungen sollen die Leitungen nach dem Befestigen des Sockels vorderseitig angelegt und angeschlossen werden können<sup>5)</sup>.

e) Die Steckvorrichtung ortsveränderlicher Stromverbraucher darf, sofern die Nennaufnahme 2500 W und die Stromstärke 25 A nicht überschreiten, bei Nennspannungen bis höchstens 250 V, bei Drehstrom mit geerdetem Nullpunkt bis 380 V, auch zum In- und Außerbetriebsetzen dienen<sup>6)</sup>.

f) Wenn an ortsveränderlichen Stromverbrauchern eine Steckvorrichtung angebracht wird, so muß die Dose (Hohlkontakt) mit der Leitung und der Stecker (Vollkontakt) mit dem Stromverbraucher verbunden sein [Ausnahme siehe § 39 l)].<sup>7)</sup>

4) Zunächst war in der bisherigen Vorschrift verboten, Sicherungen im beweglichen Teil anzubringen. Hierfür ließ sich zwar der Vorteil geltend machen, daß sie dem beweglichen Stromverbraucher gut angepaßt werden konnte und anspricht, wenn in diesem ein Kurzschluß auftrat; indessen stand dem eine bedenkliche Gefährlichkeit gegenüber. Wenn nämlich die Sicherung in dem beweglichen Teil saß, den man mit der Hand ein- und ausschaltet, so konnte es vorkommen, daß gerade im Augenblick des Einschaltens die Sicherung durchschmolz, was bei größeren Stromstärken und Spannungen unter ungünstigen Umständen die Zertrümmerung des Steckers bewirkt und entweder ein unangenehmes Erschrecken, vielleicht auch eine Körperverletzung, Verbrennung oder dgl. nach sich zieht. Vor allem aber wird die bewegliche Sicherung leicht beschädigt oder in Unordnung gebracht, zumal sie weniger Raum bietet, weniger kräftig gebaut wird und einer rauheren Behandlung ausgesetzt ist, als eine fest montierte. Es ist schwer, sie unverwechselbar zu machen; dem Mißbrauch, daß sie überbrückt wird, ist sie in hohem Maße ausgesetzt.

Saß dagegen die Sicherung am festen Teil, so bietet diese Anordnung den Vorteil, daß die zur Anschlußdose führenden Leitungen auch gegen diejenigen Kurzschlüsse gesichert sind, die am offenen, festen Teil der Steckdose vorkommen können.

Nach den neuen Vorschriften sollen auch im festen Teil Sicherungen vermieden werden. Als Schutz der Leitungen genügt die vorgeschaltete Stromkreissicherung (siehe § 14 und 20). Der Schutz des Stromverbrauchers gegen Überlastung läßt sich mit solchen Sicherungen infolge des meist geringen Stromverbrauches und ihrer groben Abstufungen kaum erzielen, zumal in derselben Dose die verschiedensten Apparate benutzt werden. Die Sicherung in der Dose wird bei Geräten, Anschlußleitungen und Steckvorrichtungen, die dem Stande der Technik dieser Vorschrift entsprechen, tatsächlich überflüssig. Denn die ortsveränderlichen Stromverbraucher dieser Ausführung werden nicht mehr zu Störungen Veranlassung geben als die ortsfesten, für die auch nur die Stromkreissicherung da ist. Die Sicherung in der Dose, die auch bisher nicht gefordert, aber auch nicht verboten war, blieb eine Belästigung für den Verbraucher und soll in Neuanlagen in der Regel wegbleiben.

Es gibt einige wenige Fälle, in denen diese Sicherung Berechtigung hat, z. B. werden die Lampen an den Notenpulten eines Opernorchesters einzeln an je eine Steckvorrichtung angeschlossen. Hier würde eine gemeinsame Sicherung für eine Reihe von Dosen im Falle der Störung an einer Lampe eine bedenkliche Unterbrechung bedeuten. Daher wurde die Vermeidung von Sicherungen nur als Regel gefordert.

5) Vgl. sinngemäß § 11, Erläuterung 8).

6) Von den gegebenen Grenzen darf keine überschritten werden. Die Spannung zwischen den stromführenden Leitungen soll 250 V nicht überschreiten. Lediglich für Drehstrom mit geerdetem Nulleiter wurde eine Ausnahme gemacht, weil Drehstrommotoren nicht ausgeschlossen werden sollten. Für Gleichstrom, auch mit geerdetem Nulleiter, gilt diese Ausnahme nicht.

7) Das ist die Ausführung, die in der Regel als Gerätesteckvorrichtung bezeichnet wird [siehe § 15 h)]. Einzelstifte sind unzulässig, weil sonst nach Einführung eines

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 können.

h) Steckdosen mit Schutzkontakt, die dazu bestimmt sind, die Gehäuse ortsveränderlicher Stromverbraucher zu erden, nullen oder an eine Schutzleitung anzuschließen, müssen so eingerichtet sein, daß Stecker ohne Schutzkontakt in ihnen nicht verwendet werden können<sup>8)</sup>.

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

#### § 14.

(Siehe auch §§ 3 u. 10.)

#### Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter).

a) Leitungen sind durch Schmelzsicherungen oder Selbstschalter zu schützen [Ausnahmen siehe i), k) und l)].<sup>1)</sup>

b) Schmelzsicherungen und Selbstschalter sind so zu bemessen oder einzustellen, daß die von ihnen geschützten Leitungen keine gefährliche Er-

Stiftes der andere durch den Stromverbraucher hindurch unter Spannung steht, ohne daß er gegen zufällige Berührung geschützt ist [§ 3a)].

8) Steckdosen mit Schutzkontakt werden in Räumen angebracht, die durch ihre Eigenschaften den erhöhten Berührungsschutz nach § 3e) bedingen. In solchen Räumen muß daher die Benutzung von Geräten ohne diesen erhöhten Schutz verhindert sein. Umgekehrt darf jedoch wohl ein Gerät mit Schutzleiter und Stecker mit Schutzkontakt in einem Raum ohne erhöhte Gefahr verwendet werden. Daher darf der Stecker mit Schutzkontakt auch in Dosen ohne Schutzkontakt passen. Dies ist sogar erwünscht, um gewisse Geräte in Räumen beider Art verwenden zu können.

§ 14. 1) Die Vorschrift verlangt nur den Schutz der Leitungen. Der Schutz der Stromverbraucher wird zwar z. T. dadurch ebenfalls erzielt, aber er wird nicht ausdrücklich gefordert. Einmal liegt dieser Schutz der Stromverbraucher so sehr im eigenen Interesse der Benutzer, daß hierfür ohne weiteres gesorgt werden wird. Andererseits sind die Bedingungen, denen der Schutz der Stromverbraucher genügen muß, so vielgestaltig, daß vorläufig von einer Regelung durch Vorschriften abgesehen werden mußte, zumal die Sicherheit der Anlage durch den Leitungsschutz genügend gewährleistet ist.

Daß überall im Verteilungsnetz, wo Nulleitungen oder geerdete Leitungen nicht in Betracht kommen, jeder Pol gesichert werden muß, ist jetzt allgemein anerkannt; doch war es früher vielfach üblich, sich mit Sicherungen in einem Pole zu begnügen, wobei diese in der ganzen Anlage durchweg in dem gleichen Pol der Leitung angeordnet wurden. Die Ansicht, daß dieses Verfahren ausreiche, ist indessen unzutreffend. Denn abgesehen davon, daß es schwer kontrollierbar ist, ob die Sicherung wirklich überall in demselben Pole liegt, und daß bei nachträglichen Veränderungen und Erweiterungen leicht Fehler in dieser Richtung entstehen, läßt sich der Nachweis führen, daß eine derartige Anordnung nicht vor Brandgefahr schützt. Bildet sich nämlich ein Kurzschluß zwischen einer dünnen Abzweigung des ungesicherten Pols und der stärkeren Hauptleitung des anderen Pols, so wird unter Umständen die ungesicherte dünne Zweigleitung zum Glühen kommen, ohne daß die der Hauptleitung angepaßte stärkere Sicherung schmilzt. Bei Drehstrom sind im allgemeinen alle drei Leitungen zu sichern, einerlei, ob man Schmelzsicherungen oder elektromagnetische Ausschalter benützt; nur bei besonders einfacher Gestalt der Leitungsführung ist unter Umständen die dritte Phase durch die Sicherung der beiden anderen ausreichend geschützt.

wärmung annehmen können<sup>2)</sup>; sie müssen so eingerichtet oder angeordnet sein, daß ein etwa auftretender Lichtbogen keine Gefahr bringt.

1. Die Stromstärke der Stromsicherung soll nicht größer sein, als nach der Belastungstafel und den übrigen Regeln von § 20 für die betreffende Leitung zulässig ist<sup>3)</sup>.

c) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten<sup>4)</sup>.

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 ist [Ausnahme siehe § 28e)]. Für niedrige Stromstärken dürfen Sicherungen nur mit geschlossenem Schmelzeinsatz verwendet werden.

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

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

2) Was unter „gefährlicher“ Erwärmung zu verstehen ist, wird in der Vorschrift nicht näher ausgeführt. Die Regel § 14<sup>1</sup> und die Vorschriften und Regeln des § 20 geben hierfür Anhaltspunkte, doch wird auch durch sie die Frage nicht erschöpft. Es ist in § 14 b) mit Absicht eine allgemeine Fassung gewählt, weil die praktischen Verhältnisse außerordentlich vielgestaltig sind und jede Möglichkeit für die Verwendungsart der Sicherungen sowie für ihre weitere Ausgestaltung gemäß den Bedürfnissen der Praxis offen bleiben soll.

Es sei in dieser Hinsicht nur andeutungsweise erwähnt, daß bei blanken Leitungen unter Umständen eine hohe Dauererwärmung ungefährlich ist, sofern die Festigkeit nicht leidet, daß ferner die Sicherungen so eingerichtet werden können, daß sie verhältnismäßig hohen Stromstärken den Durchgang für kurze Zeit gestatten, dabei aber doch die Erwärmung der geschützten Leitung oder Vorrichtung auf ein zulässiges Maß beschränken, indem sie die Stromunterbrechung herbeiführen, sobald die Dauer des Stromes ein gewisses Zeitmaß überschreitet.

3) Die Stromstärke der Sicherung soll aber nicht immer so groß sein als sie dem Leitungsquerschnitt nach § 20 entspricht, sondern man soll sich bemühen, sie der wirklichen Betriebsstromstärke anzupassen. Das gilt besonders, wenn die Leitung z. B. wegen des Spannungsabfalles stärker gewählt wird, als sie der zulässigen Erwärmung nach zu sein brauchte. Je genauer die Sicherungen der Betriebsstromstärke angepaßt werden können, desto empfindlicher werden sie alle Unregelmäßigkeiten und Störungen in der Anlage zur Anzeige bringen. In der Praxis wird die volle Ausnutzung dieses Kontrollmittels dadurch beschränkt, daß in vielen Anlagen nicht immer alle Stromverbraucher gleichzeitig und voll belastet in Betrieb sind.

4) Geflickte Sicherungstöpsel sind die von Unberufenen mit neuen Schmelzdrähten versehenen. Meistens werden dabei nicht die richtigen Metalle und Querschnitte verwendet. Das Anlöten an die Kontakte und Füllen mit Löschmitteln erfolgt mangelhaft. Vielfach kommen noch gröbere Fehler vor. Richtige Sicherungen können nur mit geeigneten, sehr zuverlässigen Fabrikationseinrichtungen und geordneten Nachprüfungen hergestellt werden. Durch das unzuverlässige Wiederherstellen durchgeschmolzener Stöpsel wird das sachgemäße Arbeiten dieses für die Sicherheit des Betriebes, der Anlage und der in ihr Beschäftigten wesentlichen Hilfsmittels in Frage gestellt. Es muß daher dem weit verbreiteten Mißbrauch scharf entgegengetreten werden. Das Überbrücken von Sicherungen, das also die Sicherung als solche außer Funktion setzt, ist als grobe Fahrlässigkeit verboten.

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 sein.

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 ungefährlich ausgetauscht werden können.

g) Sicherungen sind an allen Stellen anzubringen, an denen sich der Querschnitt der Leitungen nach der Verbrauchsstelle hin vermindert, jedoch sind an den Stellen, an denen davorliegende Sicherungen auch den schwächeren Querschnitt schützen, weitere Sicherungen nicht erforderlich<sup>5)</sup>.

h) Sicherungen müssen stets nahe an der Stelle liegen, an der das zu schützende Leitungstück beginnt. Dieses ist bei Schraubstöpselsicherungen stets mit den Gewindeteilen zu verbinden<sup>6)</sup>.

5. Sicherungen sollen an einer den Berufenen leicht zugänglichen Stelle angebracht werden; sie sind tunlichst auf besonderer gemeinsamer Unterlage zusammenzubauen<sup>7)</sup>.

6. Wenn in einer Abzweigleitung Schalter und Sicherungen mit offenen Schmelzeinsätzen unmittelbar hintereinander liegen, so soll die Stromzuführung an den Schalter angeschlossen werden<sup>8)</sup>.

7. Bei Abzweigungen kann das Anschlußleitungstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als 1 m beträgt, von gerin-

5) Besondere Beachtung verdienen parallel geschaltete Leitungen, wie sie z. B. mehrere dünne Drähte darstellen, die zur leichteren Verlegung als Ersatz eines dickeren dienen. Eine gemeinsame Sicherung derartiger parallel geschalteter Leitungen ist ungenügend, da keine Gewähr für die Stromverteilung im Verhältnis der Einzelquerschnitte gegeben ist. Selbst wenn jeder einzelne von ihnen an seinem einen Ende dem Querschnitt entsprechend gesichert ist, so kann doch, wenn einer der Drähte Kurzschluß oder Erdschluß erfahren hat und seine Sicherung abgeschmolzen ist, der Kurzschlußstelle vom anderen Ende her durch die anderen parallel geschalteten Leitungen Strom zugeführt werden, der den Draht überlastet, ohne daß die übrigen Sicherungen dies hindern. In diesem Falle sind beide Enden jedes der parallel geschalteten Drähte mit Sicherungen auszurüsten, es sei denn, daß es sich um kurze, leicht übersehbare Strecken handelt, bei denen die geschilderte Gefahr nicht zu erwarten ist [siehe § 14, Erläuterung 1)].

Auch Ringleitungen sind wie alle von zwei Seiten gespeisten Leitungen beiderseits zu sichern. Zweigen von solchen Leitungen weitere ab, so müssen auch diese gesichert werden, wenn ihre zulässige Belastung kleiner ist als der Summe der Nennstromstärken der beiden Sicherungen entspricht, die ihre Stromzuführung schützen.

6) Diese Anordnung hat den Zweck, daß bei ausgeschraubtem Sicherungstöpsel der Gewindekorb im allgemeinen spannungslos ist.

7) Solche Stellen sollen in handlicher Höhe liegen und nicht durch Einrichtungstücke oder Warenvorräte verstellt werden. Die Zusammenfassung dient der Übersicht und ordnungsgemäßen Pflege.

8) Hierdurch wird die gefahrlose Bedienung der offenen Schmelzeinsätze in spannungslosem Zustand ermöglicht. Bei geschlossenen Schmelzeinsätzen empfiehlt sich die umgekehrte Anordnung, da diese ohne weiteres unter Spannung ersetzt werden können und etwaige Schalter, in der Regel Dosenschalter, eher zu Nacharbeiten Veranlassung geben, die dann in spannungslosem Zustand erfolgen können.

gerem Querschnitt als die Hauptleitung sein, wenn es von entzündlichen Gegenständen feuersicher getrennt ist<sup>9)</sup>.

8. Die gemeinsame Sicherung mehrerer Verteilungsleitungen in Gebäuden soll nicht mehr als 6 A Nennstromstärke haben<sup>10)</sup>. Führen solche Verteilungsleitungen nur zu Glühlampen mit Lampensockel E 40 (Goliath-Sockel), so kann die gemeinsame Sicherung bis zu 25 A Nennstromstärke haben<sup>11)</sup>.

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

k) Die Nulleiter von Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen dürfen keine Sicherungen enthalten. Ausgenommen hiervon sind isolierte Leitungen, die von einem Nulleiter abzweigen und Teile eines Zweileitersystemes sind; diese dürfen Sicherungen enthalten, dann aber nicht zur Nullung benutzt werden und nicht schlechter als die Außenleiter isoliert sein. Wird ein solches System nur 1-polig gesichert, so sind bei festverlegten Leitungen die Abzweigungen vom Nulleiter zu kennzeichnen.

l) Die Vorschriften und Regeln über das Anbringen von Sicherungen beziehen sich nicht auf Freileitungen<sup>12)</sup>, Bleikabel im Erdboden<sup>13)</sup>, Leitungen an Schaltanlagen, ferner in elektrischen Betriebsräumen nicht auf die Verbindungsleitungen zwischen Maschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Schaltanlagen u. dgl.<sup>14)</sup> sowie nicht auf alle Fälle, in denen durch das Wirken einer etwa angebrachten Sicherung Gefahren im Betriebe der betreffenden Einrichtungen hervorgerufen werden könnten (siehe auch § 20<sup>1)</sup>).

9. Bei Krananlagen oder ähnlichen, aus feuersicherem Baustoff hergestellten und nur aussetzend arbeitenden Anlagen mit mehreren Motoren sind die Lei-

9) Theoretisch gehört die Sicherung unmittelbar an die stärkere Leitung, also an den Anfang der schwächeren. Wenn man die Sicherung aber auch in handlicher Höhe anbringen will, müßte man z. B. von einer an der Decke waagrecht verlaufenden Hauptleitung ein senkrechtes Stück in gleich starkem Querschnitt herabführen, so daß die schwächere Leitung erst an der Sicherung ihren Anfang nimmt. Das ist bei sehr großen Unterschieden zwischen beiden Querschnitten kaum immer möglich, weil z. B. der große Querschnitt in die Sicherung des kleinen nicht eingeführt werden kann. Die hier gegebene Grenze von 1 m ist natürlich willkürlich; da aber dieses Stück tatsächlich ungesichert bleibt, müssen besondere Sicherheitsmaßregeln beachtet werden. Es darf die Befestigung nur auf unverbrennlichen Wänden oder Unterlagen geschehen. Der Schutz, z. B. Eisenrohr, soll so beschaffen sein, daß das Zwischenstück im Falle eines Kurzschlusses oder dgl. völlig ausbrennen kann, ohne daß die Gefahr eines Brandes entsteht.

10) Diese Beschränkung soll verbieten, daß die Stromversorgung allzu ausgedehnter oder zahlreicher Räume von einer einzigen Sicherung abhängt. Dies ist auch dadurch bedingt, daß innerhalb eines solchen Stromkreises Leitungen wenigstens an und in Beleuchtungskörpern Verwendung finden, die eine stärkere Sicherung nicht zulassen.

11) Die Bedenken zu 10) fallen fort, wenn es sich nicht um Lampen und Stromverbraucher unbestimmter Art handelt, sondern um Fassungen, die nach den K.P.I. für 25 A bestimmt sind. Selbstverständlich dürfen dann nur Leitungen verwendet werden, die durch diese Sicherungen von 10, 15, 20 oder 25 A geschützt erscheinen (siehe § 20).

12) Freileitungen unterliegen anderen Abkühlungsverhältnissen und können daher in der Regel höher beansprucht werden.

13) Für Bleikabel im Erdboden siehe § 20, Erläuterung 7).

14) Diese Leitungen können immer so verlegt und beaufsichtigt werden, daß die Gefahr eines Kurzschlusses oder einer Übererwärmung rechtzeitig beobachtet werden kann, während die Gefahr des Abschmelzens etwaiger Sicherungen in der Regel die größere wäre.

tungen zwischen den Schaltgeräten, Steuergeräten und Motoren als Teil einer Schaltanlage anzusehen.

10. Abzweigungen von Freileitungen nach Verbrauchstellen (Hausanschlüsse) sollen, wenn nicht schon an der Abzweigstelle Sicherungen angebracht sind, nach Eintritt in das Gebäude in der Nähe der Einführung gesichert werden. Das Leitungstück zwischen Einführung und Sicherung ist von entzündlichen Gegenständen freizuhalten.

## E. Ortsveränderliche Geräte und Fernmeldegeräte.

### § 15.

(Siehe auch §§ 3 u. 10.)

#### Ortsveränderliche Geräte.

a) Die unter d) bis g) angeführten Geräte sind einzelne Beispiele; die für diese getroffenen Bestimmungen sind auf andere, noch aufkommende Geräte für ähnliche Zwecke sinngemäß zu übertragen<sup>1)</sup>.

b) Die Bestimmungen in § 3c), 3<sup>a</sup> und 3 e) sind besonders zu beachten.

1. Geräte sollen besonders sorgfältig ausgeführt und ihre Isolierung soll derart bemessen sein, daß auch bei rauher Behandlung Stromübergänge vermieden werden<sup>2)</sup>. Bedienungsriffe, mit Ausnahme solcher von Betriebswerkzeugen, sollen möglichst nicht aus Metall bestehen und so gestaltet sein, daß eine Berührung benachbarter Metallteile erschwert ist<sup>3)</sup>.

c) Geräte mit Kleinstmotoren (siehe § 6<sup>a</sup>) sind nur für eine Betriebsspannung bis höchstens 250 V, bei Drehstrom mit geerdetem Nullpunkt auch bis 380 V, zulässig<sup>4)</sup>.

1) Es handelt sich hier um alle ortsveränderlichen Stromverbraucher, von denen lediglich ortsveränderliche Beleuchtungskörper noch besonders behandelt sind (§ 18). Insbesondere ist aber an die vielen Geräte für Haushalt und Kleingewerbe gedacht. Sie sind der Beschädigung in besonders hohem Maß ausgesetzt, auch wenn sie außer Gebrauch sind. Auch werden sie nicht immer durch Sachkundige bedient. Schließlich kommen sie mehr als andere elektrische Gegenstände mit dem Körper der Benutzer in Berührung.

2) Hier wird Isolierung im Sinne des § 3 als bestes Mittel empfohlen. Die Fortschritte in der Anwendung von Isolierstoffen, insbesondere solcher nicht keramischer Art, lassen erhoffen, daß Metall und zerbrechliche Teile weitgehend durch zuverlässigere Ausführungen ersetzt werden. Wengleich man nicht erwarten kann, daß alle Geräte ohne weiteres jeder Behandlungsweise standhalten, so soll doch nicht damit gerechnet werden, daß diesen Dingen eine allzu pflegliche Behandlung zuteil wird. Dann wird man sich nicht auf zusätzliche Mittel im Sinne des § 3e) verlassen brauchen, die unter Umständen neue Gefahrenquellen in sich schließen.

3) Daß hier die Bedienungsriffe von Betriebswerkzeugen ausgenommen sind, beweist, daß man hier die hohe mechanische Widerstandskraft von Metall für wichtiger hält als die elektrische Zuverlässigkeit von Isolierstoffen. Es ist aber anzustreben, daß auch für die schwersten Bedingungen Isolierstoffe gefunden werden, die in Form und Werkstoff genügende Zuverlässigkeit bieten.

4) Hierfür bestehen besondere „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren“ V.G.K.M./1930. Hier sind besonders behandelt: Heißluftduschen, Massagegeräte, Staubsauger, Tischfächer, Haushaltmaschinen, einschl. Nähmaschinen, Haarschneidemaschinen. Die Spannung zwischen den stromführenden Leitungen soll 250 V nicht

Bei Haarschneidemaschinen, zahnärztlichen Bohrmaschinen u. dgl. ist zwischen der biegsamen Welle und dem Motor eine isolierende Kupplung anzuordnen<sup>5)</sup>.

d) Koch- und Heizgeräte für den Hausgebrauch sind nur für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V zulässig<sup>6)</sup>. Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Heizlampen und Heizkörper müssen der zufälligen Berührung entzogen und dieser Schutz muß auch während des Einschraubens der Lampen und Heizkörper wirksam sein.

In Glühlampenfassungen für Edison-Lampensockel E 27 (Normalsockel) dürfen nur Heizlampen und Heizkörper bis 500 W Nennaufnahme eingesetzt werden, soweit nicht als Fassungen Sonderkonstruktionen verwendet werden.

e) Spielzeuge, d. h. solche Geräte, die ihrer Bauart und ihrem Wesen nach nicht als Gebrauchsgegenstände anzusehen sind, dürfen nur mit einer Betriebsspannung bis 24 V betrieben werden<sup>7)</sup>.

Der Anschluß derartiger Geräte ist nur gestattet:

an Wechselstromnetze bei Verwendung von Transformatoren oder Umformern mit elektrisch getrennten Wicklungen für eine Betriebsspannung bis 24 V,

an Gleichstromnetze nur bei Verwendung von Umformern mit elektrisch getrennten Wicklungen für eine Betriebsspannung bis 24 V. Eine leitende Verbindung mit dem Starkstromnetz (z. B. durch Lampenwiderstände) ist verboten<sup>8)</sup>.

Für Koch- und Heizgeräte als Spielzeuge mit Betriebsspannungen über 24 V gelten die „Vorschriften für elektrisch beheiztes Spielzeug“<sup>9)</sup>.

überschreiten. Lediglich für Drehstrom mit geerdetem Nulleiter wurde eine Ausnahme gemacht, weil Drehstrommotoren nicht ausgeschlossen werden sollten. Für Gleichstrom, auch mit geerdetem Nulleiter, gilt diese Ausnahme nicht.

5) Neben dem Schutz des Bedienenden ist hier der Schutz des mit den Geräten Behandelten zu beachten. Da auch kleine Isolationstörungen hier bedenklich werden können, wird als weitere Schutzmaßnahme die isolierende Kupplung gefordert, deren Isolierfestigkeit in den Sondervorschriften [siehe 4)] festgelegt ist.

6) Die entsprechenden Sondervorschriften sind V.E.Hz./1925. Die Spannung zwischen den stromführenden Leitern soll 250 V nicht überschreiten. Ortsveränderliche Koch- und Heizgeräte für den Hausgebrauch dürfen daher z. B. nicht für 380 V eingerichtet werden, auch wenn die Spannung gegen Erde 250 V nicht überschreitet.

7) Spielzeuge hegen die doppelte Gefahr, daß sie durch Unachtsamkeit, Unkenntnis und Willkür der Beschädigung ausgesetzt sind, die dann Kinder gefährdet, welche ohnehin durch zartere Haut, Durchfassen kleiner Öffnungen usw. leichter Unfällen ausgesetzt sind. Andererseits hat das Bestehen elektrischer Spielzeuge einen gewissen erzieherischen Wert, der das Verständnis für die Vorteile und Gefahren der Elektrizität der Jugend sinnfällig vermittelt. Damit aber die Geräte auch in schadhaftem Zustand keine Unfälle verursachen, wird hier eine gefahrlose Spannung verlangt. Siehe auch „Vorschriften für elektrisch beheiztes Spielzeug“ und „Vorschriften für elektrisches Spielzeug“.

8) Auch eine Verbindung mit dem geerdeten Nulleiter ist nicht zulässig, da durch Verwechselung eine Berührung mit spannungsführenden Leitern möglich wäre.

9) Hier wird die Einhaltung der Sondervorschriften verlangt, weil für Spannungen über 24 V die Konstruktion in allen Einzelheiten, auch in mechanischer Hinsicht, so zuverlässig sein muß, daß auch bei unvernünftiger Behandlung Unfälle ausgeschlossen sein müssen, zumal bei Kochgeräten die Gefahr der Feuchtigkeit hinzutritt.

f) Elektro-Werkzeuge mit motorischem Antrieb müssen, unabhängig vom Verwendungsort, Schutzeinrichtungen gegen zu hohe Berührungsspannung gemäß § 3 e) erhalten.

Für Elektro-Werkzeuge sind unter Umständen auch Betriebsspannungen von mehr als 250 V zulässig [siehe § 1<sup>2</sup>].<sup>10)</sup>

Sofern Elektro-Werkzeuge nicht mit Ausschaltern versehen sind, muß in Reichweite des Bedienenden eine Ausschaltvorrichtung angebracht werden [siehe auch § 13e)].<sup>11)</sup>

g) Rundfunkgeräte sind nur für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V zulässig. Netzanschlußgeräte sind für Gleichstrom zulässig, wenn keine leitende Verbindung zwischen dem Netz und den Anschlüssen für das Rundfunkgerät besteht. Hierbei gelten Vakuumstrecken auch als leitende Verbindung.

Bei Netzanschluß-Empfängern, bei denen Netzanschluß und Empfänger oder Verstärker in gesonderten Gehäusen eingebaut sind, müssen die elektrischen Verbindungen der Berührung entzogen sein.

Bei Verbindungsgeräten muß die Trennung vom Starkstromnetz durch Kondensatoren mit festem Dielektrikum erfolgen<sup>12)</sup>.

h) Als Zuleitung ortsveränderlicher Geräte [siehe auch §§ 10g) und 21 m)] dürfen nur Gummiaderschnüre mit gemeinsamer Beflechtung für sämtliche Adern (runde Schnüre NSA) oder Gummischlauchleitungen verwendet werden. Fassungsadern sind als Zuleitung verboten. Die Zuleitung muß an der Einführungsstelle gegen starke Verbiegung oder Verletzung (z. B. durch scharfe Metallränder) geschützt sein. Sofern nicht andere Vorkehrungen getroffen sind, muß bei Einführung der Zuleitung durch Metallteile hindurch in das Gerät eine isolierende Buchse verwendet werden, die im Gerät gesichert befestigt ist (Gegenmutter, Sprengring oder dgl.).

Geräteanschlußleitungen müssen an den Anschlußstellen ihrer beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

Die Enden der Litzen müssen verlötet oder mit einer besonderen Umkleidung versehen sein, die das Abspießen einzelner Drähte verhindert<sup>13)</sup>.

**10)** Die Einzelheiten der Spannungsgrenze sind in den Regeln für die Bewertung und Prüfung von Handbohrmaschinen, Hand- und Support-Schleifmaschinen sowie für Schleif- und Poliermaschinen behandelt. Bei Gleichstrom kommen 440 V und 550 V in Betracht, bei Drehstrom 380 V. Jedoch sollte man Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde, insbesondere in gefährdeten Räumen (§ 3<sup>2</sup>) vermeiden.

**11)** Die Ausschaltvorrichtung muß nicht unbedingt ein Ausschalter sein. Neben den Steckvorrichtungen können auch Druckknöpfe zur Fernbetätigung von Selbstschaltern in Frage kommen. Solchen Anordnungen ist unter Umständen sogar der Vorzug vor Ausschaltern an den Elektrowerkzeugen zu geben, da sie die Anschlußleitung mit abschalten.

**12)** Die „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen in Verbindung stehen“, regeln die Einzelheiten.

**13)** Die besondere Umkleidung kann ein aufgesetzter Kabelschuh, eine Klemmhülse oder dgl. sein, die durch Lötung oder Kerbverbindung zuverlässig befestigt ist. Der Zweck ist, zu verhindern, daß durch das Abspießen eines Einzeldrahtes Körperschluß entstehen kann. Die Beachtung ist also in der Nähe metallischer Gehäuse von besonderer Bedeutung. Die Forderung ist hier für ortsveränderliche Geräte deshalb aufgenommen, weil hier feindrähtige Litzen erforderlich sind und die Beweglichkeit der Geräte die Gefahr erhöht. Für die anderen Fälle siehe § 21<sup>2</sup>.

Die Verbindung der Geräteanschlußleitung mit dem Gerät muß durch Verschraubung oder mittels einer Gerätesteckvorrichtung (Dose und Stecker) erfolgen. In diesem Falle müssen die Dose an der Leitung und der Stecker am Gerät angebracht sein.

Die Gerätedose muß so ausgeführt sein, daß sie von Hand bequem mit dem Gerätestecker verbunden werden kann.

Eine unbeabsichtigte Berührung Spannung führender Metallteile der Gerätesteckvorrichtung muß unmöglich sein. Einzelstecker sind daher nicht zulässig<sup>14</sup>).

### Fernmeldegeräte.

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

Zwischen der Fernmelde- und der Starkstromanlage darf bei Wechselstrom keine leitende Verbindung bestehen<sup>15</sup>).

Der Anschluß an Gleichstromnetze ist zu vermeiden; ist dieses in besonderen Fällen nicht zu umgehen, so sind die „Leitsätze für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Starkstromnetze mit Hilfe von Einrichtungen, die eine leitende Verbindung mit dem Starkstromnetze erfordern“ zu beachten.

Starkstrom führende Fernmeldegeräte unterliegen in allen Teilen den Errichtungsvorschriften.

## F. Leuchten und Zubehör.

### § 16.

#### Fassungen und Lampen.

- a) Fassungen müssen für mindestens 250 V gebaut sein<sup>1</sup>).
- b) Bei Fassungen verwendete Isolierstoffe müssen den im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhalten<sup>2</sup>).

---

<sup>14</sup>) Siehe § 13, Erläuterung 7). Das hier über Zuleitungen zu ortsveränderlichen Geräten Gesagte gilt sinngemäß auch für sogenannte Verlängerungsschnüre. Obgleich solche nach Möglichkeit vermieden und durch eine ausreichende Zahl festinstallierter Steckdosen ersetzt werden sollten, so ist doch die Möglichkeit, ein Gerät an einer nicht vorhergesehenen Stelle zu benutzen, nicht ganz auszuschließen. Man nehme hier in jedem Fall Gummischlauchleitungen, Wandstecker und Kupplungsteckdosen aus Isolierpreßstoff (nach K.P.I./1928), da diese Apparate vielfach auf dem Boden liegen, also leicht darauf getreten wird; auch werden sie durch Bewegung von Möbeln und durch Herabfallen besonders gefährdet.

<sup>15</sup>) Siehe „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929“.

§ 16. 1) Auch Fassungen für Kleinspannung müssen in ihrer Isolierfestigkeit dieser Forderung genügen (§ 3<sup>2</sup>). Ebenso solche für Christbaum-, Reklame- und Illuminationszwecke.

2) Siehe „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen“.

Die Strom führenden Teile der Fassungen dürfen, auch wenn sie keine Spannung gegen Erde führen, mit dem Gehäuse nicht leitend verbunden sein<sup>3)</sup>).

c) Die Strom führenden Teile der eingesetzten Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein<sup>4)</sup>. Der Schutz gegen zufälliges Berühren muß durch die Fassung während des Einsetzens und Herausnehmens der Lampen wirksam sein<sup>5)</sup>. Ausgenommen sind Spezialfassungen für Bühnen-, Christbaum-, Reklamebeleuchtungen und Illuminationszwecke. Hier genügt ein Berührungsschutz bei brennfertig eingesetzter Lampe.

Die Berührungsschutzvorrichtung darf ohne Zerlegung der Fassung in ihre Bestandteile nicht entfernt werden können<sup>6)</sup>.

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

✂ d) In B. u. T. dürfen Glühlampen in erreichbarer Höhe, bei denen die Fassungen äußere Metallteile aufweisen, nur mit starken Überlocken, die die Fassung umschließen, verwendet werden. Die Überlocke ist nicht erforderlich, wenn die äußeren Teile der Fassung aus Isolierstoff bestehen und alle Strom führenden Teile der Berührung entzogen sind.

3) Früher war es erlaubt, den Gewindekorb, wenn er mit dem geerdeten Nulleiter verbunden war, auch mit dem metallenen Mantel der Fassung zu verbinden. Die gemäß § 16c entwickelte Berührungsschutz-Fassung bedingte, daß diese Ausführung verlassen wurde, da die Voraussetzung für die alte Art war, daß die Lampe zuerst mit dem Nulleiter und dann erst durch den Mittelkontakt mit dem Spannung gegen Erde führenden Leiter in Berührung kam. Auch ist die Isolierung der Verbindung mit dem Nulleiter vorzuziehen, wenn nicht alle Bedingungen der Nullung (§ 32) mit Sicherheit erfüllt sind.

4) Unter „stromführenden Teilen“ sind also auch solche zu verstehen, die etwa keine Spannung gegen Erde führen.

5) Die Fassung selbst muß diesen Schutz gewähren. Die Forderung ist im allgemeinen nur hinsichtlich solcher Lampen aufgestellt, für deren Bauart die Fassung bestimmt ist. Auch bei diesen nur bei unbeschädigten Lampen und bei ordnungsmäßigem Zustand der Fassung.

6) Dieser Satz ist wie der vorhergehende dem § 58 der K.P.I./1928 entnommen, dessen Sinn als Errichtungsvorschrift gelten soll. Seit dem Inkrafttreten dieses Paragraphen sind nun zahlreiche Konstruktionen entstanden, deren Möglichkeit bei Festsetzung des Wortlautes nicht vorhergesehen werden konnte. Die Absicht war, zu verhindern, daß eine an der Fassung befindliche Berührungsschutzvorrichtung von Laien entfernt werden könnte und dann der Schutz aufgehoben wäre, ohne daß der Benutzer dies ohne weiteres bemerken würde. Zu bevorzugen sind Fassungen, die in sichtlich unvollständigem Zustand das Befestigen oder Brennen der Lampen nicht zulassen.

Eine Vervollständigung mußte die Bestimmung über den Berührungsschutz durch die früher nicht übliche Verwendung von Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel (Soffittenlampen) finden. Die Fassungen für solche Lampen zählen nicht zu den im ersten Absatz von § 16c aufgeführten Ausnahmen, sondern man muß auch hier die gleiche Forderung stellen und zwar sowohl bei Soffittenlampen, welche auf Wänden, Decken, in Schaukästen oder dgl. ohne eigentliche Beleuchtungskörper befestigt werden, wie auch bei der Verwendung an Kronen oder anderen Leuchtern. Da hier der Begriff des Berührungsschutzes gegenüber Lampen mit nur einem zweipoligen Sockel anders zu betrachten ist, hat man „Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)“ geschaffen (ETZ 1928, S. 849 u. 1165), die im einzelnen die Grenzen der gestellten Forderung festlegen.

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

In Stromkreisen, 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 entzieht. Fassungen für Edison-Lampensockel 14 (Mignonsockel) sind in solchen Stromkreisen nicht zulässig.

✂ f) In B. u. T. dürfen mit Ausnahme von mit Gleichstrom betriebenen elektrischen Bahnen für Beleuchtung nur Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde verwendet werden. Im Anschluß an Gleichstrom-Bahnen mit höherer Spannung müssen die unter e) geforderten isolierten Fassungen und außerdem Schutzkörbe angewendet werden.

g) Schaltfassungen sind nur für Lampensockel E 27 (Normalsockel) und für Glühlampen bis höchstens 250 V zulässig; für Lampensockel E 14 (Mignonsockel) und E 40 (Goliathsockel) sind sie unzulässig<sup>7)</sup>.

Schalter in Schaltfassungen müssen Momentschalter sein.

Schaltfassungen müssen im Inneren so gebaut sein, daß eine Berührung zwischen den beweglichen Teilen des Schalters und den Zuleitungsdrähten ausgeschlossen ist. Die Schaltachse muß von den Spannung führenden Teilen und von dem Metallgehäuse isoliert sein. Handhaben zur Bedienung der Schaltfassungen müssen aus nichtleitendem Baustoff bestehen oder gegen die Schaltachse durch ein mit dieser fest verbundenes Zwischenglied isoliert sein.

Bedienungsorgane für Zugfassungen müssen, falls sie aus Metall bestehen, gegen Metallteile des Mechanismus isoliert sein<sup>8)</sup>.

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

## § 17.

### Ortsfeste Beleuchtungskörper [auch Schnur- und Zugpendel].<sup>1)</sup>

a) Bei ortsfesten Beleuchtungskörpern in Räumen mit erhöhter Be-

7) Die Verwendung von Schaltfassungen ist nur da am Platz, wo die Anbringung eines besonderen Schalters nicht praktisch ist. Letzteres ist immer die zuverlässigere Ausführung und sollte auch bei ortsveränderlichen Beleuchtungskörpern durch die Verwendung von Einbauschaltern gefördert werden. Bei Lampen mit Sockel E 14 muß dieser Weg beschritten werden. Bei solchen mit Sockel E 40 gebietet die höhere Stromstärke die Verwendung normaler Dosenschalter. Auch an Lampen mit Sockel E 27 sind Schaltfassungen nicht überall zulässig, so z. B. nicht an Handleuchtern [§ 18d)] und in feuchten Räumen [§ 31g)].

8) Zugfassungen sind solche, welche an Stelle eines Drehschalters im Innern einen Zugschalter haben, der durch eine Schnur, Kette oder dgl. betätigt wird.

§17. 1) Die früher allgemein gültige Bestimmung, daß Glühlampen vor der Berührung mit entzündlichen Stoffen zu bewahren sind, ist nur noch für feuergefährdete Räume (§ 34<sup>1)</sup>) beibehalten. Indessen sei darauf hingewiesen, daß sie allgemeinere Beachtung verdient. Stoffe wie dünnes Papier, leicht entzündliche Gewebe wie Gardinen usw. dürfen nicht dauernd in unmittelbarer Berührung mit Glühlampen sein. Sie kommen in Gefahr, durch die Lampen entzündet zu werden, wenn die Luftbewegung um die Lampe verhindert ist. Dies ist beim Anbringen von Glühlampen in der Nähe der erwähnten Stoffe sowie beim Anordnen solcher Stoffe in unmittelbarer Nähe von Lampen zu beachten. Nackte Glühlampen dürfen auch nicht zum Anwärmen eines Bettes benutzt werden.

rührungsgefahr sind die Bestimmungen in § 3 c), 3<sup>2</sup> und 3 e) besonders zu beachten<sup>2)</sup>).

b) Die Leitungen an und in Beleuchtungskörpern müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“ entsprechen. Fassungsadern dürfen nicht als Zuleitungen zu Beleuchtungskörpern verwendet werden<sup>3)</sup>).

c) Die Fassungen müssen an dem Beleuchtungskörper derart befestigt sein, daß beim Ein- oder Ausschrauben der Glühlampen kein Verdrehen der Fassung gegen den Nippel stattfindet<sup>4)</sup>).

d) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern müssen so beschaffen sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können<sup>5)</sup>).

Wird die Leitung an der Außenseite des Beleuchtungskörpers geführt, so muß sie so befestigt sein, daß sie nicht verschoben und durch scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

1. Abzweigstellen in Beleuchtungskörpern sollen tunlichst zusammengefaßt werden. Die Verbindungen von Leitungen (auch Schnüren) sollen durch Verschraubungen auf isolierender Unterlage oder Verlötung hergestellt werden [vgl. § 21i) und l)].<sup>6)</sup>

2) Soweit hierunter feuchte und durchtränkte Räume fallen, sind Fassungen aus Isolierstoff vorgeschrieben [§ 31g)], die auch in anderen Räumen mit erhöhter Berührungsgefahr zweckmäßig sind. Darüber hinaus werden Beleuchtungskörper vielfach ganz aus Isolierstoff hergestellt, die sowohl aus keramischem Material wie aus Isolierpreßstoff genügende Haltbarkeit mit erhöhtem Berührungsschutz verbinden.

3) Für Fassungsadern ist im § 20<sup>4</sup> ein Mindestquerschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> zugelassen. Die Fassungsadern sind mit Rücksicht auf die geringe Weite der Rohre usw. an Beleuchtungskörpern nur mit schwachen Schutzhüllen umgeben, die den allgemeinen Forderungen festverlegter isolierter Leitungen nicht entsprechen (V.I.L. § 11). Sie eignen sich daher nicht als Zuleitungen zu Beleuchtungskörpern. Der geringste Leitungsquerschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> ist auch nur zulässig, wenn keine größeren Stromverbraucher, als der Glühlampe entsprechen, aus der Fassung gespeist werden (§ 17<sup>4</sup>).

4) Die Forderung entspricht den „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V“ § 4, jedoch werden die Mittel zur Verhinderung der Verdrehung hier freigelassen. Das dort ausgesprochene Verbot der Verwendung von Madenschrauben gilt also zur Zeit noch nicht. Dagegen beginnt die Beleuchtungskörperindustrie jetzt eine andere, vom Innern der Fassung aus zu bewirkende Befestigung der Fassungsböden an den Nippelgewinden einzuführen, deren mannigfache Möglichkeiten eine wesentliche Verbesserung und eine Verminderung der Störungen in Beleuchtungskörpern erwarten läßt.

5) Auch diese Forderung entspricht den „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V“ § 4, jedoch werden die dort zahlenmäßig bestimmten Mindestmaße zur Zeit noch nicht bedingungslos gefordert. In den bisherigen Errichtungsvorschriften (§ 18<sup>1</sup>) werden aber schon für 2 Drähte mindestens 6 mm verlangt. Für mehr als 2 Fassungsadern empfiehlt sich eine Weite von wenigstens 8 mm.

6) Die Mehrzahl der mehrarmigen Kronen und ähnlicher Beleuchtungskörper wird mit fertig eingezogenen Leitungen, deren Abzweigstellen unzugänglich sind, in den Handel gebracht. Die Art der Verlötung an den Abzweigstellen entzieht sich so der Kontrolle. Da die Körper im Handel oft durch mehrere Hände gehen, so fehlt auch eine sonstige Gewähr für sachgemäße Ausführung. Andererseits liegt die Gefahr vor, daß an den Abzweigungen Körperschluß, d. h. Übergang der Spannung auf den Beleuchtungskörper selbst eintritt, was Brandgefahr und Verletzung von Personen verursachen kann.

2. Beleuchtungskörper sollen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Bewegen des Körpers verletzt werden können<sup>7)</sup>.

✕ 3. In B. u. T. sollen Rohre an Beleuchtungskörpern, die für zwei Drähte | bestimmt sind, mindestens 11 mm lichte Weite haben. |

d) Lampen und Laternen für Außenbeleuchtung müssen so gebaut sein, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann<sup>8)</sup>.

e) Werden die Zuleitungen (Pendelschnüre) als Träger des Beleuchtungskörpers verwendet (Schnurpendel), so müssen die Anschlußstellen an beiden Enden von Zug entlastet sein<sup>9)</sup>. Für Posamentenleitungen<sup>10)</sup> ist die Verwendung einer Fassungsader von 0,75 mm<sup>2</sup> zulässig, wenn die Adern der Schnüre nicht auf Zug beansprucht werden und der Beleuchtungskörper durch besondere Vorrichtungen getragen wird. Dienen die Leitungen als Tragorgane, so müssen Pendelschnüre verwendet werden.

Rollen für Zugpendel u. dgl. müssen einen Mindestdurchmesser von 25 mm für einfache Schnüre und einen solchen von 35 mm für doppelte Schnüre haben. Der Flanschdurchmesser muß 35 bzw. 45 mm sein. Die Zuleitungen zu den Armaturen von Bogenlampen u. dgl. dürfen nicht verdreht werden.

Schnurpendel sind bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde unzulässig.

4. Werden Steckdosen in Beleuchtungskörper eingebaut<sup>11)</sup>, so sollen die

---

Es gibt Kronen, bei denen die Abweisklemmen in einem als Ornament ausgebildeten kugelförmigen oder vasenförmigen Teil untergebracht sind, so daß sie durch eine abnehmbare Kappe zugänglich sind. Auch hier sind die Enden von Schnüren zu verlöten (§ 21<sup>2</sup>). Die Verbindungsstellen der Beleuchtungskörperdrähte sind gegen den Körper sorgfältig zu isolieren.

7) Die Aufhängevorrichtung soll die volle Drehung des Beleuchtungskörpers nicht zulassen. Auch soll sie nicht durch das Gewicht des Beleuchtungskörpers eine Formveränderung erleiden. Dadurch könnte eine mechanische Beanspruchung der Zuleitungen eintreten, für die sie nicht bestimmt sind. Es empfiehlt sich, die Zuleitungen durch Klemmen auf isolierender Unterlage mit den Beleuchtungskörperleitungen zu verbinden.

8) Die Forderung soll nicht die Anwendung wasserdichter Überglocken allein vorschreiben; da diese aber zum Schutz der inneren Metallteile gegen Witterungseinflüsse zweckmäßig sind, muß auf die Verhinderung des Eindringens von Wasser oder auf die Möglichkeit eines Abflusses geachtet werden.

9) Pendelschnüre NPL (§ 19 und V.I.L. § 12) enthalten eine Tragschnur, so daß das Gewicht der Fassung mit Schirm usw. nicht von den Leitungsadern allein aufgenommen wird. Es muß also für eine ordnungsgemäße Befestigung der Tragschnur an beiden Enden gesorgt werden. Dagegen wird nur eine Entlastung der Anschlußstellen gefordert, damit die Kontakte nicht gefährdet werden. In neuerer Zeit werden vielfach statt der Pendelschnur Gummischlauchleitungen mit gemeinsamer Gummihülle über beiden Adern NLH verwendet. Da diese Isolierung wertvoller als die der Type NPL ist, kann sie verwendet werden, wenn durch geeignete Klemmnippel oder dgl. die Zugentlastung der Anschlußstellen sichergestellt wird. Dabei ist darauf zu achten, daß durch die Klemmung nicht die Gefahr eines Durchdrückens der isolierenden Gummiader entsteht. Die Klemmvorrichtung soll daher aus Isolierstoff bestehen oder mit einem solchen zuverlässig ausgekleidet sein.

10) Posamentenleitungen sind Pendelschnüre, bei denen die mit Gummi umhüllte Litze nicht mit Baumwolle oder Glanzgarn, sondern mit dicken Seiden- oder Baumwollkordeln umflochten ist. (Dr. Apt: Isolierte Leitungen und Kabel, Erläuterungen zu den V.I.L.)

11) Von jeher war es üblich, wenn in einem Raume oder in genügender Nähe der Benutzungstelle eine Steckvorrichtung nicht installiert war, einen Schraubstöpsel in

zu ihnen führenden Leitungen einen Mindestquerschnitt von  $1 \text{ mm}^2$  aufweisen <sup>12)</sup>. Die Steckvorrichtungen sollen den Bestimmungen in § 13 entsprechen.

Steckdosen zum Einschrauben in Fassungen sollen tunlichst nicht verwendet werden <sup>13)</sup>.

### § 18.

#### Ortsveränderliche Beleuchtungskörper (Stehleuchter, Handleuchter).

a) Bei ortsveränderlichen Beleuchtungskörpern in Räumen mit erhöhter Berührungsfahr sind die Bestimmungen in § 3 c), 3<sup>2</sup> und 3 e) besonders zu beachten <sup>1)</sup>.

b) Für Stehleuchter, die nur in Wohnräumen und ähnlichen trockenen Räumen benutzt werden dürfen, gelten folgende Bestimmungen:

Wenn besondere Schalter am Lampenkörper verwendet werden <sup>2)</sup>, so müssen sie so eingebaut sein, daß sie mechanischen Beschädigungen nicht ausgesetzt sind.

Als Zuleitungsschnüre dürfen nur Gummiaderschnüre mit gemeinsamer Beflechtung für sämtliche Adern (Zimmerschnüre NSA) oder leichte Gummischlauchleitungen (NLH und NLHG) verwendet werden. Zum Einziehen in den Lampenkörper können Fassungsadern (NFA) benutzt werden. Die Verwendung von Fassungsadern als Zuleitung ist verboten <sup>3)</sup>.

die Fassung eines Beleuchtungskörpers zu schrauben, um so aus diesem den Strom für ortsveränderliche Geräte zu entnehmen. Dabei war es sogar möglich, die Glühlampe trotzdem zu betreiben, indem sie in eine an der eingeschraubten Steckvorrichtung angebrachte Fassung wieder eingesetzt wurde. Solange die Geräte Stehlampen oder Heizgeräte geringen Stromverbrauchs waren und deren Verbreitung noch mäßig war, wurde darüber hinweggesehen. Nachdem aber die anzuschließenden Geräte bis zu 1000 W gehen und die Beleuchtungskörper elektrischen und mechanischen (z. B. bei Plätteisen) Beanspruchungen ausgesetzt werden, für die sie nicht bestimmt sind, mußte damit begonnen werden, dem Mißbrauch, die Beleuchtungskörper als behelfsmäßige Steckvorrichtung zu verwenden, entgegenzutreten. Dazu kam, daß die Steckvorrichtungen zum Einschrauben in Fassungen nur sehr schwer mit den gleichen Schutzmaßnahmen herzustellen sind, wie sie für Wandsteckdosen nach den K.P.I./1928 gefordert werden (§ 13). Aber es spricht nichts dagegen, ordnungsgemäß hergestellte Steckdosen in die Beleuchtungskörper einzubauen, wenn die Zuleitungen von genügendem Querschnitt sind. Solche Körper mit eingebauten Steckvorrichtungen können vielfach über freistehenden Tischen am Platze sein, wenn nicht besser Hängesteckvorrichtungen verwendet werden.

<sup>12)</sup> Die Leitung kann aber als Fassungsader ausgeführt sein, wenn sie nicht als Zuleitung zu Beleuchtungskörpern dient.

<sup>13)</sup> Neben den hier erwähnten Steckdosen sind aus den unter <sup>11)</sup> gesagten Gründen ebenso Stöpsel zum Einschrauben in Fassungen zu verwerfen, an die die ortsveränderlichen Leitungen fest angeschlossen sind. Diese haben den weiteren Nachteil, daß die Leitungen beim Einschrauben verdreht werden.

§ 18. <sup>1)</sup> Siehe die Erläuterung <sup>2)</sup> zu § 17 a).

<sup>2)</sup> Die Verwendung von Schaltfassungen ist an Stehleuchtern zulässig. Erwünscht ist jedoch, möglichst bei allen Stehleuchtern besondere Schalter vorzusehen. Diese sind entweder oberhalb des Schirmes oder im Sockel des Stehleuchters einzubauen (Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehleuchtern). Aber auch hier muß der Knebel des Schalters aus Isolierstoff bestehen [§ 11 h)].

<sup>3)</sup> Siehe die Erläuterung <sup>3)</sup> zu § 17 b). Wenn man also im Innern eines Stehleuchters Fassungsader verwenden will, so muß an geeigneter Stelle ein Übergang auf die als Zuleitung zugelassene Leitungsart (§ 19, III) geschaffen werden. Hierbei müssen Klem-

Die Einführung der Schnur muß durch eine isolierende Buchse erfolgen, die im Lampenkörper durch Gegenmutter, Sprengring oder dgl. gesichert befestigt ist.

Anschlußschnüre müssen an den Anschlußstellen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

1. Werden Steckdosen in Stehleuchter eingebaut<sup>4)</sup>, so sollen die zu ihnen führenden Leitungen und die Zuleitungsschnur einen Mindestquerschnitt von 1 mm<sup>2</sup> aufweisen. Die Steckvorrichtungen sollen den Bestimmungen in § 13 entsprechen.

Steckdosen zum Einschrauben in Fassungen sollen tunlichst nicht verwendet werden.

c) Handleuchter<sup>5)</sup> (hierzu gehören auch Maschinenleuchter, Werk-tischleuchter<sup>6)</sup> und Backofenleuchter): Körper und Griff müssen aus Isolierstoff bestehen, der den im Betriebe auftretenden Beanspruchungen standhält<sup>7)</sup>. 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 Einführungstellen für die Leitungen müssen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen auch bei rauher Behandlung nicht zu befürchten ist. Die Verwendung von Werkstattschnüren NWK und Gummischlauchleitungen NMH muß möglich sein.

d) Schaltfassungen in Handleuchtern sind verboten; jedoch sind Schalter bis höchstens 250 V und für mindestens 6 A zulässig. Diese Schalter müssen den Vorschriften für Dosenschalter entsprechen und so im Körper oder Griff eingebaut sein, daß sie mechanischen Beschädigungen entzogen bleiben.

e) Jeder Handleuchter muß je nach dem Verwendungszweck mit Schutzkorb oder -glas oder mit beiden Vorrichtungen versehen sein. Schutzgehäuse,

---

men auf isolierender Unterlage angewendet werden, wobei die Entlastung der Anschlußstellen der Zuleitung am Stehleuchter gewährleistet sein soll. Zugelassen und einfacher in der Ausführung ist die Durchführung der Zuleitung durch den Körper des Stehleuchters hindurch bis in die Fassung.

4) Siehe Erläuterung 11), 12), 13) zu § 17<sup>4)</sup>. Es gibt auch Stehleuchter mit eingebauten Steckvorrichtungen, die sehr zweckmäßig sind, wenn die dabei vorkommenden Leitungsverzweigungen im Stehleuchter zuverlässig ausgeführt sind.

5) Prüflampen, wie sie von Elektromonteuren gebraucht werden, fallen nicht hierunter. Hierfür bestehen „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V“.

6) Werk-tischleuchter im Sinne dieser Vorschrift sind Handleuchtern ähnliche Gebilde, die als ortsveränderliche Beleuchtungskörper mit Schnur und Stecker verwendet werden und sich von Handleuchtern nur dadurch unterscheiden, daß sie mit ihrem Körper auf metallene Stützen aufgehängt, angeklemt oder so befestigt werden, daß sie auf den Arbeitsplatz gerichtet werden können und diesen gut beleuchten (K.P.I. 1928 G). Sie werden auch aus ihren Haltern genommen und zur Ableuchtung von Maschinen usw. benutzt. Dagegen sind hier festmontierte, unter ähnlichem Namen verbreitete Beleuchtungskörper nicht gemeint, auch wenn sie im ganzen oder mit ihrem eigentlichen Lampenträger in begrenztem Bereich beweglich gebaut sind. Derartige Gebilde entsprechen den früher üblichen Gelenkwandarmen und sind im Sinne des § 17 zu behandeln, gleichgültig, ob sie stehend auf der Werkbank oder hängend als Pendel oder an Laufschiene befestigt sind.

7) Holz ist als Isolierstoff nicht zulässig (K.P.I./1928, § 79).

Schutzkorb, Reflektor, Aufhängehaken, Tragbügel oder dgl. aus Metall müssen auf dem isolierenden Körper befestigt sein<sup>8)</sup>). Schutzgehäuse oder Schutzkorb u. dgl. müssen so am Körper befestigt sein, daß sie sich nicht selbsttätig lösen.

f) Handleuchter für feuchte und durchtränkte Räume sowie solche zur Beleuchtung in Kesseln müssen mit einem sicher befestigten Überglas und mit Schutzkorb versehen sein.

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

h) Für Handleuchter in Kesseln und ähnlich engen Räumen mit gut leitenden Bauteilen muß bei Wechselstrom die Betriebsspannung durch besondere, außerhalb des Kessels untergebrachte Transformatoren mit getrennten Wicklungen bis auf mindestens 42 V herabgesetzt werden<sup>9)</sup>).

2. Diese Herabsetzung der Spannung für Handleuchter empfiehlt sich auch in den anderen, in § 3<sup>2</sup> behandelten Fällen<sup>10)</sup>. Bei Gleichstrom sind Akkumulatorenlampen zu empfehlen<sup>11)</sup>).

i) Faßausleuchter dürfen nur mit Spannungen von höchstens 42 V betrieben werden; sie brauchen den Anforderungen für Handleuchter nicht zu genügen<sup>12)</sup>).

8) Der Haken kann am Schutzkorb sitzen, wenn dieser auf dem isolierenden Körper des Handleuchters befestigt ist.

9) Die Arbeit in betriebsmäßig eingebauten Kesseln gehört zu denen, die den Widerstand des Körpers des Benutzers der Handleuchter gegen Erde erheblich vermindern (Schweißbildung). Dazu kommt, daß der Standort des Benutzers gut leitend ist und ihn in gute Verbindung mit der Erde bringt. Da diese Verhältnisse häufig Unglücksfälle verursacht haben und auch gute Handleuchter starker Abnutzung unterworfen sind, verlangt man hier die Verwendung von Kleinspannung. Dabei darf aber der Transformator nicht etwa mit in den Kessel genommen werden, sondern soll außerhalb desselben möglichst fest angebracht sein. Der Stecker solcher Handleuchter muß gegen solche für normale Betriebsspannung unverwechselbar sein [§ 13c)]. Handleuchter und Zuleitung müssen für 250 V gebaut sein (§ 3<sup>2</sup>). Handleuchter in nicht betriebsmäßig eingebauten Kesseln sind nach Regel 2 zu behandeln.

10) Die Forderung § 18 h) ist nicht für alle gefährdeten Räume nach § 3<sup>2</sup> erhoben worden, da in manchen Betrieben die Verwendung verschiedener Spannungen auch organisatorische Schwierigkeiten mit sich bringt und so leicht andere neue Gefahren herbeigeführt werden können. Es soll daher der Prüfung im Einzelfall vorbehalten bleiben, wo die Verwendung von Kleinspannung für Handleuchter empfehlenswert ist.

11) Wenn auch bei Gleichstrom die Berührung spannungsführender Teile meist geringere Folgen nach sich zieht als bei Wechselstrom, so kann doch z. B. in betriebsmäßig eingebauten Kesseln die Verwendung normaler Spannungen in Handleuchtern bedenklich sein. Da aber eine Herabsetzung der Spannung hier nicht ohne weiteres möglich ist, die Verwendung anderer als elektrischer Lampen aber neue Gefahren nach sich zieht, ist die Lampe am Platze, die mit einem tragbaren Akkumulator zusammengebaut ist, dessen Aufladung in Gleichstromanlagen leicht bewirkt werden kann.

12) Zum Ausleuchten von Fässern sind Lampen nötig, die in die engen Spundlöcher eingeführt werden können und lange, dünne Stiele haben müssen. Sie lassen sich daher schwer in der für Handleuchter vorgesehenen Ausführung aus Isolierstoff herstellen. Auch Erdung, Nullung usw. sind schwer in zuverlässiger Ausführung und dauernd haltbar herzustellen. Man hat daher hier eine bestimmte Schutzmaßnahme vorgeschrieben. Die Erleichterung der Ausführung gegenüber Handleuchtern ist zugänglich, weil der Benutzer nicht den gleichen Gefahren wie in Kesseln ausgesetzt ist.

k) Christbaumbeleuchtungen müssen zur Verbindung mit der zugehörigen Wandsteckdose eine besondere Anschlußleitung [Gummiader-schnüre mit gemeinsamer Beflechtung für sämtliche Adern (runde Schnüre NSA) oder leichte Gummischlauchleitungen (NLH und NLHG)] erhalten.

Als Leitung innerhalb der Christbaumbeleuchtung sind mehrdrähtige Fassungsadern mit mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> Querschnitt zu verwenden.

Die der Berührung zugänglichen Teile der Fassungen müssen aus Isolierstoff bestehen.

Der Anschluß der Fassungsadern an die Fassungen muß durch Lötung oder Verschraubung erfolgen.

l) Ortsveränderliche Beleuchtungskörper sind für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde unzulässig [vgl. § 28g)].

## G. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

### § 19.

#### Leitungen (isolierte und umhüllte Leitungen, Bleikabel).

a) Isolierte Leitungen müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“, umhüllte Leitungen den „Vorschriften für umhüllte Leitungen“, Bleikabel den „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“ entsprechen<sup>1)</sup>.

Für isolierte Leitungen, die diesen Vorschriften entsprechen, wird durch die Prüfstelle des VDE ein Firmenkennfaden zugewiesen, der die Herstellerfirma erkennen läßt. Außerdem führen diese Leitungen den schwarzroten Kennfaden des VDE.

Papierbleikabel, die diesen Vorschriften entsprechen, müssen unter Blei einen Kennstreifen mit Firmenangabe des Herstellers und den Vermerk „V.S.K. 1928“ enthalten.

Die Einzeladern in Mehrfachleitungen und Mehrleiterkabeln müssen voneinander durch verschiedene Färbung unterscheidbar sein.

Die zur Kennzeichnung verwendeten Farben und deren Reihenfolge sind:

Bei isolierten Leitungen:

2 Adern: Hellgrau-Schwarz.

3 Adern: Hellgrau-Schwarz-Rot.

4 Adern: Hellgrau-Schwarz-Rot-Blau.

Wird eine der Adern als Nulleiter benutzt, so ist die hellgraue Ader dafür zu verwenden.

Bei Papierbleikabeln:

2 Adern: Rot-Weiß (naturfarben).

3 Adern: Rot-Weiß (naturfarben)-Blau.

4 Adern: Rot-Weiß (naturfarben)-Blau-Blauweiß.

Wird eine der Adern als Nulleiter benutzt, so ist dafür die „weiße“ (naturfarbene) Ader zu verwenden.

---

1) Durch die Vorschrift des § 19a) sind andere Leitungsarten als die in den Vorschriften angeführten verboten. Die in den Kriegsjahren zugelassenen Leitungen aus Zink und Eisen sind baldigst auszumerzen.

I. Man unterscheidet folgende Arten von isolierten Leitungen<sup>2)</sup>:

## I. Leitungen für feste Verlegung.

Gummiaderleitungen <sup>3)</sup> . . . . .	(NGA)
Gummiaderleitungen mit wetterfest getränkter Beflechtung . . . .	(NGAW)
Sondergummiaderleitungen . . . . .	(NSGA)
Rohrdrähte für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde zur erkennbaren Verlegung, die es ermöglicht, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu verfolgen <sup>4)</sup> . . . . .	(NRA)
Kabelähnliche Leitungen für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde [für Verlegung im Erdboden nicht zulässig] <sup>5)</sup>	
Rohrdrähte mit besonderer Umhüllung über dem Metallmantel . . . . .	(NRU)
Bleimantelleitungen zur festen Verlegung über Putz	
mit Faserstoffbeflechtung . . . . .	(NBU)
mit Eisenbandbewehrung . . . . .	(NBEU)
Panzeradern nur zur festen Verlegung . . . . .	(NPA)

## II. Leitungen für Beleuchtungskörper.

Fassungsadern zur Installation nur in und an Beleuchtungskörpern (als Zuleitung nicht zulässig) . . . . .	(NFA)
Pendelschnüre zur Installation von Schnurpendeln und Schnurzugpendeln . . . . .	(NPL)
<b>X</b>   In B. u. T. sind Fassungsadern und Pendelschnüre unzulässig.	

2) Die Beschaffenheit der einzelnen Leitungsarten ist in den V.I.L. geregelt. (Siehe auch Dr. R. Apt: Isolierte Leitungen und Kabel, Erläuterungen zu den V.I.L.) § 19 gibt nur eine Übersicht über die gebräuchlichen Sorten und ihre Verwendungsgebiete. An Stelle der einzelnen angeführten Leitungsarten ist stets auch eine besser geschützte Sorte zulässig, z. B. Sondergummiader an Stelle der Gummiader, Gummiader oder wetterfeste Leitung an Stelle des blanken Drahtes. Leitungen zum Aufbau von Maschinen, Transformatoren und Apparaten, sogenannte Wickeldrähte, unterliegen Bedingungen, die zu verschiedenartig sind, als daß ihnen mit den vorliegenden Vorschriften Rechnung getragen werden könnte. Die Grundsätze für die Beurteilung von Maschinen sind in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1930“ niedergelegt. Aus ihnen können auch Anhaltspunkte für die verwendbaren Drahtsorten entnommen werden.

3) Gummiaderleitungen werden für Spannungen bis 750 V hergestellt.

4) Im Gegensatz zu Gummiaderleitungen sind Rohrdrähte ebenso wie kabelähnliche Leitungen nur bis 250 V zulässig. Hier sind die Adern durch den sie fest umschließenden Metallmantel und die bei Biegungen auftretenden Pressungen besonders starken elektrischen Beanspruchungen ausgesetzt. (Dr. Apt: Isolierte Leitungen und Kabel, Erläuterungen zu den V.I.L.) Rohrdrähte dürfen nicht glatt in die Wand eingeputzt oder eingepipst werden. Doch ist es erlaubt, sie auf kurze Strecken so in Rillen zu legen, daß sie nicht mit Gips oder Mörtel überdeckt werden und daß ihr Verlauf auch nach dem Überkleben mit Tapete ebenso wie bei den auf der Wand offen oder unter Tapete verlegten Strecken erkennbar bleibt.

5) Unter dem Begriff „Kabelähnliche Leitungen“ sind diejenigen Leitungsarten zusammengefaßt, welche in ihrem innern Aufbau den Gummischlauchleitungen entsprechen, aber eine metallene Umkleidung haben, die ihrerseits durch eine äußere Umhüllung gegen chemische Angriffe und gegen Berührungsgefahr geschützt ist. Die Type NRU hat einen gefalzten Blechmantel aus verbleitem oder aluminiumplattiertem Eisen, während die Typen NBU und NBEU einen nahtlosen Bleimantel besitzen. Letztere hat außerdem eine Eisenbandbewehrung unter der äußeren Umhüllung. In der Regel werden alle kabelähnlichen Leitungen als Mehrfachleiter verwendet, doch sind bei der Type NRU auch Einfachleiter zugelassen, wobei der unter dem Blechmantel liegende Beidraht als Nulleiter verwendet wird [§ 21 b)].

### III. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher.

- Gummiaderschnüre mit gemeinsamer Beflechtung für sämtliche Adern [Zimmerschnüre]<sup>6)</sup> für geringe mechanische Beanspruchung in trockenen Wohnräumen . . . . . (NSA)
- Werkstattschnüre für mittlere mechanische Beanspruchung in Werkstätten und Wirtschaftsräumen . . . . . (NWK)
- Gummischlauchleitungen:
- Leichte Ausführung zum Anschluß von Tischlampen und leichten Zimmergeräten (Bügeleisen, Heizkissen, Heißluftgeräten, Tischfächern usw.) für geringe mechanische Beanspruchung
- ohne äußere Beflechtung . . . . . (NLH)
- mit äußerer Beflechtung . . . . . (NLHG)
- Mittlere Ausführung zum Anschluß von Küchen- und kleinen Werkstattgeräten (größeren Wasserkochern, Heizplatten, Handbohrmaschinen, Handleuchtern usw.) für mittlere mechanische Beanspruchungen . . . . . (NMM)
- Starke Ausführung für besonders hohe mechanische Anforderungen (schwere Werkzeuge, fahrbare Motoren, landwirtschaftliche Geräte usw.) . . . . . (NSH)
- Sonderschnüre für rauhe Betriebe in Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft . . . . . (NSGK)
- Sonderschnüre für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde (Hochspannungsschnüre) . . . . . (NHSGK)
- Biegsame Theaterleitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Beleuchtungskörper
- Soffittenleitungen . . . . . (NTK)
- Versatzleitungen . . . . . (NTSK)
- Leitungstrossen für besonders hohe mechanische Anforderungen . . . . . (NT)

### IV. Bleikabel.

- Gummibleikabel.
- Normale Gummibleikabel.
- Gummibleikabel für Reklamebeleuchtung.
- Papierbleikabel.
- Einleiter-Gleichstrombleikabel.
- Einleiter-Wechselstrombleikabel.
- Verseilte Mehrleiterbleikabel.
2. Umhüllte Leitungen gelten nicht als isolierte Leitungen<sup>7)</sup>. Man unterscheidet folgende Arten von umhüllten Leitungen:
- Wetterfeste Leitungen . . . . . (LW und PLW)
- Nulleiterdrähte (hellgraue Umhüllung) . . . . . (NL)
- Nulleiter für Verlegung im Erdboden . . . . . (NE und NBE)

6) Hierdurch wird die Verwendung verseilter Schnüre unzulässig, wenn nicht im Einzelfall besondere Gründe ihre Verwendung rechtfertigen (§ 1<sup>4</sup>). Doch ist als Übergangszeit die Verwendung verseilter Schnüre allgemein bis zum 31. 12. 1930 zugelassen (V.I.L.). Die Erfahrungen mit verseilten Schnüren haben gezeigt, daß sie leicht zur Schlaufenbildung neigen, leicht in Unordnung geraten und bei starker Benutzung beschädigt werden. Runde Zimmerschnüre haben sich besser bewährt. Jedoch sollte auch hiervon nur da Gebrauch gemacht werden, wo sich die Verwendung der leichten Gummischlauchleitung NLH nicht durchführen läßt. Dem weniger schönen Aussehen dieser Leitungen steht eine wesentlich größere Haltbarkeit und Zuverlässigkeit gegenüber.

7) Die umhüllten Leitungen werden an Stelle blanker Leitungen dort verwendet, wo ein Schutz gegen chemische Angriffe oder gegen die Wirkung der Witterung erwünscht ist. Umhüllte Leitungen müssen beim Verlegen wie blanke Leitungen behandelt werden.

## § 20.

Bemessung der Leitungen<sup>1)</sup>.

a) Elektrische Leitungen sind so zu bemessen, daß sie bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen genügende mechanische Festigkeit haben<sup>2)</sup> und keine unzulässigen Erwärmungen annehmen können [vgl. § 2q].<sup>3)</sup>

1. Bei Dauerbetrieb<sup>4)</sup> dürfen isolierte Leitungen und Schnüre aus Leitungskupfer<sup>5)</sup> mit den in der nachstehenden Tafel, Spalte 2, verzeichneten Stromstärken belastet werden<sup>6)</sup>.

1) Die Bemessung der Leitungen ist nicht ausschließlich durch die Strombelastung bedingt. Die Verhältnisse der Umgebung, wie ungünstige Abkühlungsverhältnisse, Berücksichtigung des Spannungsabfalles und Energieverlustes oder andere Umstände können eine stärkere Bemessung erfordern; die Art der Stromverbraucher oder ihres Betriebes (Motoren mit aussetzender oder stark wechselnder Belastung), die Größe und Gestaltung des Leitungsquerschnittes, sowie die benutzten Hilfsmittel (Selbstausschalter) können eine geringere Bemessung zulässig erscheinen lassen, daher mußte die Vorschrift im § 20 eine allgemeine Fassung erhalten, während das, was für die gewöhnlichen Fälle als gebotene Ausführung erscheint, in den Regeln angeführt ist, von denen nur dann abgewichen werden soll, wenn zureichende Gründe dafür vorliegen.

2) Die mechanische Festigkeit der Leitungen ist zur Vermeidung von Feuer- und Unfallgefahr von Wichtigkeit. Die erforderliche Festigkeit hängt sowohl von der Art und Größe der Gefahr mechanischer Beanspruchung ab, denen die Leitungen ausgesetzt sind, wie von den verwendeten Schutzvorkehrungen.

3) Wann eine Erwärmung unzulässig ist, hängt von der Lage des Einzelfalles ab. Handelt es sich um völlig feuersichere Umgebung und ist für die Festigkeit der Leitung keine Gefahr zu befürchten, so können z. B. Freileitungen (§ 2) über das bei Hausinstallationen Übliche hinaus erwärmt werden, wie andererseits Drähte innerhalb von Apparaten und Geräten je nach ihrem Zweck auch höhere Temperaturen annehmen können. Ist die Umgebung feuergefährlich, so muß wiederum besondere Beschränkung der zulässigen Temperatur Platz greifen. Die Gummiisolierung, mit der die isolierten Drähte umhüllt sind, leidet Schaden, wenn sie längere Zeit hindurch übermäßig erwärmt wird (ETZ 1927, S. 65).

4) Über Betriebsarten siehe § 2q.

5) Unter Leitungskupfer ist gemäß Kupfornormen ein solches zu verstehen, das für 1 km Länge und 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt bei 20° C keinen höheren Widerstand als 17,84 Ohm hat.

6) Über die der Tabelle zugrunde liegenden Überlegungen siehe Passavant: ETZ 1907, S. 499. Die in der zweiten Spalte benannte dauernd zulässige Stromstärke entspricht einer Temperaturerhöhung von 20° C über die Umgebung, indem angenommen ist, daß eine Grenztemperatur von 50° C wegen der unter 3) erwähnten Schädigung der Gummihülle nicht überschritten werden soll und daß die Raumtemperatur nicht höher als 30° C ist, was unter gewöhnlichen Verhältnissen sicher zutrifft. Diese Belastungen können tatsächlich ausgenutzt werden, wenn z. B. durch scharf einstellbare Selbstschalter jede Überschreitung verhindert wird. Sollen häufige Stromunterbrechungen vermieden werden und nur im Notfall eintreten, wie es bei Benutzung von Schmelzsicherungen der Regel nach beabsichtigt ist, so sind die Zahlen der dritten Spalte zu benutzen. Die geschlossenen Sicherungen werden nämlich so gebaut, daß sie je nach dem Nennstrom den 1,3- bis 1,5-fachen Nennstrom eine Stunde lang aushalten. Der maximale Prüfstrom, bei dem sie sicher abschmelzen müssen, beträgt bei geschlossenen Sicherungen das 1,6- bis 2,1-fache des Nennstromes. Dadurch ist kleineren und zeitlich begrenzten Stromschwankungen Rechnung getragen.

Die auf den Quadratmillimeter des Querschnittes zugelassene Stromstärke nimmt, wie aus der Tabelle ersichtlich, mit zunehmender Drahtstärke ab.

Für blanke Kupferleitungen bis 50 mm<sup>2</sup>, die dauernd belastet sind, gelten gleichfalls die Werte der Tafel (Spalten 2 und 3). Auf blanke Kupferleitungen über 50 mm<sup>2</sup> 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 den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen (vgl. Regel 2). Bei Aufzügen innerhalb von Gebäuden sind die Leitungen so zu verlegen, daß im Falle ihrer Erhitzung keine Feuersgefahr für die Umgebung entsteht [vgl. § 141]).

Für die Belastung von Bleikabeln gelten die in den „Vorschriften für Bleikabeln in Starkstromanlagen V.S.K.“ enthaltenen Bestimmungen<sup>7)</sup>.

2. Bei aussetzendem Betriebe gelten im allgemeinen als zulässige Strombelastungen die Werte in Spalte 4. Diese sind für Leitungen von 10 mm<sup>2</sup> 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

7) § 11 der V.S.K. lautet:

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

Liegen mehrere Kabel in demselben Graben nebeneinander, so sind die Werte der Belastungstafel 8 nach Tafel 9 zu vermindern, die für den üblichen lichten Abstand der Kabel in Ziegelsteinstärke errechnet ist.

Gesondert verlegte Mittelleiter bleiben hierbei unberücksichtigt.

Bei Verlegung von Kabeln in Luft ist es empfehlenswert, die Kabel nur mit 75% der in Tafel 8 angegebenen Werte zu belasten. Bei Verlegung in Kanälen oder in Rohren ist eine weitere 10prozentige Verminderung am Platze. Bei Anhäufung mehrerer Kabel in Kanälen oder Rohrblöcken sind außerdem die Verminderungen nach Tafel 9 vorzunehmen.

Bei aussetzendem Betrieb gilt § 20 der Errichtungsvorschriften. Sind mehrere Kabel in demselben Graben in mehreren Lagen übereinander verlegt, so müssen die zulässigen Belastungsstromstärken von Fall zu Fall festgestellt werden.“

Tafel 8. Belastungstafel für Papierbleikabel bis 1000 V bei Verlegung im Erdboden.

Höchste dauernd zulässige Stromstärke in A	Querschnitt im mm <sup>2</sup>																
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Einleiter . .	31	41	55	70	95	130	170	210	360	320	385	450	510	575	670	760	910
Zweileiter, verseilt . .	25	34	44	55	75	100	130	155	195	235	280	320	365	410	475	535	640
Dreileiter, verseilt . .	22	30	38	49	67	90	113	138	170	206	246	285	325	370	430	485	580
Vierleiter, verseilt . .	20	26	35	45	60	80	105	125	155	190	225	255	295	335	390	435	—

Tafel 9. Verminderung der Belastung nach Tafel 8.

bei	2	4	6	8 Kabeln
auf	90	80	75	70% obiger Belastung

überschreiten<sup>8)</sup>. Bedingt die häufige Beschleunigung größerer Massen bei Bemessung des Motors einen Zuschlag zur Beharrungsleistung, so ist dementsprechend der Leitungsquerschnitt zu vergrößern.

1	2	3	4
Querschnitt mm <sup>2</sup>	Dauerbetrieb		Aussetzender Betrieb
	Höchstzulässige Stromstärke A	Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung <sup>9)</sup> A	Höchstzulässige Stromstärke A
0,75	9	6	9
1	11	6	11
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	—

8) 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 Vollaststrom der Spalte 4 der notwendige Querschnitt der Leitung aus Spalte 1 zu entnehmen. Nach diesem Querschnitt wird die Stärke der Sicherung gemäß Regel 2 Abs. 2 und die Einstellung der Selbstschalter gemäß Abs. 3 bestimmt.

Überschreitet die relative Einschaltdauer den Betrag von 40%, so sind besondere Überlegungen anzustellen und die Querschnitte entsprechend zu verstärken. (Siehe Dr. R. Apt: Isolierte Leitungen und Kabel, Erläuterungen zu den V.I.L.).

9) Hier sind unter Schmelzsicherungen offene Schmelzeinsätze und geschlossene Schmelzeinsätze nach den K.P.I. 1928 verstanden. Auch können Installations-Selbstschalter bis 25 A gemäß den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter“ unter Verwendung entsprechender Hauptsicherungen benutzt werden.

Bei aussetzenden Motorbetrieben darf die Nennstromstärke der Sicherungen höchstens das 1,5-fache der Werte in Spalte 4 betragen.

Bei Selbstschaltern für aussetzende Motorbetriebe darf der Auslösestrom von Selbstschaltern ohne Verzögerung das 3-fache der Werte in Spalte 4 betragen. Bei Selbstschaltern mit verzögerter elektromagnetischer Auslösung soll die Auslösevorrichtung bei höchstens 1,6-fachem Motornennstrom zu arbeiten beginnen und, ohne auszulösen, auf die Anfangstellung zurückgehen, wenn innerhalb zwei Drittel der Auslösezeit der Strom auf seinen Nennwert zurückgeht.

3. 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.

4. Der Mindestquerschnitt für Kupferleitungen beträgt:

für Leitungen an und in Beleuchtungskörpern . . . . .	0,75 mm <sup>2</sup>
für Pendelschnüre, runde Zimmerschnüre sowie leichte und mittlere Gummischlauchleitungen . . . . .	0,75 „
für andere ortsveränderliche Leitungen . . . . .	1 „
für festverlegte isolierte Leitungen und für festverlegte umhüllte Leitungen sowie für Bleikabel . . . . .	1,5 „
für festverlegte isolierte Leitungen in Gebäuden und im Freien, bei denen der Abstand der Befestigungspunkte mehr als 1 m beträgt	4 „
für blanke Leitungen bei Verlegung in Rohr . . . . .	1,5 „
für blanke Leitungen in Gebäuden und im Freien . . . . .	4 „
für Freileitungen mit Spannweiten bis zu 35 m . . . . .	6 „
für Freileitungen in allen anderen Fällen . . . . .	10 „

5. 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 entsprechen.

## § 21.

### Allgemeines über Leitungsverlegung.

a) Festverlegte Leitungen<sup>1)</sup> müssen durch ihre Lage oder durch besondere Verkleidung vor mechanischer Beschädigung<sup>2)</sup> geschützt sein; soweit

Über verzögerte Sicherungen und Installations-Selbstschalter anderer Charakteristik, welche sich der Erwärmungskurve der Leitungen genauer anpassen, sind Zusatzbestimmungen in Vorbereitung, die voraussichtlich eine bessere Ausnutzung, d. h. eine höhere Entnahme gestatten, als sie dem Nennstrom der Sicherungen obiger Tabelle entspricht und den Zahlen der Tabelle in Spalte 2 nahekommt.

1) Festverlegte Leitungen im Gegensatz zu ortsveränderlichen (siehe § 21 n) können offen auf Isolierkörpern wie Isolatoren, Klemmen, Rollen, wie auch in Rohr, als Rohrdraht, kabelähnliche Leitung, Bleikabel usw. verlegt werden. Offene Verlegung setzt in der Regel den Schutz gegen Beschädigung durch die Lage der Leitungen an den Decken, hohen Wänden u. dgl. voraus. Die besondere Verkleidung beschränkt sich dann meist auf gefährdete Teilstrecken.

2) Wo die Gefahr einer mechanischen Beschädigung vorliegt, kann nicht allgemein angegeben werden. Dies richtet sich vielmehr nach der Benutzungsart der Örtlichkeit. Außer Reichweite ist die Gefahr im allgemeinen geringer, wenn es sich nicht um Räume handelt, in denen z. B. häufig mit sperrigen Gegenständen hantiert wird. In der Nähe des Bodens ist die Gefahr im allgemeinen größer, insbesondere bei Deckendurchgängen. Aber neben dieser allgemeinen Einteilung ändert sich die Größe der Gefahr auch mit der Schwere der evtl. mechanischen Beanspruchung. In einer Durchfahrt, wo Fuhrwerke

sie unter Spannung gegen Erde stehen, ist im Handbereich <sup>3)</sup> stets eine besondere Verkleidung zum Schutz gegen mechanische Beschädigung erforderlich [Ausnahmen siehe §§ 28d) und g) sowie 30a)].

1. Mechanisch widerstandsfähige Rohre (siehe § 26) gelten als Schutzverkleidung <sup>4)</sup>.

Bei Bleikabeln, Rohrdrähten und kabelähnlichen Leitungen gilt im allgemeinen die Metallhülle als Schutzverkleidung; nur an besonders gefährdeten Stellen ist für einen zusätzlichen Schutz zu sorgen (z. B. bewehrte Bleikabel und bewehrte Bleimantelleitungen).

✕ | In B. u. T. sollen metallene Schutzverkleidungen geerdet werden. |

b) Metallene Rohre dürfen nicht als Rückleitung benutzt werden <sup>5)</sup>. Werden sie zur Erdung, Nullung oder Schutzschaltung benutzt, so muß für gutleitende Verbindung der Rohre, dgl. für Anschluß an die Erdungsleitung Sorge getragen werden.

Die Metallhüllen der Rohrdrähte und kabelähnlichen Leitungen dürfen nicht als alleinige Rückleitung, Erdungs-, Nullungs- oder Schutzleitung verwendet werden <sup>6)</sup>.

Sind Rohrdrähte und kabelähnliche Leitungen mit einem unmittelbar unter dem Mantel angeordneten und mit diesem leitend verbundenen blanken Draht (Beidraht) versehen, so kann dieser zur Erdung, Nullung oder Schutzschaltung, bei Rohrdrähten auch als Rückleitung <sup>7)</sup>, benutzt werden. Metal-

verkehren, können schwerere Beschädigungen eintreten als in einer sonst gleichen Betriebsstätte. An einem Straßenbeleuchtungsmast kann die Gefahr auf der Seite der Fahrstraße erheblich größer sein als auf den 3 anderen Seiten. Daher wird in Vorschrift a) lediglich im Handbereich stets eine Schutzverkleidung gefordert, auch wenn es sich um an sich elektrisch isolierte Leitungen zum Beispiel NGA-Leitungen handelt.

3) Als Handbereich wird im allgemeinen eine Höhe von 2,5 m über dem Standort der Person angesehen, doch sind auch seitliche Berührungsmöglichkeiten, z. B. auf Treppen zu beachten.

4) Hier sind also die üblichen Papierrohre mit gefalztem Blechmantel als ausreichend anzusehen, wenn keine besonderen Gefahren größere Anforderungen stellen. Diesen Rohren ist die Metallhülle von Rohrdrähten, Bleimantelleitungen und Bleikabeln gleichzuachten. Handelt es sich um Stellen, an denen der gefaltete Blechmantel der Rohre oder Rohrdrähte bzw. der Bleimantel nicht mehr als ausreichend angesehen werden kann, so kann die Eisenbandarmierung der Bleimantelleitungen und Bleikabel als verstärkter Schutz betrachtet werden. Aber auch dieses wird an manchen Stellen nicht genügen, und es sind starkwandige Stahlrohre, Stahlpanzerrohre oder Gasrohre am Platze, die unter Umständen nur für die gerade gefährdete Stelle angebracht werden, z. B. kurze Schutzrohre als Deckendurchführung über dem Fußboden (siehe § 24<sup>1</sup>).

5) Die Rohre, gleichgültig ob sie zusammengesteckt oder verschraubt sind, als stromführende Leitung zu benutzen, wird nicht mehr als erforderlich angesehen und ist daher nicht mehr zulässig. Die zahlreichen, hintereinandergeschalteten Verbindungsstellen, deren Stromübergang schwer zu kontrollieren ist, ergaben unnötige Fehlerquellen. Als Schutzleitung sind sie zugelassen, weil sie selbst vielfach dieses Schutzes bedürfen. Die Forderung der gut leitenden Verbindung ist jedoch nicht immer leicht zu erfüllen und dauernd aufrechtzuerhalten.

6) Daß die Mäntel dieser Leitungen nicht als alleinige Rückleitung benutzt werden sollen, entspricht der gleichartigen Forderung im ersten Absatz [siehe 5)]. Sie ist hier leicht zu erfüllen, wenn die üblichen Ausführungen verwendet werden, die einen Beidraht unter dem Metallmantel besitzen.

7) Daß die Benutzung des Beidrahtes und damit des Metallmantels als Rückleitung auf Rohrdrähte einschl. derjenigen mit äußerer Umhüllung (NRA und NRU) beschränkt

lene Verbindungstücke oder Gehäuse müssen an diesen Beidraht angeschlossen werden können.

Zur Verbindung der Schutzleitungen sind an den Abzweig- und Verbindungsdosen Klemmen vorzusehen, auch wenn die Gehäuse aus Isolierstoff bestehen<sup>8)</sup>.

c) Ungeerdete blanke Leitungen dürfen nur auf zuverlässigen Isolierkörpern verlegt werden<sup>9)</sup>.

✂ In B. u. T. sind sie nur als Fahrleitung und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen zulässig.

d) Ungeerdete blanke Leitungen, mit Ausnahme unausschaltbarer gleichpoliger Parallelzweige, müssen in einem der Spannweite, Drahtstärke und Spannung angemessenen Abstand voneinander und von Gebäudeteilen, Eisenkonstruktionen u. dgl. entfernt sein.

2. Ungeerdete blanke Leitungen, mit Ausnahme unausschaltbarer Parallelzweige, sollen in der Regel bei Spannweiten von mehr als 6 m mindestens 20 cm, bei Spannweiten von 4 ... 6 m mindestens 15 cm, bei Spannweiten von 2 ... 4 m mindestens 10 cm und bei kleineren Spannweiten mindestens 5 cm voneinander, in allen Fällen aber mindestens 5 cm von der Wand oder von Gebäudeteilen entfernt sein (siehe § 31<sup>2)</sup>).

3. Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln und auf Schalttafeln, ferner bei Zellenschalterleitungen und bei parallel geführten Speise-, Steig-, Verteilungsleitungen dürfen starke Kupferschienen sowie starke Kupferdrähte in kleineren Abständen voneinander verlegt werden<sup>10)</sup>. Kleinere Abstände zwischen den Leitungen sind nur zulässig, wenn sie durch geeignete Isolierkörper gewährleistet sind, die nicht mehr als 1 m voneinander entfernt sind.

e) Isolierte Leitungen ohne metallene Schutzhülle (Gummiaderleitungen nach § 19 I) dürfen entweder offen auf geeigneten Isolierkörpern<sup>11)</sup> oder in

ist, beruht darauf, daß bei den Leitungstypen mit Bleimantel (NBU und NBEU) der Querschnitt des Beidrahtes nur 1 mm<sup>2</sup> sein kann. Ein stärkerer Beidraht würde hier wegen des Bleimantels Schwierigkeiten mit sich bringen. Da aber bei Rohrdrähten dieser Beidraht einen Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> besitzt, kann er z. B. bei eindriger Ausführung als geerdete Rückleitung benutzt werden.

8) Die Forderung, daß in den Dosen Klemmen für den Schutzdraht vorhanden sein sollen, auch wenn die Dosen selbst dieses Schutzes nicht bedürfen, hat seinen Grund darin, daß die ordnungsgemäße Durchführung von Schutzleitersystemen auch im Falle späterer Nachinstallation schutzbedürftiger Anlageteile möglich sein soll.

9) Spannungsführende, nicht isolierte Leitungen — als solche sind auch umhüllte Leitungen anzusehen [§ 19, Erläuterung 7)] — bedürfen natürlich einer vollwertigen Isolierung, in der Regel aus Porzellan. Isolierrohre aus imprägniertem Papier (§ 26) genügen nicht.

10) Was unter starken Kupferschienen und Drähten zu verstehen ist, wird nicht zahlenmäßig angegeben. Bei der Beurteilung genügender Steifigkeit ist zu beachten, daß die elektrodynamische Anziehung und Abstoßung bei hohen Stromstärken Ausbiegungen der Leitungsschienen und infolgedessen gegenseitige Berührung bewirken kann. Sind die Leitungen nicht selbst genügend straff, so sind in solchen Fällen trennende Isolierkörper in geeigneten Abständen zwischen den Leitungen anzuordnen, die unter Umständen von den Leitungen selbst getragen werden können.

11) Obgleich isolierte Leitungen in elektrischer Hinsicht allein genügen, verlangt man die Verlegung auf Isolierkörpern oder in Rohren, trotzdem letztere keine Isolierkörper zu sein brauchen und in der Regel aus Metall bestehen. Die offene Verlegung, auch isolierter Leitungen, soll nicht unmittelbar auf der Wand oder gar in der Wand erfolgen,

Rohren verlegt werden. Die feste Verlegung von ungeschützten Mehrfachleitungen (Zimmerschnüre, Werkstattnschnüre, Gummischlauchleitungen und Sonderschnüre) ist unzulässig<sup>12)</sup>.

✕ | 4. In B. u. T. können Gummischlauchleitungen mittlerer (NMH) und |  
 | starker Ausführung (NSH) auch zur festen Verlegung verwendet werden<sup>13)</sup>. |  
 5. Leitungen sollen in der Regel so verlegt werden, daß sie ausgewechselt  
 werden können [siehe § 26<sup>2)</sup>].<sup>14)</sup>

6. Isolierte offen verlegte Leitungen sollen im Freien mindestens 2 cm, in Gebäuden mindestens 1 cm von der Wand entfernt gehalten werden.

✕ | In B. u. T. soll der Abstand mindestens 2 cm von Stößen, Firsten u. dgl. |  
 | betragen.

f) Panzerader ist nur für feste Verlegung zulässig<sup>15)</sup>; sie muß gegen chemische und nach den örtlichen Verhältnissen auch gegen mechanische Angriffe geschützt sein.

7. Im Freien an maschinellen Aufbauten und Apparaten, die ständiger Überwachung unterstehen (wie Krane, Schiebebühnen usw.), können Panzeradern, deren Schutzhülle gegen chemische und atmosphärische Angriffe gesichert ist, oder kabelähnliche Leitungen unmittelbar auf Wänden, Maschinenteilen u. dgl. mit Schellen befestigt werden<sup>16)</sup>.

g) Spannung führende Leitungen, die unmittelbar in die Erde verlegt werden, müssen als Bleikabel ausgeführt werden<sup>17)</sup>.

weil die Isolierung dann durch mechanische sowie chemische Angriffe, durch Ablagerung von Fremdkörpern, Staub u. dgl. gefährdet ist. Ebenso wenig dürfen isolierte Leitungen einfach in den sogenannten Fehlboden, d. h. hinter den Plafond oder unter den Fußboden in den Hohlraum der Balkenlagen gelegt werden.

12) Früher war es üblich, Zimmerschnüre auf kleinen Porzellanrollen zu führen. Diese Installation hat sich als unzuverlässig erwiesen; sie ist allgemein verlassen und entbehrlich. Im Gegensatz zu den ungeschützten Mehrfachleitungen stehen die geschützten, nämlich Rohrdraht, kabelähnliche Leitungen und Panzeradern.

13) In B. u. T. ist die feste Verlegung auf geeigneten Haken oder dgl. für Gummischlauchleitungen mitunter zweckmäßig. Für andere Fälle hat man sie nicht zugelassen, da geeignete Befestigungsmittel für die sehr biegsamen Leitungen nicht vorhanden und schwer zu erstellen sind, und weil genügend geschützte, besser geeignete Mehrfachleitungen zur Verfügung stehen.

14) Das unmittelbare Einlegen in Mauerwerk, auch geschützter Mehrfachleitungen, ist nicht zulässig, da bei Reparaturen das Aufstemmen des Mauerwerkes eine unzulässige Erschwerung darstellt [siehe auch § 19, Erl. 4)]. Dagegen hat man für Wand- und Deckendurchgänge eine Ausnahme gemacht (§ 24<sup>1)</sup>). Auch blanke, geerdete Leitungen sollen nicht unmittelbar eingemauert werden, da sie ebenfalls auswechselbar und gegen Angriffe geschützt sein müssen.

15) Panzeradern haben eine außenliegende Beklöppelung aus einzelnen Schutzdrähten. Bei Verwendung als bewegliche Leitungen brechen leicht einzelne Drähte, deren Enden dann die Gummiader durchdringen und so die äußere Umklöppelung unter Spannung setzen können. Auch andere Arten metallener Umhüllung sind aus dem gleichen Grunde zu verwerfen [siehe auch § 31 d)].

16) Siehe auch § 23<sup>2)</sup>.

17) Es gilt auch als „unmittelbar“, wenn Leitungen in Rohre eingezogen werden; denn weder Gummiaderleitungen noch kabelähnliche Leitungen können in Rohren, die in die Erde eingelegt sind, auf die Dauer genügen. Dagegen wäre die Verlegung in behabaren Kanälen auch für isolierte Leitungen zulässig, wenn sie so gelagert und geführt werden, wie es in anderen Räumen vorgeschrieben ist. „In die Erde verlegt“ ist nicht gleichbedeutend mit „im Fußboden von Gebäuden verlegt“.

Geerdete Leitungen können unmittelbar an Gebäuden befestigt oder in die Erde verlegt werden. Eine Beschädigung der Leitungen durch die Befestigungsmittel oder äußere Einwirkung ist zu verhüten<sup>18)</sup>.

8. Teile einer geerdeten Betriebsleitung sollen nicht durch den Erdkörper allein ersetzt werden<sup>19)</sup>.

h) Bei Leitungen oder Bleikabeln für Ein- und Mehrphasenstrom, die isenunhüllt oder durch Eisenrohre geschützt sind, müssen sämtliche zu einem Stromsystem gehörenden Leitungen in der gleichen Eisenhülle erhalten sein, wenn bei Einzelverlegung eine bedenkliche Erwärmung der Eisenhüllen zu befürchten ist<sup>20)</sup>.

---

18) Geerdete Leitungen, sowohl diejenigen als Nulleiter von Dreileiter- oder Drehstromsystemen, wie solche als Schutzleiter gemäß § 3 müssen nicht nur ebensogut wie andere Leitungen, sondern womöglich noch sorgfältiger vor Verletzung geschützt werden als jene; denn eine Unterbrechung des geerdeten Leiters kann in den übrigen eine bedenkliche Erhöhung der Spannung zur Folge haben. Diese Leitungen dürfen nicht unmittelbar in Putz oder Mauerwerk, sondern sollen stets so verlegt werden, daß sie nachgesehen und ausgewechselt werden können.

Namentlich ist zu berücksichtigen, daß in größerer Entfernung von der absichtlich hergestellten Erdverbindung auch in dem an Erde gelegten Zweig eine merkliche Potentialdifferenz gegen Erde auftreten kann infolge des durch die Belastung bedingten Spannungsverlustes. Diese wird unter Umständen imstande sein, an Stellen mangelhafter oder wechselnder Berührung mit der Erde (Gas- oder Wasserleitungen) Funkenbildung zu veranlassen. Daher dürfen die geerdeten Leitungen in feuergefährdeten Räumen nach § 34 b) nicht blank sein. Noch bedenklicher sind die elektrolytischen Zerstörungen, die bei fortgesetztem Stromübergang aus einem der blanken Leiter auf benachbarte Metallteile unter Vermittlung von feuchtem Holz oder feuchtem Mauerwerk eintreten können. Es empfiehlt sich daher, an allen Stellen, wo ein Stromübergang von dem blanken geerdeten Draht nach der Erde auf Seitenwegen möglich ist, eine gut leitende metallene Erdverbindung herzustellen, an denjenigen Punkten aber, wo eine derartige leitende Verbindung nicht geschaffen werden soll, die Ausbildung unbeabsichtigter Ableitungsströme durch zwischengelegte Isolierstoffe zu verhindern. Der Anschluß der geerdeten Leiter an Gasleitungsrohre wird im allgemeinen nicht empfohlen werden können, weil deren Leitfähigkeit namentlich an den Stoßstellen nicht verbürgt ist. Vgl. Leitsätze betr. Anfrassungsgefährdung des blanken Nulleiters von Gleichstrom-Dreileiteranlagen. ETZ 1923, S. 329, 345, 770.

Durch ausgedehnte Anlagen mit blankem geerdeten Nulleiter ist die Durchführbarkeit des Systems erwiesen; doch sind die örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen.

19) Als „Erde“ im Sinne des § 21<sup>2</sup> sind auch metallene Gebäudeteile anzusehen. Diese dürfen wohl zur Verstärkung der besonders zu verlegenden Erdleitung herangezogen werden, nicht aber als ganzer oder teilweiser Ersatz, der dauernd im Betriebe Strom führen oder einen Berührungsschutz bewirken soll. Es darf z. B. ein geerdeter Nulleiter nicht streckenweise durch Erde selbst oder einen solchen Gebäudeteil ersetzt werden; ebensowenig eine Nullungs- oder Erdungsleitung.

Wird die Regel 8 nicht beachtet, so können sich Stromübergänge unter Vermittlung von feuchten Erd- oder Mauer-schichten ausbilden, wobei eine elektrolytische Zerstörung der Leitungen oder der Rohre eintreten kann, wie unter 18) erörtert ist.

20) Wechselströme können, wenn nur eine Leitung in einem Metallrohr geführt ist, dieses zum Träger induzierter Ströme machen. Bei Eisenrohren kommen hierzu noch die magnetischen Erregungen, die nicht nur einen gewissen Verlust an elektrischer Energie, sondern auch Erwärmungen des Eisenrohres bewirken. Auch Metallrohre aus unmagnetischem Stoff, wie Blei oder Messing, können durch die induzierten Ströme Erwärmung erfahren; besonders wenn diesen eine geschlossene Bahn geboten wird, z. B. über andere

In Mehrfachleitungen sowie in einem Rohr dürfen nur Leitungen eines Stromkreises vereinigt sein [ausgenommen sind Steuerleitungen für elektrische Antriebe].<sup>21)</sup>

---

Metallteile des Gebäudes, wie Gasrohre, Wasserrohre, eiserne Träger, wobei sie je nach den obwaltenden Verhältnissen nicht unerhebliche Stärke annehmen können. Da solche Verhältnisse selten zusammentreffen, so ist die Vorschrift, daß bei Wechselstrom stets Hin- und Rückleitung in dasselbe Rohr verlegt werde, auf eiserne oder eisenüberzogene Hüllen beschränkt worden. Entscheidend ist die Sachlage (Stromstärke usw.) im Einzelfalle. Nach Versuchen von Bloch: ETZ 1913, S. 207, ergibt die einphasige Verlegung in Papierrohr mit Messingmantel auch bei hohen Stromstärken nur unerhebliche Vermehrung des Spannungsabfalls und der Erwärmung; sie ist daher bei dieser Rohrsorte unbedenklich. Bei Papierrohr mit verbleitem Eisenmantel tritt bei höheren Stromstärken zwar noch keine bedenkliche Erwärmung, aber eine sehr erhebliche Steigerung des Spannungsabfalles und der Energieverluste auf. Bei Stahlrohren ergaben schon Stromstärken unter 50 A erhebliche Übertemperaturen und starke Steigerung des Spannungsabfalles und der Energieverluste. Das vielfach als Aushilfsmittel angesehene Verfahren, die Eisenhüllen der einzeln verlegten Phasenleitungen miteinander durch leitende Verbindungsstücke zu überbrücken, ist praktisch erfolglos. Über Maßnahmen beim Umstellen älterer Anlagen von Gleichstrom- auf Wechselstrombetrieb siehe ETZ 1925, S. 1514, Sp. 1.

21) Mehr als eine zusammengehörige Hin- und Rückleitung sollen in der Regel nicht in dasselbe Rohr gelegt werden bzw. einen Mehrfachleiter bilden. Beim Anschluß von Drehstrommotoren bedarf es hierzu dreier Drähte. Auch können bei Gleichstromanlagen drei Drähte zusammengehören, wenn sie z. B. zu einer Lampengruppe führen, die von mehreren Punkten aus ein- und ausschaltbar sein soll (sogenannte Wechselschalter), oder wenn es sich um unverzweigte Strecken eines Dreileitersystems handelt.

Wenn mehrere Leiter gleicher Polarität, aber verschiedener Stromkreise dicht nebeneinander in demselben Rohre liegen, so kann der Fall eintreten, daß bei Beschädigung der Gummihülle die Metalladern sich berühren, ohne daß die Sicherung schmilzt, weil nicht die volle Betriebsspannung an der schadhafte Stelle wirksam wird; auch kann es vorkommen, daß die Leitungen sich so berühren, daß der auf einer bestimmten Strecke von nur einem der Leiter geführte Strom durch alle Sicherungen hindurchgeht, indem diese durch die Berührungstelle parallel geschaltet sind; wächst dann der Strom, so kann dieser Draht gefährliche Hitzegrade erreichen, ohne daß die Sicherung den Strom unterbricht.

Um diese Möglichkeit tunlichst einzuschränken, ist das Zusammenlegen solcher Leitungen auf zusammengehörige Leitungen desselben Stromkreises, z. B. die Hin- und Rückleitung zu einer Lampe (verschiedene Polaritäten) oder zu einem Schalter (gleiche Polaritäten) beschränkt worden.

Aus dem gleichen Grunde sollte von der nach obiger Vorschrift in Ausnahmefällen zulässigen Zusammenlegung von mehr als drei Leitungen, die auch verschiedenen Stromkreisen angehören können, nur äußerst vorsichtig Gebrauch gemacht werden.

Unter Stromkreis ist dasjenige Stück eines Leitungsnetzes zu verstehen, das jenseits der letzten Leitungssicherung nach dem Stromverbraucher hin verläuft. In Mehrleitersystemen darf ein Stromkreis jeweils nur diejenigen Leiter des Stromsystems umfassen, die von allen vom Stromkreis gespeisten Stromverbrauchern benutzt werden, also nicht solche, die nur zu einem Teil der Stromverbraucher führen. Die Zusammenfassung der Leiter eines Stromsystems zu einem mehrphasigen Stromkreis in einem Rohr, an den dann die Stromverbraucher zwischen dem Nulleiter und einem der Außen- bzw. Phasenleiter beliebig angeschlossen werden, ist also im allgemeinen nicht zulässig. Dies trifft insbesondere für Wohnungen und ähnliche verzweigte Anlagen mit Glühlampen normaler Größe zu, da hier die Übersicht sehr leiden und im Falle einer Störung das Auffinden eines Fehlers überaus erschwert würde. Auch mit Rücksicht auf die Unfallgefahr verbietet sich hier diese Anordnung, da selbst im ausgeschalteten Zustande des fehler-

i) Die Verbindung von Leitungen untereinander sowie die Abzweigung von Leitungen dürfen nur durch Lötung oder Verschraubung bewirkt werden [siehe auch § 26c)].<sup>22)</sup>

✂ In B. u. T. müssen an Verteilungsschaltanlagen die ankommenden Leitungen abtrennbar sein [vgl. § 9f)].  
 Die zu den Stromverbrauchern führenden Abzweigungen von Hauptleitungen müssen unter Spannung abtrennbar sein<sup>23)</sup>.  
 Innerhalb von Glühlampenstromkreisen, die mit 6 A gesichert sind, bedarf es keiner weiteren Trennstellen.

haften Phasenleiters in den Abzweigdosen zwischen den ungeschützten Klemmen der anderen Phasenleiter die volle verkettete Spannung vorhanden ist.

Handelt es sich aber um Anlagen mit Glühlampen großer Einheiten, so ist die Anwendung mehrphasiger Stromkreise u. U. notwendig und zulässig, wenn an jeden Phasenleiter nur eine Glühlampe angeschlossen wird, so daß der Leiter an dieser endigt und wenn außerdem die im § 14<sup>2)</sup> festgelegte Höchststromstärke von 25 A für jeden Phasenleiter nicht überschritten wird.

22) Das elektrische Leitvermögen darf an einer Verbindungstelle des Drahtes nicht geringer sein als innerhalb des Drahtes selbst. Unzulässig ist demnach das häufig von unberufenem Personal beliebte Verfahren, die Drähte einfach umeinander zu würgen. 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-, Kerb- oder Splintverbinder. Die so erzielte Vergrößerung der Übergangfläche, 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 freihängende Klemmschraube derart zu verbinden, daß die Verbindungstelle durch das Gewicht der Klemme auf Zug beansprucht oder durch den Betrieb einer Lockerung oder der gefahrbringenden Berührung blanker Klemmteile ausgesetzt wird. Zu dauerndem Anschluß dienen sie nur als isolierte sog. Lüsterklemmen, an Stellen, wo sie von Zug entlastet und der Berührung entzogen sind. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, so verwende 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 Lötmittel 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 Lötmittel (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 Rohrverlegung unzulässig (§ 26c).

23) Die Abtrennbarkeit ermöglicht größere oder kleinere Teile des Netzes spannungslos zu machen und so Fehler innerhalb der Leitungen oder der Schaltstellen zu finden oder zu beheben. Vielfach ist das Abtrennen mit Hilfe der betriebsmäßig vorhandenen Schalter, Sicherungen, Anschlußklemmen u. dgl. möglich, andernfalls sind entsprechende Hilfsmittel einzubauen. Vgl. auch §§ 11 e), 31 a). Es wird nur das Abtrennen unter Spannung, nicht unter Strom verlangt. Es genügt also, wenn die unbelastete Leitung sicher abtrennbar ist. ETZ 1925, S. 1514, Sp. 2.

k) Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten, Maschinen, Sammelschienen und Stromverbrauchern muß durch Schrauben ausgeführt werden<sup>24)</sup>.

9. Mehrdrähtige Leiter bis zu 6 mm<sup>2</sup> und massive Leiter bis zu 16 mm<sup>2</sup> Kupferquerschnitt können mit angebogenen Ösen an den Apparaten befestigt werden. Mehrdrähtige Leiter über 6 mm<sup>2</sup> sowie massive Leiter über 16 mm<sup>2</sup> Kupferquerschnitt sollen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein. Bei mehrdrähtigen Leitern jeder Art sollen die einzelnen Drähte jedes Leiters, wenn sie nicht Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden miteinander verlötet sein<sup>25)</sup>.

l) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungsstelle in einer der übrigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren. Wenn Metallbewehrungen und metallene Schutzverkleidungen geerdet werden müssen, sind sie an den Verbindungsstellen gut leitend zu verbinden.

m) An einen Stecker darf nur eine ortsveränderliche Leitung fest angeschlossen werden<sup>26)</sup>.

24) Auch hier sind „gleichwertige Mittel“ [siehe 22)] nicht mehr zugelassen. Der Vorschrift k) wird nicht genügt, wenn etwa die Leitungen zwischen isolierender Unterlage und den Anschlußstücken eingeklemmt sind. Es ist jedoch nicht Bedingung, daß die Schraube unmittelbar den Leiter berührt, im Gegenteil kann häufig die Verwendung von metallenen Beilagen empfehlenswert sein. Jedenfalls soll die Schraube den Leiter nicht bedenklich verletzen. Erstrebenswert sind insbesondere für geringe Stromstärken Leitungsanschlüsse, die die geradlinige Einführung des unbearbeiteten Leitungsendes gestatten.

25) Damit bei Schnüren und Drahtseilen alle einzelnen dünnen Drähte der litzenartigen Seele gleichmäßig an der Stromleitung beteiligt werden, ist es nötig, die Enden zu verlöten. Dadurch wird auch verhindert, daß einzelne abstehende Drahtenden Kurzschluß oder Körperschluß machen. Während Kurzschluß nur eine Betriebsstörung hervorrufen kann, ist Körperschluß leicht die Ursache von Unfällen. Dieser ist also die größere Gefahr, die aber nur in der Nähe metallener Gehäuse auftritt. In neuerer Zeit bevorzugt man Anschlußklemmen, die wie ein Kabelschuh die Leitungsenden umschließen, z. B. Buchsenkontakte, Schellenklemmen oder dgl. Besonders bei seilförmigen, stärkeren Leitungsquerschnitten verdienen sie den Vorzug, da sie die Lötung entbehrlich machen und ihre Zuverlässigkeit weniger von der Geschicklichkeit des Monteurs abhängt. Dagegen verlangen sie eine gute Anpassung an den jeweiligen Leiterquerschnitt. Für den Anschluß ortsveränderlicher Geräte gilt § 15 h).

Beim Benützen der Lötlampe ist zu beachten, daß feine Drähte sehr leicht verbrennen, so daß sie später brechen und entweder durch die in dem verkleinerten Querschnitt erzeugte Stromwärme oder durch Funken und Lichtbogen an der Bruchstelle Unheil stiften. Man benützt daher Lampen mit kleinen, nicht zu heißen Flammen, auch ist das Eintauchen in geschmolzenes Lötzinn üblich.

Sowohl bei diesen Verfahren als bei dem Gebrauch des LötKolbens muß darauf geachtet werden, daß nicht eine zu große Menge Lötmetall aufgebracht wird; diese macht die Litze auf eine gewisse Strecke völlig steif und sie bricht alsdann beim Gebrauche an der Stelle, wo die Verlötung aufhört. Das überflüssige Lot muß, bevor es erhärtet, abgewischt werden.

26) Die frühere Vorschrift § 21 l) ist gestrichen worden, da in ihr für alle ortsveränderlichen Leitungen der Anschluß an festverlegte Leitungen mittels lösbarer Verbindungen verlangt wurde. Nach wie vor sollen ortsveränderliche Geräte und Beleuchtungskörper durch Wandstecker und entsprechende Steckdosen an die festverlegten Leitungen angeschlossen werden. Dagegen hat es sich vielfach bewährt, Leuchten an Werkbänken

n) Ortsveränderliche Leitungen müssen an den Anschlußstellen ihrer beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

## § 22.

### Freileitungen.

a) Ungeerdete Leitungen dürfen nur auf Porzellanlocken oder gleichwertigen Isoliervorrichtungen verlegt werden<sup>1)</sup>.

b) Die Leitungen sowie Apparate an Freileitungen sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel weder vom Erdboden noch von Dächern, Ausbauten, Fenstern und anderen von Menschen betretenen Stätten aus zugänglich sind<sup>2)</sup>; wenn diese Stätten selbst nur durch besondere Hilfsmittel zugänglich sind, so genügt es, an diesen Stätten oder an ihren Zugängen gut erkennbare Warnungsschilder anzubringen oder die Leitungen in geeigneter Weise gegen zufälliges Berühren zu schützen<sup>3)</sup>. Ständige Zu-

und Maschinen ohne Stecker, nur durch Schraubverbindungen anzuschließen, ebenso wie Schnurpendel, Webstuhlpendel usw. durch Schrauben angeschlossen werden. Wenn man auch dieses als lösbare Verbindung ansieht, würde die Vorschrift ohnehin gegenstandslos geworden sein.

Die Bestimmung des § 21 m) verbietet, daß etwa an einen lösbaren Kontakt mehrere bewegliche Leitungen mit je einem Stromverbraucher fest angeschlossen werden. Derartige Bündel von Schnüren verwirren sich leicht und werden dann zerrissen. Liegt die Notwendigkeit vor, eine Gruppe von Lampen oder Geräten beweglich anzuschließen, ohne daß für jeden einzelnen eine Steckdose vorhanden ist, so benutzt man tragbare Mehrfachsteckdosen, die selbst mit Schnur und Wandstecker angeschlossen werden oder Doppelstecker, die selbst mehrere Steckdosen enthalten. Es ist also lediglich verboten, von einem einfachen Stecker mehrere Schnüre fest, d. h. durch Schrauben abzuzweigen.

1) Näheres über die Auswahl von „Isolatoren aus keramischen Werkstoffen“ gibt § 12 der V.S.F./1930. Für Freileitungen für Spannungen unter 1000 V kommen in der Regel nur Stützenisolatoren in Betracht. Die Auswahl hat nicht nur in elektrischer Hinsicht, sondern auch in Rücksicht auf die mechanische Festigkeit, nach Querschnitt und Zugbeanspruchung durch die Leitungen zu erfolgen.

2) Die Beispiele zeigen, daß sich der erste Satz auf Stätten bezieht, die regelmäßig und ohne besondere Hilfsmittel von Menschen betreten werden können. Für diesen Fall, zu dem auch nach dem dritten Satz in b) die Bedienungsgänge zu Schornsteinen zählen, gilt der in Regel 2 Absatz 2 geforderte Abstand.

3) Durch besondere Hilfsmittel, d. h. durch Leitern, Steigeisen, Gerüste oder dgl. kann letzten Endes jede Stelle zugänglich gemacht werden. Es handelt sich aber dann um Stellen, deren Betreten an sich schon Gefahren mit sich bringt, gegen die diejenige des Berührens elektrischer Leitungen gering erscheint. Das Betreten schräger Dächer, Mauerkronen u. dgl., das Arbeiten auf Leitern, stehenden oder hängenden Gerüsten ist Sache von Bauhandwerkern, die über die von elektrischen Leitungen drohenden Gefahren unterrichtet sein sollen. Wenn es sich also um vorübergehende Arbeiten, wie Reparaturen, handelt, wird man zu ihrem Schutz vorübergehende Maßnahmen treffen. Kann die betreffende Leitung nicht spannungslos gemacht werden, so empfiehlt sich eine behelfsmäßige Abdeckung während der Ausführung der Arbeiten, die aber dann von elektrotechnischen Fachleuten anzubringen ist. Näheres hierüber in den Betriebsvorschriften. Aber auch die Errichtung von Freileitungen soll insoweit Vorkehrungen treffen, daß die Personen, welche diese Stätten betreten müssen, auf die Gefahren aufmerksam gemacht werden und diesen nach Möglichkeit vorgebeugt wird. Ist z. B. das Betreten schräger Dächer, an denen Freileitungen vorüberführen, durch Dachfenster

gänge zur regelmäßigen Bedienung von Schornsteinen oder anderen Einrichtungen gelten als ohne besondere Hilfsmittel zugängliche Stätten. Über Gebäuden mit weicher Bedachung (Pappe auf Holzverschalung, Stroh-, Rohr-, Reet-, Schindel-, Lehmschindel- u. dgl. Dächer) dürfen Leitungen nur als Seil verlegt werden. Über Wegen müssen die Leitungen einen angemessenen Abstand vom Erdboden oder einen geeigneten Schutz gegen Berührung erhalten.

1. Es empfiehlt sich, solche Strecken von Freileitungen, die unter Umständen der Gefahr einer Berührung ausgesetzt sind, neben der Anwendung der gemäß b) verlangten Maßnahmen abschaltbar zu machen.

2. Die Leitungen sollen bei größtem Durchhang über Wegen mindestens 6 m, im übrigen mindestens 5 m vom Erdboden entfernt sein.

Von flachen oder schwach geneigten, begehbaren Dächern sollen die Leitungen mindestens 2,5 m<sup>4)</sup>, im übrigen mindestens 1,25 m Abstand von Gebäuden haben<sup>5)</sup>.

c) Leitungen, Schutznetze und ihre Träger müssen genügend widerstandsfähig (auch gegen Winddruck und Schneelast) sein.

Eindrätige Leitungen aus Aluminium nebst seinen Legierungen sind nicht zulässig; eindrätige Leitungen aus Kupfer sind nur in einem Querschnitt bis 16 mm<sup>2</sup> zulässig. Im übrigen dürfen eindrätige Leitungen nur bei Spannweiten bis 80 m verwendet werden<sup>6)</sup>. Leitungen aus Stahl müssen feuerverzinkt sein.

oder Fenster von Mansardenräumen möglich (auch das sind besondere Hilfsmittel), so wird man im Innern neben dem Fenster ein Warnungsschild anbringen. Ebenso wird man, wenn z. B. eine Hausanschlußleitung an einer fensterlosen Giebelwand endet, unterhalb der Einführungsstelle ein Warnungsschild anbringen. Dabei ist auf die dauernde gute Erkennbarkeit, auch der Aufschrift, zu achten. Die anderen geeigneten Schutzmittel sind nach der Örtlichkeit sehr verschieden, doch können manche der zusätzlichen Mittel neue Gefahren mit sich bringen und deshalb wurden die Warnungsschilder als das geeignetste vorangestellt. Schutzwehren aus Holzlatten vor den Leitungen oder diese umfassend, sind auf die Dauer schwierig zu unterhalten. Schutznetze und Prelldrähte ermöglichen unbeabsichtigte Stromübergänge. Von wetterfesten Leitungen sind die Typen PLW und NGAW auf viele Jahre hinaus als zuverlässig anzusehen. Leitungen, die von freistehenden Masten getragen werden, bedürfen im allgemeinen keines besonderen Schutzes gegen das Erklettern der Maste. Kränze aus Blech oder Stacheldraht erschweren die ordnungsmäßige Bedienung, ohne mutwilliges Besteigen der Maste zu verhindern. ETZ 1921, S. 1234; 1923, S. 14; 1925, S. 388, 1514, Sp. 2.

Getreide- und Heuschober sollen nicht in der Nähe von Freileitungen errichtet werden. Werden bestehende Leitungen durch nachträglich entstehende Aufbauten, wie Holzstapel, Gerüste oder dgl. der Berührung zugänglich, so sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Verpflichtung dazu hängt von den Rechtsverhältnissen ab.

4) Mit diesem Maß ist der senkrechte Abstand gemeint, der es ermöglicht, aufrecht unter der Leitung durchzugehen. Das Maß entspricht dem Handbereich des § 21 a, Erläuterung 3).

5) Hier ist der waagerechte oder diesem nahekommende Abstand gemeint, der die Berührung durch Ausstrecken des Armes verhindern soll. Hierher gehört auch der Abstand von Bäumen.

6) Eindrätige Leitungen aus Kupfer sind also auch bei 16 mm<sup>2</sup> oder weniger nur zulässig, wenn die Spannweite weniger als 80 m beträgt und wenn gemäß § 22 b) vorletzter Satz diese Leitung keine Gebäude mit weicher Bedachung überspannt.

Der zulässige Mindestquerschnitt der Leitungen beträgt für:

Kupfer . . . . .	10 mm <sup>2</sup> †),
Aluminium . . . . .	25 „

Bei Leitungen aus anderen Werkstoffen muß der Querschnitt so groß sein, daß die Nennlast (Last, die beim Prüfen mindestens 1 min lang wirken soll, ohne zum Bruch zu führen) mindestens 380 kg beträgt.

Dagegen werden bei Mastentfernungen bis zu 35 m Kupferleitungen von 6 mm<sup>2</sup>, Leitungen aus Aluminiumseil von 16 mm<sup>2</sup> und Leitungen aus anderen Werkstoffen mit einer Nennlast von mindestens 228 kg zugelassen.

Die höchstzulässige Zugbeanspruchung beträgt für:

Eindrätige Kupferleitungen . . . .	12 kg/mm <sup>2</sup> ,
Kupferseile . . . . .	19 „
Aluminiumseile . . . . .	8 „

d) Unter Leitungszug stehende Verbindungen müssen mindestens 90% der Zuglast der zu verwendenden Leitungen aushalten. Verbindungen mit geringerer Festigkeit sowie Lötverbindungen dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Leitungen nicht auf Zug beansprucht sind. Abspannklemmen sind wie Leitungsverbindungen zu behandeln.

e) Bindedrähte zum Befestigen der Leitungen müssen stets aus dem gleichen und bei Leichtmetallen aus möglichst gleich hartem Werkstoff wie die Leitungen selbst bestehen. Die Leitungen sind an den Bunden vor Bewegungen, durch die sie beschädigt werden können, und vor Einschneiden zu schützen.

Bei Abweichung von der Geraden ist bei Stützenisolatoren die Leitung so zu legen, daß der Bund nicht auf Zug beansprucht wird.

f) Die Mindestzopfstärke für Holzgestänge beträgt bei:

Einfachen oder verstrehten Masten . . . . .	12 cm,
Stichleitungen mit nur einem Stromkreis . . . . .	10 „
A-Masten oder verdübelten Doppelmasten . . . . .	10 „
nicht verdübelten Doppelmasten . . . . .	9 „

Die Maste sind derart im Boden zu befestigen, daß bei den vorhandenen Bodenverhältnissen eine ausreichende Standsicherheit gewährleistet ist und unzulässige Bewegungen der Maste vermieden werden. Einfache Maste und Doppelmaste müssen, sofern sie nicht eine besondere Fundierung erhalten, mindestens auf 1/6 ihrer Gesamtlänge, jedoch nicht weniger als 1,6 m in dem Erdboden eingegraben und gut verrammt werden.

g) Bei Freileitungen für Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde müssen Stahlmaste und Eisenbetonmaste mit Stützenisolatoren geerdet werden.

h) Mastanker sind, wenn irgend zugänglich, zu vermeiden. Kann von ihrer Verwendung nicht abgesehen werden, so sind sie über Reichhöhe mit Abspannisolatoren für die volle Betriebsspannung zu versehen.

i) Bei sich kreuzenden oder parallel verlaufenden Leitungen, die an getrenntem oder gemeinsamem Gestänge geführt sind, ist durch die Leitungsführung oder durch besondere Vorkehrungen dafür zu sorgen, daß Berührung

7) Hiervon bildet der weiter unten aufgeführte Fall der Mastentfernung bis zu 35 m eine Ausnahme.

oder unzulässige Annäherung der beiden Arten von Leitungen verhütet oder ungefährlich gemacht werden [siehe auch § 4 a)].<sup>8)</sup>

Fernmeldeleitungen dürfen am gleichen Gestänge nur unterhalb der Starkstromleitungen verlegt werden.

k) Maßnahmen sind zu treffen, um die Gefährdung von Fernmeldeleitungen durch Starkstrom-Freileitungen zu verhindern<sup>9)</sup>.

l) Im übrigen gelten die „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.“<sup>10)</sup>.

### § 23.

#### Installationen im Freien<sup>1)</sup>.

a) Im Freien verlegte Leitungen müssen abtrennbar sein.

---

8) Im allgemeinen empfiehlt es sich, getrennte Gestänge zu verwenden, die etwa auf verschiedenen Seiten der Straße geführt werden. Auch dann ist die Möglichkeit zu beachten, daß durch Wind oder Schneedruck eine der Leitungen samt ihrem Gestänge sich neigt oder niedergerissen wird. Dies muß durch reichliche Bemessung der Gestänge und ihres Abstandes, durch zweckmäßige Verankerung, namentlich an den Kurven und Ecken, sowie durch regelmäßige Beaufsichtigung verhindert werden. Sowohl bei getrenntem wie auch bei gemeinsamem Gestänge kann eine besonders kräftige und sorgfältige Ausgestaltung der ganzen Leitungsanlage (kleiner Mastabstand, mehrfache Befestigung der Leitungen usw), sowie auch die Verwendung selbsttätiger Ausschalter herangezogen werden, um die Berührung der Leitungen zu verhüten oder ungefährlich zu machen.

Bei Kreuzungen von zwei oder mehreren Freileitungen werden Schutzdrähte oder Schutznetze benutzt oder man führt richtiger und sicherer die Freileitung mit erhöhter Sicherheit derart aus, daß ein Bruch auch unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen ausgeschlossen erscheint.

9) Diese Maßnahmen sind in den V.S.F., welche gemäß Vorschrift l), im übrigen als Errichtungsvorschrift gelten, aufgeführt. Es gelten für Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs die „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V.“, für Reichswasserstraßen „Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V.“, für Fernmeldeleitungen der Deutschen Reichspost „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen“, sowie die hierzu erlassenen Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers.

10) Der Inhalt des § 22 stellt einen Auszug der V.S.F. dar, deren Einzelheiten auch als Errichtungsvorschriften gelten sollen. Aus ihnen sind die für die Allgemeinheit wichtigsten Bestimmungen hier aufgeführt. Dies war um so notwendiger, als die V.S.F. sich vor allem auf Leitungen mit Spannungen von 1000 V und darüber beziehen und diejenigen unter 1000 V als Sonderfall von ersteren ableiten. Es hätte also das Verständnis sehr erschwert, wenn man nur auf die V.S.F. verwiesen hätte.

§ 23. 1) Installationen im Freien dienen z. B. zur Beleuchtung von Gärten, Anlagen, Höfen, Bauplätzen, zum Antrieb von Kranen, Aufzügen, Hängebahnen, Baggern und anderen Motoren in Fabrikhöfen und landwirtschaftlichen Gütern, als Reklameschilder auf Dächern usw. Sie unterliegen anderen Bedingungen als die im § 22 behandelten Freileitungen. Für diese ist das öffentliche Interesse in erster Linie maßgebend, während die Installationen im Freien mehr innerhalb von Privatgrundstücken vorkommen, daher auch in höherem Maße dem Eingriff Unbefugter entzogen sind und leichter überwacht und bedient werden können. Doch fällt vielfach auch die Installation von Lampen zur Beleuchtung öffentlicher Straßen unter den Begriff der Installationen im Freien. Bei den Installationen im Freien handelt es sich auch nicht nur um die Leitungen, sondern ebenso sehr um Fassungen, Schalter und dgl. Immerhin gehen beide Arten von Einrichtungen ineinander über, weshalb zu ihrer Unterscheidung im § 2d) die Entfernung der Stütz-

Zur Abtrennung können Schalter, Sicherungen, Selbstschalter und Steckvorrichtungen dienen<sup>2)</sup>).

1. In landwirtschaftlichen Betrieben sollen Hauptleitungen tunlichst im Freien verlegt werden.

Diese Anlagen sollen im ganzen oder in ihren Teilen in allen unter Spannung gegen Erde stehenden Polen abtrennbar sein<sup>3)</sup>).

2. Einführungstellen der Leitungen in die Gebäude mittels Dachständer oder Mauerdurchführungen sollen so gewählt werden, daß die Leitung zwischen der Einführung und der Hausanschlußsicherung möglichst kurz wird<sup>4)</sup>).

Dachständer-Einführungen sollen nicht an solchen Teilen von Räumen münden, die zur Aufnahme leichtentzündlicher Stoffe bestimmt sind [z. B. Heu- und Strohlager, vgl. § 34<sup>a)</sup>].<sup>5)</sup>

punkte herangezogen ist. Selbstverständlich wird eine Freileitung, die sich ihrem übrigen Zweck und Wesen nach als solche kennzeichnet, nicht dadurch von den für sie gültigen Vorschriften befreit, daß man etwa auf bestimmten Strecken ihre Stützpunkte auf 20 m zusammerrückt.

2) Da die Installationen im Freien den Witterungseinflüssen sowie allerlei mechanischen Angriffen in höherem Maße ausgesetzt sind als die Hausinstallationen oder die Kabelnetze, mit denen sie zusammenhängen, so ist es geboten, sie abtrennbar zu machen. Man kann dann die entstandenen Fehler leichter aufsuchen und verbessern und die von den Fehlern verursachten Störungen und Stromverluste während der Zeit, in der die Installation im Freien außer Betrieb ist, vom übrigen Teil der Anlage fernhalten. Das Abtrennen ist unter Umständen auch geboten, solange schwere Maschinen von Hand bewegt werden. Das Abtrennen wird meistens durch besondere Schalter geschehen, doch kann es auch mittels bequem herausnehmbarer Sicherungen oder Trennstücke sowie durch Selbstschalter oder Steckvorrichtungen erfolgen. In den früheren Vorschriften wurde noch das Wort „abschalten“ statt „abtrennen“ verwendet. Es hat sich aber besonders für landwirtschaftliche Anlagen erwiesen, daß das Herausnehmen von Sicherungseinsätzen dann die zuverlässigere Methode ist, wenn es darauf ankommt, das Wiedereinschalten durch Unbefugte oder solche Personen zu verhindern, die über den Grund des Abtrennens nicht unterrichtet sind. Insbesondere, wenn z. B. die Abtrennung auf längere Zeit geschieht, während der die Leitungen nicht benutzt werden, ist es einfacher, die Sicherungseinsätze unter Verschuß zu nehmen.

3) Verlegung im Freien erhöht die Übersichtlichkeit und erleichtert das Nachprüfen des Zustandes der Leitungen. Demselben Zweck dient eine einfache Leitungsführung. Oft empfiehlt es sich, von der Freileitungstrecke aus mehrere Hauptleitungen dem landwirtschaftlichen Anwesen zuzuführen. Allerdings erfordert dies mehrere Zähler, wenn nicht Pauschalтарif besteht. Kabel sind in Wirtschaftshöfen wegen der Durchtränkung des Bodens mit Jauche nur mit Vorsicht verwendbar. Sie haben aber den Vorzug, daß jede Berührungsgefahr ausgeschlossen ist. Als Mittel für die allpolige Abtrennung kommen die in 2) erwähnten Wege in Betracht, jedoch ist gerade in der Landwirtschaft auf gute und dauernde Zugänglichkeit der Abtrennstelle zu achten, weil sie unter Umständen bei Unfällen oder Feuersgefahr sehr schnell und von weniger Sachkundigen betätigt werden muß.

4) Die Schalter, Zähler und Sicherungen müssen an leicht zugänglicher Stelle liegen. Die Einführung muß also auch dieser Forderung angepaßt sein.

5) Die Einführung mittels Dachständer ist dort sehr beliebt, wo die Ortsleitungen über den Dächern geführt sind. Sie hat aber den Nachteil, daß sie mit einer leicht zugänglichen Lage der Hauptsicherung schwer vereinbar ist; denn die unmittelbar unter dem Dachfirst liegenden Räume sind oft mit Getreide, Heu usw. angefüllt oder durch diese Stoffe versperrt. Das Durchführen durch diese Räume, in denen kein Stromverbraucher sich befindet, soll vermieden werden. Es ist daher richtiger, die Einführung in diesem Fall an der Hauswand zu machen, indem man die Leitung außen an der Wand herab und erst in dem Stockwerk in das Gebäude einführt, in welchem die Strom-

Dachständer und ihre Tragteile sollen kräftig ausgeführt, die Durchführungen gegen das Dach sorgfältig abgedichtet werden. Schutzrohre für Leitungen sollen so gebaut und verlegt werden, daß kein Wasser eindringen und Schwitzwasser ablaufen kann<sup>6)</sup>.

Mauerdurchführungen sollen so hergestellt werden, daß Wasser von außen nicht eindringen und Schwitzwasser ablaufen kann<sup>7)</sup>.

3. Bei im Freien offen verlegten Leitungen ist der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten<sup>8)</sup>.

Im Freien ist die feste Verlegung von Mehrfachleitungen nur bei kabelähnlichen Leitungen und Panzeradern zulässig, deren Schutzhülle gegen chemische und atmosphärische Einflüsse gesichert ist [siehe § 21<sup>1)</sup>].<sup>9)</sup>

4. Ungeschützte Leitungen im Freien sollen so verlegt werden, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht berührt werden können; sie sollen jedoch mindestens 2,5 m vom Erdboden entfernt sein.

Wo beladene Wagen verkehren, sollen die Leitungen in der Regel mit ihren tiefsten Punkten mindestens 6 m vom Erdboden entfernt sein<sup>10)</sup>.

5. Wenn bei Fahrleitungen die in Regel 4 genannten Maße nicht eingehalten werden können oder die Fahrleitungen lose auf Stützpunkten ruhen müssen, so

verbraucher (Lampen usw.) benötigt sind. So ergeben sich übersichtliche Leitungen, leicht zugängliche Hauptsicherungen und Zähler.

Die vom Ortsnetz nach der Einführung laufende Leitung ist nötigenfalls von der Ortsleitung mit Freileitungssicherung abzuzweigen. Diese und die Abzweigung sind so stark zu bemessen, daß die im Gebäude liegende Hauptsicherung zuerst anspricht (vgl. § 14<sup>10)</sup>).

6) Die Bemessung der Dachständer richtet sich nach den Vorschriften für Freileitungen. Meistens werden 2- bis 3-zöllige Rohre verwendet. Alle Durchbrechungen der Dachfläche sind sorgfältig abzudecken (Schutzhaube, Schutzbleche). Die Leitung ist durch Einführungstrichter aus Isolierstoff zu führen und im Innern durch Rohre zu schützen. Luftströmungen und durch sie veranlaßte Schwitzwasserbildung sind durch sorgfältiges Abdichten aller Öffnungen zu bekämpfen. Dies wird an den oberen Rohrenden ausgeführt, während die unteren Enden offen bleiben, um das dennoch gebildete Schwitzwasser abzuleiten.

7) Vgl. § 24 c). Für feuchte Räume § 31.

8) Der Schutz ist wichtig, weil Leitungen und Apparate durch die Witterung schadhaf und dadurch gefährlich werden können, und weil im allgemeinen ein größerer Kreis von Personen in Betracht kommt und ihr Standpunkt meist schlechter isoliert ist als in Gebäuden. Anlagen an öffentlichen Plätzen, in Wirtsgärten und dgl. sind besonders sorgsam zu schützen.

9) Hiernach sind Rohrdrähte (NRA) [siehe § 19<sup>1)</sup>] unzulässig.

10) Die unter 8) erwähnten Schutzmaßnahmen sind durch die Regel 4 noch weiter verschärft. Diese gilt auch für Kontaktleitungen; vgl. § 23<sup>5)</sup>. Hiernach ist, soweit überhaupt die Leitung zugänglich ist, ein Schutz durch Rohre, Latten oder dgl. geboten. Es empfiehlt sich, die Installationen tunlichst nicht an solchen Stellen anzubringen, die dem Verkehr stark ausgesetzt sind. Unter Umständen wird man durch Schranken, Warnungstafeln usw. das Herankommen an die Installation erschweren oder zu verhüten suchen. In der Landwirtschaft ist auf genügende Höhe über Fahrwegen und Höfen besonders zu achten. Das Maß von 6 m über dem Erdboden ist in Übereinstimmung mit den geltenden Unfall-Verhütungsvorschriften festgelegt. Unter Umständen kann eine geringere Höhe ausreichen, insbesondere, wenn die ortsüblichen Wagen in beladenem Zustande erheblich unter 6 m bleiben. Innerhalb der gewerblichen oder landwirtschaftlichen Betriebe ist aber für die Unterschreitung der 6-m-Grenze die Zustimmung der zuständigen Berufsgenossenschaft unerlässlich. Aber es wird nicht gefordert, daß über 6 m hinaus der Bewegung von Sonderfahrzeugen wie Lokomobilen, Höhenförderern, fahrbaren Leitern oder dgl. Rechnung getragen wird.

sollen, den Betriebsverhältnissen entsprechend, Vorsichtsmaßregeln getroffen werden **11)**).

## § 24.

### Leitungen in Gebäuden.

a) Innerhalb von Gebäuden müssen alle gegen Erde unter Spannung stehenden Leitungen mit einer Isolierhülle im Sinne von § 19 versehen sein.

Nur in Räumen, in denen erfahrungsgemäß die Isolierhülle durch chemische Einflüsse rascher Zerstörung ausgesetzt ist, ferner für Kontaktleitungen u. dgl. dürfen blanke, Spannung führende Leitungen Verwendung finden, wenn sie vor Berührung hinreichend geschützt sind **1)**).

b) Bei Abzweigstellen muß den auftretenden Zugkräften durch geeignete Anordnungen Rechnung getragen werden **2)**).

c) Durch Wände, Decken und Fußböden sind die Leitungen so zu führen, daß sie gegen Feuchtigkeit, mechanische und chemische Beschädigung sowie Oberflächenleitung ausreichend geschützt sind **3)**).

1. Die Durchführungen sollen entweder der in den betreffenden Räumen gewählten Verlegungsart entsprechen oder es sollen haltbare isolierende Rohre

**11)** Bei Hängebahnen in Fabrikhöfen und bei ähnlichen Einrichtungen fordern manchmal die Betriebszwecke ein Abweichen von den genannten Maßen. Derartige Einrichtungen müssen auch gelegentlich mit größeren Spannweiten als 20 m ausgeführt werden und konnten trotzdem gemäß ihrer Zweckbestimmung den Vorschriften für Freileitungen nicht unterworfen werden. Wichtige Maßnahmen finden sich in den „Leitsätzen für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagbau“. Siehe Anhang der V.E.S. 1 und „Leitsätze für die Errichtung von Fahrleitungen für Hebezeuge und Transportgeräte“.

**§ 24. 1)** Grundsätzlich sind in Gebäuden, ebenso auch in Bergwerken, geschlossenen Höfen und dgl., abgesehen von geerdeten Leitungen, nur isolierte Leitungen zu verwenden, weil blanke Leitungen zu Unfällen durch Berührung mit Werkzeugen, Werkstücken und anderen Gegenständen Anlaß geben. Auch in Ställen, Scheunen, Kellern usw. sind blanke Leitungen möglichst zu vermeiden. Gegen Feuchtigkeit und chemische Angriffe können meistens auch isolierte Leitungen durch Anstrich geschützt werden. Unvermeidlich sind blanke Leitungen, wenn sie als Fahrleitungen dienen, sowie in solchen Betrieben, wo sie großer Hitze ausgesetzt sind, z. B. bei großen elektrischen Öfen, ferner als Bestandteile von Schaltanlagen, wie Sammelschienen und dgl.

Über Verlegung und Schutz geerdeter blanker Leitungen vgl. § 21.

**2)** Derartige Zugkräfte treten naturgemäß nur bei offen verlegten Leitungen auf. Die Entlastung der Abzweigstellen geschieht durch Befestigungsmittel (Isolierglocken, Rollen usw.), die in unmittelbarer Nähe der Verzweigung so angeordnet werden, daß sie den abgezweigten Teil tragen, ohne die Hauptleitung aus ihrer Lage zu bringen. Am einfachsten ist es, die Abzweigungen nur an den Befestigungstellen der Hauptleitung selbst vorzunehmen. Ist die Leitung und die Abzweigung in Rohren verlegt, so daß beide Teile auf ihrer ganzen Länge gestützt und überhaupt nicht gespannt werden, so entfällt natürlich die Notwendigkeit einer Entlastung. Über die Entlastung bei Abzweigen zu Beleuchtungskörpern siehe § 17 e).

**3)** Es ist demnach unter anderem durchaus verboten, Türen oder Fensterrahmen, Holzwände, Schalttafeln usw. einfach zu durchbohren und die Drähte durch das enge Loch ohne weiteres hindurchzuführen; stets sind Führungen einzusetzen, welchen man passend abgerundete Enden (Rohrtüllen) gibt, um das Scheuern des Drahtes an den Rohrkanten zu vermeiden.

verwendet werden und zwar für jede einzeln verlegte Leitung je ein Rohr<sup>4)</sup>. In feuchten Räumen (vgl. § 31) sollen entweder Porzellan- oder gleichwertige Rohre verwendet werden, deren Gestalt keine merkbare Oberflächenleitung zuläßt, oder die Leitungen sollen frei durch genügend weite Kanäle geführt werden<sup>5)</sup>. Über Fußböden sollen die Rohre mindestens 10 cm vorstehen; sie sollen gegen mechanische Beschädigung sorgfältig geschützt sein<sup>6)</sup>.

### § 25.

#### Isolier- und Befestigungskörper.

- a) Holzleisten sind unzulässig<sup>1)</sup>.
- b) Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmäßig geerdeten

4) Wo die Drähte einzeln verlegt sind, sollen sie nicht durch ein gemeinsames Rohr, sondern mittels getrennter Rohre durch Wände und Decken geführt werden, damit nicht die ohnehin stärker gefährdete Stelle des Durchgangs auch noch eine weniger gute Verlegungsart aufweist als die übrigen Strecken. Dagegen wird bei Rohrverlegung auch bei Durchführungen das Rohr unverändert durchgeführt, es sei denn, daß ein zusätzlicher mechanischer Schutz [siehe Erläuterung 6)] erforderlich ist. Die bisher an dieser Stelle erhobene Forderung, auch für jeden Mehrfachleiter ein Rohr zu verwenden, ist fallen gelassen worden; Rohrdrähte und kabelähnliche Leitungen dürfen bei Durchführungen ohne weiteres in die Wand gelegt und durch Zement abgedichtet werden, da auf so kurze Strecken eine etwaige Instandsetzung ausführbar erscheint. Um aber Störungen vorzubeugen, empfiehlt es sich, scharfe Biegungen rechtwinklig zur Durchführung zu vermeiden.

5) Wenn Durchführungen feuchte Räume mit trockenen verbinden, so führt man die Verlegungsart des feuchten Raumes unverändert bis in den trockenen. Für kabelähnliche Leitungen gilt hierbei Erläuterung 4).

6) Starkwandige Eisenrohre können über Isolierrohre oder Mehrfachleiter überschoben werden. Auf Erwärmung (§ 21 h) ist hierbei zu achten. Auch eindringendes oder ablaufendes Schwitzwasser kann in Betracht kommen. In Rohren, die von warmen nach darüber befindlichen kalten Räumen führen, bildet sich fortgesetzt Schwitzwasser, das die Isolierhülle und die Leitungen selbst zerstört. Solche Rohre sind daher am oberen Ende sehr sorgfältig abzudichten oder ganz mit Isoliermasse auszugießen.

Wenn weite Kanäle, in denen dieselbe Verlegungsart beibehalten werden kann wie in den durch die Kanäle verbundenen Räumen, in Rücksicht auf die gute und gleichmäßige Isolation den engen Durchführungsrohren vielleicht vorzuziehen sind, so sei doch nicht unerwähnt, daß sie schon bei ausgebrochenem Schadenfeuer dessen Ausbreitung von einem Stockwerk zum anderen erleichtert oder veranlaßt haben. Man wird daher bei Deckendurchgängen in der Wahl der Abmessungen solcher Kanäle eine gewisse Vorsicht üben müssen.

§ 25. 1) Gemeint ist die alte Verlegung von isolierten Drähten unmittelbar in Holzleisten, die enge Aussparungen zu ihrer Aufnahme hatten. Es ist bekannt, daß diese Holzleisten früher vielfach zu Brandfällen Anlaß gegeben haben. Diese Verlegungsart ist schon bei der ersten Aufstellung dieser Vorschriften i. J. 1895 gänzlich untersagt worden. Die gelegentlich für ihre Wiedereinführung vorgebrachten Gründe haben sich bei wiederholter sorgfältiger Prüfung nicht als stichhaltig erwiesen.

Wo in Gebäuden nicht Rohre, Rohrdraht, Bleikabel oder kabelähnliche Leitungen verlegt werden können, oder diese aus besonderen Gründen nicht verwendet werden sollen, ist die auf Rollen oder Glocken verlegte Leitung durch ihre Höhenlage oder durch sachgemäß angebrachte Schutz Bretter oder dgl. im Sinne der §§ 3 und 21 gegen Berührung und gegen Beschädigung zu schützen. Derartige Holzleisten, welche Isolierkörper tragen oder die Leitungen unter Luftabstand abdecken, sind nicht verboten.

Das Verbot der Holzleisten trifft auch nicht die Verwendung hölzerner Beleuchtungskörper, wie sie in künstlerischer Ausführung in trockenen Zimmern üblich sind.

Leitungen zulässig, wenn dafür gesorgt ist, daß der Leiter weder mechanisch noch chemisch durch die Art der Befestigung beschädigt wird<sup>2)</sup>.

c) Isolierglocken müssen so angebracht werden, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann<sup>3)</sup>.

d) Isolierkörper müssen so angebracht werden, daß sie die Leitungen in angemessenem Abstand voneinander, von Gebäudeteilen, Stahlkonstruktionen u. dgl. entfernt halten.

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

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

## § 26.

### Rohre.

a) Bewehrte Papierrohre sowie Stahlpanzerrohre müssen den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.“ entsprechen<sup>1)</sup>.

b) Rohre und Zubehörteile (Dosen, Muffen, Winkelstücke usw.) aus Papier müssen imprägniert sein und einen Metallüberzug haben<sup>2)</sup>.

1. Dosen sollen entweder feste Stutzen oder hinreichende Wanddicke zur Aufnahme der Rohre haben.

c) Drahtverbindungen und Abzweigungen innerhalb der Rohrsysteme sind nur in Dosen, Abzweigkasten, T- und Kreuzstücken und nur durch Verschraubung auf isolierender Unterlage zulässig [siehe auch § 21i].<sup>3)</sup>

2) Da diese Beschädigung schwer zu vermeiden ist, sollte man auch hier Krampen nicht verwenden. Man erzielt die gleiche Einfachheit, wenn man passende Rohrschellen verwendet, die durch geeignete Dübel, Schrauben oder dgl. an der Wand gehalten werden.

3) Das trifft auch für Mantelrollen zu.

§ 26. 1) Hierdurch sind andere Rohrarten nicht verboten. Insbesondere sind Gummirohre zur Verlegung unter Putz sowie alle Arten von Metallrohren zugelassen. Gebräuchlich sind starkwandige Eisenrohre, deren Längsnaht zusammengebogen, überlappt, verlötet oder verschweißt ist oder die nahtlos hergestellt sind. Sie können durch Zusammenstecken oder Zusammenschrauben verbunden werden. Wichtig ist, daß sie im Innern glatt sind, insbesondere die einzelnen Enden von Grat und scharfen Kanten befreit sind, so daß die Isolation der Leitungen nicht leidet. Auch empfiehlt sich immer ein Asphalt- oder Lacküberzug gegen die Rostgefahr. Zulässig sind auch biegsame Metallschläuche (z. B. bei Krümmungen), wenn sie vorstehenden Gesichtspunkten entsprechen; jedoch vermeide man solche, bei denen die einzelnen Windungen gegeneinander durch elektrisch isolierende Zwischenlagen getrennt (gedichtet) sind, weil im Störfalle, wenn ein Strom, z. B. ein Erdschluß, sie durchfließt, die Wirkung einer Widerstandspirale entsteht, die unter Umständen unerwartete Erwärmungen hervorbringen kann.

2) Hiernach dürfen unbewehrte Papierrohre und deren Zubehör nicht verwendet werden.

3) Die Verlötung ist im Gegensatz zu § 21i) hier unzulässig, weil die Kontrolle der Verbindungen erschwert wird und bei der Beseitigung von Störungen die gelöste Verbindung kaum ordnungsgemäß wiederhergestellt werden kann. Daher sind auch Kerbverbindungen, Quetschhülsen u. dgl. nicht zugelassen. Für Abzweigdosen aus impräg-

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

3. Bei Rohrverlegung sollen im allgemeinen die lichte Weite sowie die Anzahl und der Halbmesser der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Drähte einziehen und entfernen kann. Von der Auswechselbarkeit der Leitungen kann abgesehen werden, wenn die Rohre offen verlegt und jederzeit zugänglich sind. Die Rohre sollen an den freien Enden mit Schutzstücken, z. B. Tüllen, versehen sein, so daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann<sup>4)</sup>.

4. Unter Putz verlegte Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, sollen mindestens 13,5 mm lichte Weite haben<sup>5)</sup>.

## § 27.

### Bleikabel.

a) Bleikabel dürfen nur so verlegt werden, daß sie gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt sind [siehe auch § 21].<sup>1)</sup>

1. Bleikabel jeder Art, mit Ausnahme von Gummibleikabeln bis 750 V, dürfen nur mit Endverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, die das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluß gestatten, verwendet werden<sup>2)</sup>.

nierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel zur Verlegung unter Putz gibt § 90 der K.P.I./1928 Sonderbestimmungen. Der dort erwähnte Einlegekörper, der die Klemmen trägt, soll nicht durch einzelne, untereinander nicht verbundene Klemmen ersetzt werden, da dies die übersichtliche Anordnung stört. Auch sind Lüsterklemmen, welche zur Verbindung von 2 Drähten bestimmt sind, nicht zum Abzweigen, also zur Verbindung von mindestens 3 Leiterenden geeignet.

4) Freie Enden sind solche, die nicht in Apparate, Geräte, Maschinen usw. eingeführt werden. Bei diesen bedarf es keiner Tüllen, aber die Rohre müssen in die genannten Gegenstände eingeführt werden [siehe § 3 b)].

5) Wenngleich nur dieses Mindestmaß festgelegt ist, empfiehlt sich die Auswahl der Rohrweiten nach DIN VDE 9048 (siehe Anhang).

§ 27. 1) Chemischen Angriffen ist blankes Blei in weit höherem Maße ausgesetzt, als gemeinhin angenommen wird. Kalk und andere Alkalien greifen Blei stark an. Die blanken Bleikabel dürfen daher nicht unmittelbar auf den Verputz des Mauerwerkes, noch weniger in den Verputz verlegt werden. Besteht die Oberfläche des Mauerwerkes oder eines zur Verlegung von Kabeln bestimmten Kanals aus reinem Gips, so ist die obenerwähnte Gefahr nicht vorhanden, weil die Schwefelsäure des Gipses mit der Oberflächenschicht des Bleies unlösliche Verbindungen bildet, die die tieferen Schichten vor weiteren Angriffen schützen.

Auch vor manchen organischen Stoffen ist Blei sorgfältig zu schützen. Besonders gefährlich sind Essigsäure, organische Fettsäuren, Ammoniak, faulende organische Stoffe, die mit dem Blei lösliche Verbindungen bilden, so daß es zerfressen wird. Wo daher im Erdboden oder an Wänden derartige Stoffe vorkommen können (Ställe), darf blankes Bleikabel nicht verwendet werden.

Der Asphaltüberzug soll das Blei gegen die erwähnten chemischen Angriffe schützen.

2) Die Regel 1 wendet sich gegen das fehlerhafte Verfahren, wonach die vom Bleimantel entblößte litzentartige Kupferseele ohne weitere Vorkehrungen in Klemmschrauben eingeführt wird. Hierbei werden leicht einzelne Drähte der Litze außer Kontakt bleiben; außerdem bietet dies Verfahren der Feuchtigkeit die Möglichkeit, sich zwischen Seele und Isolierhülle festzusetzen. Man benutzt Endverschlüsse, Kabelschuhe und für geringere Querschnitte Gummifinger. Drahtlitzten sind an den Enden zu verlöten. ETZ 1925, S. 1515, Sp. 1 [siehe auch § 21, Erläuterung 25)].

✕ 2. Die Entfernung der Befestigungstellen der Bleikabel soll in B. u. T. 3 m nicht übersteigen, außer in Bohrlöchern und Schächten (für Schächte siehe § 40).

3. In B. u. T. ist die Bewehrung von Bleikabeln nach Möglichkeit zu erden. An Muffen und ähnlichen Stellen sind die Bewehrungen leitend zu verbinden.

b) Zu achten ist darauf, daß an den Befestigungstellen der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind unzulässig<sup>3)</sup>.

4. Bei Anhäufung freiliegender Bleikabel ist eine brennbare Umhüllung möglichst zu vermeiden<sup>4)</sup>.

✕ c) In B. u. T. ist bei freiliegenden Bleikabeln eine brennbare Umhüllung verboten, es sei denn, daß die Umhüllung einen besonders hohen Flammpunkt hat<sup>5)</sup>.

5. Bei der Verlegung von Bleikabeln in Förderstrecken u. T. ist darauf zu achten, daß sie einer Beschädigung durch entgleisende Fahrzeuge entzogen sind.

Bleikabel sollen, dem wechselnden Gebirgsdruck Rechnung tragend, mit Durchhang verlegt werden.

#### IV. Sonderbestimmungen für Räume besonderer Art.

Die Sonderbestimmungen für die in §§ 28 bis 36 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<sup>1)</sup>.

Sogenannte Gummikabel, d. h. solche, bei denen keine Papier- oder Faserisolierung verwendet ist, sondern die Kupferseele unmittelbar von einer dicht anliegenden Gummihülle umgeben ist, können unter Umständen eines besonderen Endverschlusses entbehren.

3) Auch armierte Kabel sollen nicht mittels Rohrhaken, sondern mittels Schellen befestigt werden, weil sowohl schwache als starke Kabel beim Einschlagen der Haken häufig beschädigt werden. Dagegen ist das Aufhängen von Kabeln an Haken nicht verboten.

4) Das früher bestehende Verbot ist gemildert worden. Die brennbare Umhüllung kann in Kellern und dgl. eine Verqualmung hervorrufen. Dem steht aber bei Weglassung dieser Umhüllung die Rostgefahr der Eisenbewehrung gegenüber, die durch die Umhüllung verhindert wird. Die aus der Erde kommenden Kabelenden sowie alle in geringer Zahl geführten Kabel können daher die Umhüllung besitzen.

5) Als ausreichend hoher Flammpunkt werden etwa 200° C angesehen.

§ 28. 1) Aus der besonderen Beschaffenheit und den mannigfaltigen Verwendungszwecken der verschiedenen Arten von Räumen ergeben sich bestimmte Forderungen für ihre elektrische Einrichtung, die zum Teil miteinander in Widerspruch stehen. Daher ist es nicht möglich, für alle Arten von Räumen eine einheitliche Installationsweise einzuhalten. Die Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit der Anordnung, die dort geboten ist, wo unterwiesenes Personal die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie besorgt, ist unvereinbar mit dem unbedingten Schutz gegen Berührung durch Unbefugte, wie er in Räumen allgemeiner Art nötig erscheint. Die Maßnahmen, die z. B. in feuchten oder in explosionsgefährdeten Räumen eine dauernde Betriebsfähigkeit und Feuersicherheit gewährleisten, widersprechen den Anforderungen, die an Wohnräume gestellt werden. Man muß daher die im allgemeinen gültigen Vorschriften und Regeln in einigen Sonderfällen verschärfen, an anderen Stellen dagegen Ausnahmen in gewissem Umfange zulassen.

## § 28.

**Elektrische Betriebsräume<sup>2)</sup>.**

a) Entgegen § 3a) kann von dem Schutz gegen zufällige Berührung blanker, unter Spannung gegen Erde stehender Teile in Anlagen mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde insoweit abgesehen werden, als dieser Schutz nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich oder der Bedienung und Beaufsichtigung hinderlich ist<sup>3)</sup>.

b) Entgegen § 11g) können Nulleiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen auch einzeln abtrennbar gemacht werden.

c) Entgegen § 12d) sind auch bei nicht allpolig abschaltenden Anlassern besondere Ausschalter nicht notwendig.

2) Der Begriff des „elektrischen Betriebsraumes“ ist in § 2i) erklärt und erläutert. Vgl. auch §§ 2k) und 2l). Wesentlich ist die auf unterwiesenes Personal beschränkte Zugänglichkeit. Sie rechtfertigt es, daß man hier einen Teil der Sicherheitsmaßnahmen nicht auf die Beschaffenheit der Einrichtungen, sondern auf das durch Unterweisung geregelte Verhalten des Personals gründet. Es sind aber nicht nur Vorteile für den Betrieb, die sich hieraus ergeben, sondern die Sicherheit vor Feuers- und Lebensgefahr ist unter vielen Umständen auf diese Weise besser gewährleistet, weil den verwickelten Anordnungen und dem vielgestaltigen Zusammenwirken der Dinge und Vorgänge überhaupt nicht durch rein körperliche Vorkehrungen Rechnung getragen werden kann.

Diejenigen Teile der elektrischen Einrichtung von Betriebsräumen, die nur der Beleuchtung des Betriebsraumes dienen und keinen besonderen, aus der eigenartigen Bestimmung des Raumes folgenden Bedingungen unterliegen, können und müssen auch hier nach den allgemeinen Vorschriften ausgeführt werden. Nach ähnlichen Gesichtspunkten wie Betriebsräume sind provisorische Einrichtungen, Prüffelder, Justierräume und Laboratorien (§ 37) zu beurteilen.

Die Reihenfolge der Bestimmungen des § 28 entspricht der fortlaufenden Bezifferung derjenigen Paragraphen der allgemeinen Vorschriften, auf die sie sich beziehen.

3) Blanke Teile, wie Sammelschienen, Anschlußklemmen, Bürsten, Kommutatoren, Sicherungen, Kontaktstücke von Schaltern usw. dürfen bei Spannungen bis 250 V gegen Erde insoweit ohne besonderen Schutz gegen Berührung angeordnet werden, als entweder die Gefahr auf andere Weise beseitigt ist oder dringende Forderungen des Betriebs diesen Schutz ausschließen. Die sonst vorgeschriebenen und üblichen Schutzmittel dürfen also nicht nach Belieben wegbleiben. Vielmehr sind gemäß § 120a) der Gewerbeordnung die Einrichtungen so zu treffen und zu unterhalten, daß die Arbeiter gegen Gefahren für Leben oder Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet. Man wird sich also auch hier im allgemeinen der schon durch ihre Bauart geschützten Ausführungen [Schalter, Sicherungen, Maschinen, §§ 6<sup>2</sup>, 10a)] bedienen und die Anordnungen so treffen, daß freie Bewegung und sichere Handhabung der Einrichtung ohne zufällige Berührung gefährlicher Teile möglich ist. Nur ist in die Vorschrift keine bestimmte Formulierung dieser Bedingung aufgenommen, weil sich nicht allgemein festlegen läßt, wie weit die Anforderungen an die Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit im Einzelfall gehen und wie groß die Aufmerksamkeit ist, die man dem jeweils vorhandenen Personal zutrauen kann. Es soll also dem für die Anlage Verantwortlichen freigestellt werden, wie und durch welche Hilfsmittel er die gebotene Sicherheit erzielt. Außer dem unmittelbaren Schutz gegen zufällige Berührung stehen hier vielerlei Maßnahmen zur Verfügung, wie ausreichende Entfernung zwischen den beiden Polen, geeignete Länge der zu bedienenden Griffe, unverschlossene oder verschlossene Schranken, Stufen, die beim Betreten die Aufmerksamkeit erregen, Isoliertritte oder Gummimatten, die die Wirkung etwaiger Berührung herabmindern und viele andere Hilfsmittel; dazu kommen aber auch Betriebsbestimmungen und Anweisungen und endlich geeignete Auswahl sowie den Verhältnissen entsprechende Kontrolle des Personals.

✕ | In B. u. T. fällt diese Erleichterung fort. |

1. Entgegen § 12<sup>1</sup> sind Schutzverkleidungen für Anlasser und Widerstandsgeräte nicht unbedingt erforderlich.

d) Die in § 21 a) geforderte Schutzverkleidung ist nur insoweit erforderlich, als die Leitungen mechanischer Beschädigung ausgesetzt sind<sup>4</sup>).

e) Aus besonderen Betriebsrücksichten kann entgegen § 14 d) von der Unverwechselbarkeit der Schmelzeinsätze abgesehen werden<sup>5</sup>).

f) Bei Schalt- und Signalanlagen ist es entgegen § 21 h) gestattet, Leitungen verschiedener Stromkreise in einem Rohr zu verlegen<sup>6</sup>).

g) Hebezeuge und Transportmaschinen. Bei Hebezeugen und gleichartigen Transportmaschinen müssen Vorkehrungen getroffen sein, die den Führer sowohl auf dem für das Besteigen und Verlassen des Führerstandes vorgesehenen Weg gegen zufällige Berührung von Schleifleitungen als auch in Reichweite vom Steuerplatz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile jeder Art schützen.

Die Hauptschleifleitungen müssen allpolig abschaltbar sein; werden mehrere solcher Maschinen von der gleichen Leitung gespeist, so müssen außerdem die einzelnen Maschinen für sich allpolig abschaltbar sein.

Die festverlegten Leitungen müssen im und am Führerstand gegen Beschädigungen geschützt sein.

Im übrigen gelten für Hebezeuge und Transportmaschinen die Vorschriften für elektrische Betriebsräume. Für Triebwerksräume von Aufzügen gilt dieses jedoch nur dann, wenn in der Nähe ihres Einganges, getrennt von dem Triebwerk und dessen Steuerung, ein gegen zufällige Berührung geschützter Hauptschalter leicht zugänglich und augenfällig ange-

4) Die in § 21 a) zum Ausdruck gebrachte Voraussetzung, daß im Handbereich stets ein Schutz der Leitungen gegen Beschädigung erforderlich sei, ist für Betriebsräume nicht gültig, da von dem unterwiesenen Personal erwartet wird, daß es solche Beschädigungen im allgemeinen zu vermeiden versteht.

Der Schutz gegen Beschädigung der Leitungen ist in § 28 d) nach anderen Gesichtspunkten geregelt als der in den Absätzen a) und b) bzw. in § 3 behandelte Schutz aller unter Spannung stehenden Teile gegen Berührung durch Personen. Sammelschienen werden selbstverständlich von Absatz d) und § 21 a) nicht betroffen, da sie nicht als schutzbedürftige Leitungen, sondern als Teile der Schaltanlage aufzufassen, daher nach § 9 zu behandeln sind. Dagegen werden die Zu- und Ableitungen zu Maschinen und nicht in die Schaltanlage eingebauten Apparate von § 28 d) erfaßt.

5) In Betriebsräumen muß von der Unverwechselbarkeit der Sicherungen oft abgesehen werden. Die Bemessung der Sicherungen kann an einzelnen Leitungen des Betriebsraumes nicht nach einem starren Schema, sie muß vielmehr oft nach besonderen aus den Betriebsverhältnissen sich ergebenden Erwägungen erfolgen, und dieselben Erwägungen führen unter Umständen dazu, die Bemessung der Sicherungen zu ändern, so, wenn im Gebiet einer Speiseleitung andere Belastungsverhältnisse eintreten oder wenn eine Leitung vorübergehend zum Ersatz oder zur Unterstützung einer anderen herangezogen wird. Die unverwechselbaren Sicherungen, die willkürliches Handeln unkundiger oder unzuverlässiger Personen einschränken sollen, würden an einzelnen Stellen die Ausführung sachgemäßer Erwägungen der fachmännischen Betriebsleiter und ihrer Organe erschweren. Soweit durchaus stabile Verhältnisse vorliegen, wird der Betriebsleiter auch im Betriebsraume unverwechselbare Sicherungen anwenden, wenn sie dort zur Vereinfachung und Erleichterung des Dienstes beitragen.

6) Sinngemäß gilt die gleiche Erleichterung auch für Mehrfachleitungen.

bracht wird, der die Zuleitung vom Triebwerksraum allpolig abschaltet, und ferner der Raum jenseits dieses Hauptschalters augenfällig als elektrischer Betriebsraum gekennzeichnet ist<sup>7)</sup>.

Entgegen § 18 l) sind Handleuchter bei Gleichstrom bis 1000 V zulässig.

### § 29.

#### Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

a) Entgegen § 3 a) kann von dem Schutz gegen zufällige Berührung blanker, unter Spannung gegen Erde stehender Teile insoweit abgesehen werden, als dieser Schutz nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich oder der Bedienung und Beaufsichtigung hinderlich ist<sup>1)</sup>.

1. Als Hilfsmittel gegen zufälliges Berühren Spannung führender Teile kommen in Betracht: Trennwände zwischen den Feldern der Schaltanlage, Trennwände zwischen den einzelnen Phasen, Schutzgitter, feste und zuverlässig befestigte Geländer, selbsttätige Ausschalt- oder Verriegelungsvorrichtungen<sup>2)</sup>.

2. Der Verschuß der Räume soll so eingerichtet sein, daß der Zutritt nur berufenen Personen möglich ist<sup>3)</sup>.

### § 30.

#### Betriebstätten.

a) Entgegen §§ 3 b) und 21 a) dürfen bei Anlagen mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde die im Handbereich liegenden Zuführungsleitungen zu Maschinen ungeschützt verlegt werden, wenn sie unter den örtlichen Verhältnissen keiner Beschädigung ausgesetzt sind<sup>1)</sup>.

7) Die Kennzeichnung erfolgt zweckmäßig durch gut lesbare Warnungsschilder in Verbindung mit Geländern, absperrenden Seilen oder dgl.

§ 29. 1) Gegenüber § 28 besteht also hier die erwähnte Erleichterung, daß auch bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde von den sonst geforderten Schutzrichtungen unter den bezeichneten Voraussetzungen abgesehen wird.

2) Schranken und Geländer sollen steif sein, also nicht aus Seilen und Ketten bestehen. Die Höhe der Zwischenwände richtet sich nach der Aufstellung der zu bedienenden Apparate und der gefährlichen Teile in ihrer Nähe.

3) Die Räume sollen dauernd abgeschlossen und Schlüssel nur den berufenen Personen zur Verfügung oder erreichbar sein. Die Schlüssel sollen Bartschlüssel sein, nicht lediglich drei- oder vierkantige Drücker, die leicht nachzunehmen sind.

§ 30. 1) Der durch § 21 geregelte Schutz der Leitungen gegen Beschädigungen kann zwar in elektrischen Betriebsräumen nach § 28 d) zum Teil der sachverständigen Behandlung durch das unterwiesene Betriebspersonal anvertraut werden, in Betriebstätten dagegen, wo die elektrischen Einrichtungen nicht als Hauptsache, sondern nur als Hilfsmittel zu anderen Zwecken durch unkundige Personen benutzt werden, und wo vielfach kräftige oder sperrige Werkzeuge oder Werkstücke hantiert werden, ist dem Schutz der Leitungen gegen Beschädigung besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Besondere Schutzwehren sind jedoch an einzelnen Stellen schwierig anzubringen und werden zweckmäßig durch eine solche Anordnung der Leitungen ersetzt, die in sich der Beschädigung vorbeugt. Hiervon wird insbesondere bei der Verlegung von Leitungen an oder in Werkzeugmaschinen Gebrauch gemacht. Man kann hier die Gestaltung der Maschine unter Berücksichtigung des Schutzes der Leitungen vornehmen und erreicht ohne Gefährdung übersichtlichere oder leicht kontrollierbare Anordnungen. Sinngemäß gilt dies auch für das an solchen Stellen notwendige Zubehör wie Anlaßorgane oder dgl.

## § 31.

**Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume<sup>1)</sup>.**

a) Die nicht geerdeten, nach diesen Räumen führenden Leitungen müssen allpolig abtrennbar sein<sup>2)</sup>.

1. Als Schalter sollen in Stallungen Stangenschalter aus Isolierstoff verwendet werden.

✂ b) In B. u. T. sind nur Bleikabel, kabelähnliche Leitungen und Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH zulässig.

c) Als festverlegte Mehrfachleitungen sind nur Bleikabel und kabelähnliche Leitungen zulässig<sup>3)</sup>.

1) Welche Räume im einzelnen dem § 31 unterliegen, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Gemäß § 2 m) ist maßgebend, daß entweder die Isolation der elektrischen Einrichtungen oder der elektrische Widerstand des Körpers der beschäftigten Personen durch die in dem Raume wirksamen Einflüsse erfahrungsgemäß erheblich verschlechtert wird. Oft treten beide Wirkungen gemeinsam auf. Dabei kommt es nicht sowohl auf die Ursache (Feuchtigkeit, Durchtränkung mit chemisch wirksamen Stoffen) als auf die erwähnten Wirkungen an; daher kommen auch „ähnliche“ Räume in Betracht, z. B. sehr heiße Räume, wenn die in ihnen Beschäftigten regelmäßig starker Schweißbildung unterliegen, zumal wenn dabei etwa durch gut leitenden Fußboden die Gefahr noch weiter erhöht ist (Kesselräume und dgl.). Es gibt Räume, die dem Wortlaut des § 2 m) nicht vollständig entsprechen, da sie, wie z. B. Hausküchen, nur zeitweise feuchte Niederschläge oder Dämpfe aufweisen, in denen es aber trotzdem zweckmäßig geboten ist, einzelne oder alle Sonderbestimmungen des § 31 einzuhalten. Die Entscheidung muß dem Sachverständigen bei Kenntnis der Benützungsweise des Raumes überlassen werden. Nach § 5<sup>2</sup> werden von den in feuchten Räumen verlegten Teilen der Installation nicht dieselben Isolationsgrößen gegen Erde verlangt, wie sie sonst allgemein gefordert werden. Bei sorgfältiger Ausführung sind sie indessen auch hier erreichbar, wenn sie auch nicht jederzeit aufrechterhalten werden können. Es empfiehlt sich, den häufig als Begleiter der Feuchtigkeit auftretenden Schmutz möglichst zu bekämpfen, indem z. B. in bestimmten Zeiträumen die Isolierglocken, die Sockel der Apparate sowie Lampenfassungen und Beleuchtungskörper abgewischt oder abgewaschen werden. Noch besser ist es, die Gefahren dadurch zu vermindern, daß man ihre Ursache bekämpft, indem für Ableitung der ätzenden Stoffe, Ablauf des Wassers, Durchlüftung des Raumes, trockenere Standorte der Beschäftigten gesorgt wird. Mit solchen Mitteln kann auch die Widerstandsfähigkeit der beschäftigten Personen erhöht werden, indem sich z. B. die Schweißbildung vermindert oder die Notwendigkeit, Hände, Füße oder andere Körperteile mit ätzenden Stoffen zu durchtränken, wegfällt. Daher können auch passende Werkzeuge, gute Fußbekleidung nützliche Dienste leisten; ihr Gebrauch kann durch Betriebsvorschriften erzwungen werden.

Die Bestimmungen über feuchte Räume können auch als Anhaltspunkte für das Anbringen von Lampen und Apparaten im Freien gelten, soweit hierfür nicht im § 23 besondere Bestimmungen getroffen sind.

2) Siehe § 23 a) und die zugehörige Erläuterung.

3) Von den zur festen Verlegung zugelassenen Mehrfachleitern (§ 19 I) werden hierdurch Rohrdrähte NRA ausgeschlossen. Dagegen ist die Verlegung von Einzelleitungen sowohl in Rohr als auch offen nicht verboten. Rohrverlegung kann insbesondere für stärkere Leitungsquerschnitte noch nicht entbehrt werden. Bleikabel eignet sich vornehmlich für einfache Leitungsverbindungen ohne viele Abzweige. Offene Verlegung kommt nur außerhalb des Handbereichs in Frage. Hierbei sind Erhöhungen des Standortes, auch solche vorübergehender Art zu beachten.

2. Bei offen verlegten Leitungen ist der Schutz gegen Berührung (siehe § 3) besonders zu beachten<sup>4)</sup>.

3. Offen verlegte ungeerdete blanke Leitungen sollen in einem Abstand von mindestens 5 cm voneinander und in einem solchen von 5 cm von der Wand auf zuverlässigen Isolierkörpern verlegt werden (siehe § 21<sup>2</sup>). Sie können mit einem der Natur des Raumes entsprechenden haltbaren Anstrich versehen sein.

4. In landwirtschaftlichen Anlagen soll für Spannung führende Leitungen, die innerhalb feuchter Betriebsräume offen verlegt werden, nur NGAW-Leitung, für geerdete Leiter nur NL-Leitung verwendet werden.

5. In Stallungen, Molkereien, Futterküchen usw. empfiehlt es sich, die Leitungen an der Außenseite der Gebäude zu verlegen und nur kurze Zuleitungen zu den einzelnen Verbrauchsstellen einzuführen.

d) Als ortsveränderliche Leitungen sind Gummischlauchleitungen mittlerer und starker Ausführung NMH und NSH zu verwenden.

e) Steckdosen müssen mit Schutzkontakt versehen sein. Die Bestimmungen in § 3 c), 3<sup>2</sup> und 3 e) sind besonders zu beachten.

In Baderäumen dürfen Schalter und Steckdosen von der Badewanne aus nicht erreichbar sein<sup>5)</sup>.

f) Stromverbraucher müssen so eingerichtet sein, daß sie zum Zweck der Wartung spannungslos gemacht werden können.

g) Für Beleuchtung sind nur Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde zulässig. Fassungen müssen aus Isolierstoff bestehen. Schaltfassungen sind verboten. Beleuchtungskörper sind mit starken Überglocken, die auch die Fassungen abschließen, bei Gefahr der Beschädigung auch mit Schutzkörben, zu versehen<sup>6)</sup>.

### § 32.

#### **Akkumulatorenräume (siehe auch § 8) und elektrolytische Anlagen.**

a) Zur Beleuchtung der Akkumulatorenräume sind nur Glühlampen zulässig, die mit Überglocken umschlossen sind.

b) Für ausreichende Lüftung ist zu sorgen.

c) Akkumulatorenräume gelten als elektrische Betriebsräume.

### § 33.

(Bleibt frei.)

4) Hierbei sind Erhöhungen des Standortes, auch solche vorübergehender Art sowie das Hantieren mit Werkzeugen zu beachten.

5) Badende sind durch das Wasser in außerordentlich gut leitender Verbindung mit der Erde. Man vermeide daher die Möglichkeit der Berührung von Teilen der elektrischen Anlage. Auch Zugschalter werden zweckmäßig nicht von der Wanne aus bedient. Da Baderäume stets als feuchte Räume anzusprechen sind, müssen als Steckdosen nur solche mit Schutzkontakt verwendet werden, auch wenn sie von der Badewanne aus nicht erreichbar sind.

6) Glühlampen können, wo sie eine regelmäßige Bedienung im Betrieb nicht erfordern, durch die im § 31 a) verlangte Abtrennung der Leitungen spannungslos gemacht werden. Besondere Schalter sind erforderlich für Lampen, Motoren und andere Stromverbraucher, die regelmäßig bedient werden. Vgl. § 11 d).

## § 34.

**Feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume<sup>1)</sup>.**

a) Elektrische Maschinen, Transformatoren und Widerstandsgeräte, dgl. Schalter, Sicherungen, Steckvorrichtungen und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung oder Erhitzung stattfindet<sup>2)</sup>, dürfen nur insoweit verwendet werden, als durch ihre Bauart (siehe § 6<sup>2)</sup> oder durch andere geeignete Maßnahmen die entzündlichen Stoffe von den die Gefahr bringenden Teilen abgehalten werden<sup>3)</sup>.

1. Als geeignete Maßnahme gilt eine Ausführung, bei der das Eindringen von Fremdkörpern zu den blanken, Spannung führenden oder umlaufenden Teilen erschwert ist. Vollständiger Schutz gegen Staub, Feuchtigkeit oder Gasgehalt der Luft wird nicht erzielt. Bei Motoren ist das Zuströmen von Kühlluft aus dem umgebenden Raum nicht behindert (geschützte Ausführung, bei Motoren mit Kurzschlußläufer genügt offene Ausführung). Bei Widerstandsgeräten, Schaltern, Sicherungen, Steckvorrichtungen und ähnlichen Apparaten soll die vollständige Abdeckung aller Teile ohne ausgesprochene Öffnungen vorhanden sein [geschlossene Ausführung].<sup>4)</sup>

2. Die Verwendung von Steckvorrichtungen soll in Räumen mit leicht entzündlichem Inhalt (z. B. Heu, Stroh, brennbare Dämpfe usw.) auf das Äußerste beschränkt werden<sup>5)</sup>.

3. In allen Fällen ist in Drehstromanlagen die Verwendung von Motoren mit Kurzschlußläufer zu empfehlen.

4. Ortsveränderliche Motoren fallen ebenfalls unter die vorstehenden Bestimmungen, wenn sie nicht mit ihrem Zubehör in Wagen oder dgl., die allseitig abgeschlossen werden können, eingebaut sind.

b) Blanke Leitungen sind nicht zulässig. Isolierte Leitungen müssen in

1) Über die Grenze der hierunter fallenden Räume siehe § 2 n) und die zugehörnde Erläuterung.

2) Es ist zu beachten, daß das betriebsmäßige Auftreten von Stromunterbrechungen, also das Entstehen von Funken oder der Erhitzung entscheidend ist. Dabei ist unter Erhitzung eine Temperatur zu verstehen, die von dem jeweiligen Grad der Entzündlichkeit der betreffenden Stoffe abhängt. Im allgemeinen wird die beim Stromdurchgang auftretende Erwärmung an Maschinen, Leitungen, Schaltgeräten usw. nicht bedenklich sein; dagegen verlangen Widerstände, Heizgeräte und dgl. besondere Beachtung.

3) Auch die Maßnahmen werden verschieden sein können, je nachdem es sich um entzündliche feste Stoffe, Flüssigkeiten, Staub, Fasern oder Gase handelt. Vielfach wird es einfacher sein, die Maßnahmen der Fernhaltung nicht an den Teilen der elektrischen Anlage, sondern an denjenigen der Lagerung, Behandlung oder Förderung der entzündlichen Stoffe anzubringen oder bauliche Maßnahmen anzuwenden.

4) Die geschützte Ausführung der Maschinen entspricht den R.E.M./1930 § 19 II 1. Die geschlossene Ausführung von Widerstandsgeräten, Schaltern usw. ist in den R.E.A. 1928 § 7<sup>2)</sup> und den R.E.S./1928 § 19<sup>4)</sup> festgelegt. Diese Ausführungen werden für ausreichend erachtet, weil eine weitergehende Einschließung der elektrischen Teile wiederum erhöhte Erwärmungen mit sich bringen würde. Auch muß vorausgesetzt werden, daß unnötige Ablagerungen leicht entzündlicher Stoffe durch regelmäßige Beseitigung vermieden werden.

5) Die besondere Gefahr von Steckvorrichtungen besteht auch an den von ihnen ausgehenden ortsveränderlichen Leitungen und Geräten, die möglichst vermieden werden sollen.

Rohren nach § 26 oder als Bleikabel oder kabelähnliche Leitungen verlegt werden<sup>6)</sup>.

5. Auf Schutz gegen mechanische Beschädigung soll besonders geachtet werden.

6. In Heu- und Strohlagern usw. sollen Leitungen nur so weit verlegt werden, als sie dort benötigt werden. Sie sollen als Bleikabel oder kabelähnliche Leitungen verlegt und so angeordnet werden, daß sie möglichst kurz sind. Im allgemeinen sollen in solchen Räumen, wenn in ihnen selbst keine Stromverbraucher angeschlossen sind, Leitungen nicht durchgeführt werden<sup>7)</sup>.

7. Glühlampen in der Nähe von entzündlichen Stoffen sollen mit Vorrichtungen versehen sein, die eine Berührung der Lampen mit solchen Stoffen verhindern<sup>8)</sup>.

### § 35.

#### Explosionsgefährdete Betriebstätten und Lagerräume<sup>1)</sup>.

a) Elektrische Maschinen, Transformatoren und Widerstandsgeräte, dgl. Schalter, Sicherungen, Steckvorrichtungen und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung oder Erhitzung stattfindet, dürfen nur insoweit verwendet werden, als sie für die besonderen Verhältnisse explosionsgeschützt gebaut oder aufgestellt sind<sup>2)</sup>.

6) Blanke Leitungen sind verboten, weil an ihnen beim Berühren mit metallischen Werkzeugen oder bei ihrer Beschädigung Funken auftreten können. Auch in geerdeten Leitungen treten Spannungsabfälle auf, die unter ungünstigen Umständen zu Funken Anlaß geben können; das Verbot gilt daher auch für Schutzleitungen (§ 3<sup>2</sup>).

7) Die Lagerung der genannten Stoffe gestattet häufig nicht die Beobachtung des ordnungsgemäßen Zustandes der Leitungen, die dazu durch Werkzeuge bei der Bearbeitung oder dem Transport der Vorräte mechanisch gefährdet sind. Es kommt hinzu, daß diese Räume nicht durchweg trocken sind. Besonders in Heulagern bilden sich vielfach Feuchtigkeitsniederschläge. In Heu- und Strohlagern glaubte man im Gegensatz zu den feuchten Räumen nach § 31 c) auf andere Verlegungsarten als Bleikabel und kabelähnliche Leitungen verzichten zu können, jedoch gilt dies nicht für die übrigen nach § 34 zu behandelnden Räume [siehe 6)].

8) Es sind also hier nicht bedingungslos Überglocken gefordert. Je nach Art der entzündlichen Stoffe sind Schutzkörbe oder dgl. ausreichend, vielfach auch wegen der besseren Kühlung vorzuziehen. Bei Ablagerung von Fasern usw. bieten z. B. auch waagerechte oder wenig geneigte Schirme einen guten Schutz.

§ 35. 1) Über die Grenze der hierunter fallenden Räume siehe § 2<sup>2</sup> und die zugehörige Erläuterung. Zu beachten ist, daß explosionsgefährdete Räume nicht mit schlagwettergefährdeten Grubenräumen gleichzustellen sind. Für diese gelten besondere Vorschriften (§ 41).

2) Es ist zu beachten, daß das betriebsmäßige Auftreten von Stromunterbrechung, also das Entstehen von Funken oder der Erhitzung entscheidend ist. Dabei ist unter Erhitzung eine Temperatur zu verstehen, die von dem jeweiligen Grad der Entzündlichkeit der explosiblen Stoffe abhängt. Im allgemeinen wird man danach streben, die Maschinen und Apparate, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, nicht in solchen Räumen unterzubringen, die einer Explosionsgefahr unterliegen, insbesondere nicht in Räumen, in denen sich infolge der Betriebsverhältnisse explosive Gase oder Luftmischungen verbreiten. Wo es sich nur um feste Explosivstoffe handelt, wird ein dichter Abschluß der Maschinen und Apparate oder ein Abschluß derjenigen Vorrichtungen, in denen die explosiblen Stoffe verarbeitet werden, geeignet sein, die Gefahr zu beseitigen. Solche Abschlüsse der elektrischen Maschinen schützen jedoch im allgemeinen nicht gegen das

b) Festverlegte Leitungen sind nur in geschlossenen Rohren oder als Bleikabel oder kabelähnliche Leitungen zulässig<sup>3)</sup>.

1. Auf Schutz gegen mechanische Beschädigung soll besonders geachtet werden.

c) Zur Beleuchtung sind nur Glühlampen zulässig; sie müssen mit starken Überglocken und Schutzkörben versehen sein.

✕) 2. Für schlagwettergefährdete Grubenräume in B. u. T. gilt § 41. |

### § 36.

**Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, wenn in ihnen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind<sup>1)</sup>.**

a) Festverlegte Leitungen müssen bis in die Lampenträger oder in die

Eindringen von Gasen. Die Entwicklung der Drehstrommotoren mit Käfigläufer gestatt Ausföhrungen, die betriebsmäßig keine Stromunterbrechung und Funken bilden. Auch Ausföhrungen, die eine Fremdbelüftung der Maschine oder der funkenbildenden Teile (Schleifringgehäuse) ermöglichen, sind empfehlenswert, wenn dafür gesorgt ist, daß auch im Stillstand keine explosiblen Gase in das Innere eintreten oder diese vor dem Anlauf gefahrlos beseitigt werden. Bei Schaltgeräten gestatten Ausföhrungen, die unter Ölfüllung arbeiten, der Vorschrift zu genügen. Für Maschinen wie Apparate kommen auch Ausföhrungen in Betracht, bei denen die funkenbildenden Teile in möglichst enger Umschließung druckfest gekapselt werden, so daß die etwa ausgelösten Explosionen auf kleine Quantitäten des explosiblen Gases beschränkt bleiben. Andere Ausföhrungen dieser Art gestatten dem explodierenden Gas freie Expansion, wobei durch geeignete Führung der Gase eine Abkühlung derart herbeigeföhrt wird, daß eine Fortpflanzung der Explosion verhindert wird. Es ist aber zu beachten, daß die Explosionserscheinungen bei den verschiedenen Arten explosibler Stoffe verschieden verlaufen, so daß Bauarten, die in Schlagwettern sicher sind, in Leuchtgasgemischen oder Gemischen von Luft und Benzindämpfen nicht ohne weiteres als sicher gelten können. Vielmehr ist für jede Bauart eine Erprobung gegenüber dem fraglichen Explosivgas nötig. Ganz allgemein sind verschiedene Arten von explosionsgefährdeten Räumen hinsichtlich ihrer elektrischen Einrichtungen verschieden zu behandeln je nach den verarbeiteten Stoffen und der Betriebsweise. Im allgemeinen werden auch Ausföhrungen von Maschinen und Apparaten, die den „Vorschriften für die Ausföhrung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte“ entsprechen, für explosionsgefährdete Räume geeignet sein.

3) Als geschlossene Rohre gelten auch Isolierrohre mit gefalztem Metallmantel, sowie gefaltze Rohrdröhre, soweit sie der zu erwartenden mechanischen Beanspruchung genügend Widerstand bieten. Abzweigdoson usw. müssen ebenso geschlossen sein wie die Rohre. Offen verlegte Schlitzrohre sind unzulässig. In rauen Betrieben ist Stahlpanzerrohr am Platze. Zu beachten ist, daß das „geschlossene“ Rohrsystem an keiner Stelle durchbrochen sein darf, also an den Belcuchtungskörpern, Apparaten usw. das Rohr ausreichend tief eingeföhrt sein muß.

§ 36. 1) Alle Bestimmungen des § 36 beziehen sich nur auf solche Schaufenster, Warenhäuser usw., die leicht entzündliche Stoffe in größeren Mengen enthalten. Sie gelten also z. B. nicht für Kaufläden mit Porzellan- oder Eisenwaren oder für die nur als Büroräume benutzbaren Teile von Warenhäusern. Andererseits umfaßt § 36 auch Kaufhäuser, die nicht als „Warenhaus“ bezeichnet werden, wenn sie sich als „ähnliche Räume“ kennzeichnen. Maßgebend ist, daß leicht entzündliche Gegenstände in Räumen aufgehäuft sind, in denen eine größere Menschenmenge verkehrt und die nicht unmittelbar von der Straße aus zugänglich sind. Soweit beim Erbauen von Geschäftshäusern deren besondere Verwendungsart nicht vorhergesehen werden kann, wird man gut tun, die Installation so einzurichten, daß dem § 36 nachträglich genügt werden kann.

Anschlußdosen vollständig durch Rohre geschützt oder als Rohrdraht ausgeführt sein<sup>2)</sup>).

b) Auf den Schutz entzündlicher Gegenstände gegen die Berührung mit Lampen ist besonderer Wert zu legen.

c) Beleuchtungskörper und andere Stromverbraucher, die ihren Standort wechseln, sind nur mittels biegsamer Leitungen anzuschließen, die mindestens der Gummischlauchleitung mittlerer Ausführung NMH entsprechen<sup>3)</sup>).

d) Alle Schalter, Anschlußdosen und Sicherungen müssen mit widerstandsfähigen Schutzkasten umgeben und an Plätzen fest angeschlossen sein, an denen eine Berührung mit leicht entzündlichen Stoffen ausgeschlossen ist<sup>4)</sup>).

## V. Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art.

Die Sonderbestimmungen für Anlagen besonderer Art setzen sich aus Zusatz- und Ausnahmebestimmungen zusammen. Bei den Ausnahmebestimmungen treten die allgemein gültigen Bestimmungen unter III insoweit außer Kraft, als sie Abweichungen enthalten.

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

#### § 37.

##### Prüffelder, Justirräume und Laboratorien.

a) Für festverlegte Leitungen sind Abweichungen von den Bestimmungen über Stützpunkte der Leitungen u. dgl. zulässig, doch ist dafür zu sorgen, daß die Bestimmungen hinsichtlich mechanischer Festigkeit, zufälliger gefahrbringender Berührung, Schutz gegen elektrische Feuererscheinungen und Erdung für den ordnungsmäßigen Gebrauch erfüllt sind<sup>1)</sup>).

2) Der besonders vollständige Schutz der Leitungen rechtfertigt sich durch die Erfahrung, daß die Leitungen durch das Aufstapeln der Waren, durch das Ansetzen von Leitern und dgl. der Verletzung besonders ausgesetzt sind. Die Erfahrung lehrt auch, daß die Leitungen an keiner Stelle der Berührung mit den Waren völlig entrückt sind, denn letztere häufen sich zeitweise bis an die Decke. Am einfachsten und daher am gebräuchlichsten ist es, diesen Schutz durch Verlegung der Leitungen unter dem Putz und in den Decken zu erzielen.

3) Wenn diese ortsveränderlichen Stromverbraucher im Schaufenster mit leicht entzündlichen Stoffen angewendet werden, bedarf es besonderer Aufmerksamkeit. In jedem Falle sind Stecknadeln, Drahtstifte u. dgl. zur behelfsmäßigen Befestigung solcher Leitungen zu vermeiden.

4) Gegen diese Bestimmung wird dadurch leicht verstoßen, daß Schalter, Sicherungen oder Verteilungstafeln mit aufgestapelten Waren bedeckt werden. Am besten ist es, die Apparate auf Verteilungschalttafeln zu konzentrieren und diese etwa noch durch Schutzkästen vor der Berührung mit brennbaren Stoffen zu bewahren. Da aber auch die Zugänglichkeit sichergestellt werden muß, wähle man hierfür Orte, die ihrer Bestimmung nach zur Aufnahme von entzündlichen Waren nicht in Frage kommen, z. B. Treppenabsätze.

§ 37. 1) Neben der Entfernung der Befestigungspunkte sind es namentlich die Abstände der Leitungen voneinander und von Wänden, Laufgängen, Baugerüsten usw., die oft nicht den allgemeinen Vorschriften entsprechend eingehalten werden können.

## § 37. Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen. 87

b) Ständige Prüffelder, Justierräume und Laboratorien sind mit festen Abgrenzungen und Warnungstafeln zu versehen. Fliegende Prüfstände sind durch eine auffallende Absperrung (Schranken, Seile oder dgl.) kenntlich zu machen<sup>2)</sup>.

1. Wenn in ständigen Prüffeldern, Justierräumen und Laboratorien an den behelfsmäßigen Leitungen, an den Apparaten usw. der Schutz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile nicht angewendet wird, sollen die Gänge hinreichend breit und der Bedienungsraum genügend groß sein<sup>3)</sup>.

c) Bei Schalt- und Verteilungstafeln für Eich- und Prüfzwecke ist Holz als Bau- und Isolierstoff zulässig.

### Einrichtungen für Betriebsversuche und behelfsmäßige Einrichtungen<sup>4)</sup>.

Außer den Bestimmungen unter a) bis c) gilt noch folgendes:

d) Die für Betriebsversuche erforderlichen Einrichtungen brauchen den allgemeinen Bestimmungen unter III nicht zu entsprechen, wenn die Versuche unter sachkundiger Aufsicht stehen.

e) Behelfsmäßige Einrichtungen sind durch Warnungstafeln zu kenn-

---

2) Es läßt sich nicht vermeiden, daß auch Personen in die Nähe der genannten Arbeitsplätze kommen, die selbst nicht zu den fachmännisch gebildeten zählen, z. B. solche, die die zu prüfenden Gegenstände bringen oder abholen. Diesen soll die Grenze der Gefahr erkennbar sein.

3) In Prüffeldern, Justierräumen und Laboratorien kann damit gerechnet werden, daß die Beschäftigten entweder allgemein fachmännisch ausgebildet oder besonders unterwiesen sind. Durch reichliche Bemessung der Räume und Gänge soll der zufälligen Berührung vorgebeugt werden.

4) Behelfsmäßige Einrichtungen, d. h. solche, die nur für kurze Dauer bestimmt sind, kommen in erster Linie auf Bauplätzen und hier hauptsächlich im Freien vor; sie werden ferner zum Beleuchten bei Festen, Illuminationen, Schausstellungen und Versammlungen verwendet. Innerhalb von Gebäuden sind sie unter Umständen nötig zum Beleuchten und zum Antrieb von Elektromotoren. Einrichtungen in Schaubuden, Zirkuszelten, auf Neubauten können ebenfalls unter Umständen als behelfsmäßige gelten. Durch rasche Herstellung einer Beleuchtung oder eines elektrischen Antriebs an solchen Orten können oft die mit dem Bau, mit einer Menschenansammlung, mit unvorhergesehenen Arbeiten an bedrohten Stellen, etwa bei Überschwemmungen, verbundenen Gefahren erheblich vermindert werden. Es wäre daher unbillig, von solchen Einrichtungen alle Anforderungen zu verlangen, die an dauernde Anlagen gestellt werden und nur mit größerem Zeitaufwand erfüllbar sind. Andererseits muß man sich davor hüten, die in vielen Fällen gerechtfertigten Erleichterungen in allzu weitem Umfange auszunutzen. Eine scharfe Grenze zwischen vorübergehenden und dauernden Einrichtungen gibt es nicht, und in vielen Fällen ist es möglich, auch solche Einrichtungen, die nur vorübergehend an einem Ort bleiben, so zu gestalten, daß sie allen Anforderungen an dauernde genügen. Dies wird z. B. bei manchen Schaubuden zutreffen, die der Reihe nach an verschiedenen Orten, aber stets in derselben Weise aufgebaut werden und die Teile ihrer elektrischen Ausrüstung mit sich führen. Wo die Sicherheit größerer Menschenmengen in Frage steht, wie bei Schausstellungen in geschlossenen Räumen, sind die Einrichtungen anders zu beurteilen als dort, wo es sich nur um wenige mit den auszuführenden Arbeiten vertraute oder selbst sachkundige Personen handelt, z. B. bei Betriebsversuchen. Einrichtungen für wenige Stunden unterliegen anderen Anforderungen als solche für einige Wochen. In feuchten, feuer- oder explosionsgefährdeten Betriebsstätten sollten behelfsmäßige Einrichtungen nicht angebracht werden. Schüler und Dilettanten sollen Versuche nur mit Kleinspannungen oder unter sachverständiger Aufsicht ausführen.

zeichnen und durch Schutzgeländer, Schutzverschlüge oder dgl. gegen den Zutritt Unberufener abzugrenzen. Den örtlichen Verhältnissen ist dabei Rechnung zu tragen<sup>5)</sup>.

Die beweglichen und ortsveränderlichen Einrichtungen sowie die Beleuchtungskörper, Apparate, Meßgeräte usw. müssen den allgemein gültigen Bestimmungen unter III genügen<sup>6)</sup>.

Bei Schalt- und Verteilungstafeln ist Holz als Baustoff, nicht aber als Isolierstoff zulässig.

## B Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunsth Bühnen, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

### § 38.

#### Allgemeine Bestimmungen<sup>1)</sup>.

a) Für Installationen von Theatern, Lichtspielhäusern, Kleinkunsth Bühnen, Zirkusgebäuden und diesen gleichzustellenden Versammlungsräumen dürfen nur Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde verwendet werden<sup>2)</sup>.

b) Transformatoren- und Ölschalteranlagen dürfen sich nur in Räumen

5) Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die Schutzmaßnahmen den Verhältnissen anzupassen sind. An Baugerüsten, bei Festbeleuchtungen, Illuminationen, insbesondere bei Gelegenheiten, die zur Ansammlung großer Menschenmengen führen, sind Leitungen und Apparate zunächst dem etwa vorüberkommenden Publikum unzugänglich anzuordnen, die Arbeitenden müssen an den von ihnen regelmäßig zu benutzenden Wegen vor zufälliger Berührung gefährlicher Teile bewahrt werden. Ein völliger Abschluß aller Teile gegenüber den Arbeitenden ist meist nicht möglich. Hier müssen Warnungzeichen oder Aufschriften, unter Umständen auch Wachposten unterstützend eingreifen.

6) Da die Zugänglichkeit der Leitungen, Stromverbraucher und Apparate für die Beschäftigten nicht immer in demselben Maße ausgeschlossen werden kann wie bei festen Anlagen in und an fertigen Räumen, so ist um so mehr darauf zu sehen, daß die unter e) Abs. 2 genannten Dinge selbst von ordnungsmäßiger Beschaffenheit sind. Zwar werden sich die für provisorische Zwecke benutzten Hilfsmittel besonders rasch abnutzen, doch kann damit nicht der Gebrauch schadhafter Leitungen, Fassungen, Schalter oder anderer Geräte gerechtfertigt werden, solche sind am allerbedenklichsten. Man benutze daher festgebautes, widerstandsfähiges Material. Was schadhaf geworden, ist sofort auszumetzen.

§ 38. 1) Sonderbestimmungen für Theater sind aus zwei Gründen notwendig. Zunächst weil es sich um große Menschenmengen handelt, für die nicht nur die unmittelbare Brandgefahr, sondern auch die aus einer Panik entstehenden Folgen zu fürchten sind. Zum anderen weil in den Theatern, besonders im Bühnenraum, verhältnismäßig große Lichtmengen auf engem Raum zusammengedrängt gebraucht werden, und dieser Gebrauch zum Erzielen der Bühnenwirkungen ein eigenartiger ist, der die elektrische Einrichtung in besonders hohem Maße beansprucht; namentlich sind mechanische Beschädigungen durch das Bewegen der Beleuchtungskörper selbst sowie durch das Bewegen der Bühnenrequisiten und der Personen zu fürchten.

2) Nur für die Installation, d. h. für die eigentliche Gebrauchsanlage gilt diese Spannungsgrenze. Dagegen ist es nicht verboten, die Umformung höherer Spannungen auf die Gebrauchsspannung im Theatergebäude selbst vorzunehmen.

befinden, die so gelegen sind, daß bei Bränden oder Explosionen dieser Anlagen mit einer Gefährdung für die Zuschauer nicht zu rechnen ist<sup>3)</sup>.

c) Die elektrischen Leitungsanlagen sind von der Hauptschalttafel ab in Gruppen zu unterteilen. Mehrleiteranlagen sind bei der Hausbeleuchtung, soweit tunlich, bereits von den Hauptverteilungsstellen ab in Zweileiterzweige (bei Systemen mit Nulleiter, bestehend aus Außen- und Nulleiter) zu unterteilen<sup>4)</sup>.

Für die Bühnenbeleuchtung gilt das in § 39<sup>4</sup> Gesagte.

d) In Räumen, die mehr als drei Lampen enthalten, sowie in allen Fluren, Treppenhäusern und Ausgängen sind die Lampen an mindestens zwei getrennt gesicherte Zweigleitungen anzuschließen<sup>5)</sup>. Von dieser Bestimmung kann abgesehen werden, wenn die Notlampen eine genügende Allgemeinbeleuchtung gewähren<sup>6)</sup>.

e) Schalter und Sicherungen sind tunlichst gruppenweise zu vereinigen; sie dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein<sup>7)</sup>.

3) Die Ausführung dieser Anlagen unterliegt in der Regel den V.E.S. 2. Aber die Lage der Räume soll so sein, daß der genannten Gefährdung einschl. etwaiger Verqualmung vorgebeugt wird. Man vermeidet daher die Lage unter dem Hauptversammlungsraum, den Treppen oder Ausgängen und wählt möglichst Räume an Höfen.

4) Die Unterteilung soll es unmöglich machen, daß durch eine im Verbrauchsgebiet vor sich gehende Störung, z. B. Kurzschluß und Abschmelzen einer größeren Sicherung, die ganze Anlage außer Betrieb gesetzt wird, so daß allgemein Dunkelheit eintreten würde. Aus demselben Grunde werden häufig dort, wo das Theater aus einem Elektrizitätswerke gespeist wird, zwei getrennte, von verschiedenen Speiseleitungen versorgte Hausanschlüsse angeordnet.

Die Ausführung der Abzweige in Gestalt von Zweileiteranlagen bewirkt, daß die Zweige weniger voneinander abhängig sind, als wenn sie sich eines gemeinsamen Nulleiters bedienen. Eine Unterbrechung dieses Nulleiters könnte im letzteren Falle sehr gefährliche Folgen haben.

Außerdem macht es die Trennung möglich, daß man die Hauptzweige auf verschiedenen Wegen den Verbrauchsgebieten zuführt. Man wird z. B. eine Hauptleitung auf der rechten, die andere auf der linken Seite des Hauses führen, damit ein örtlich begrenzter Unfall (Brand, Wasser) nur einen Hauptleiter treffen kann. Im Verbrauchsgebiet werden die letzten Ausläufer beider Zweige so geführt, daß beim Unterbrechen eines Hauptzweiges niemals irgendein Raum völlig dunkel werden kann, jedoch sind unmittelbare Kreuzungen der beiden Hälften sowie die Berührung von Beleuchtungskörpern, die an zwei verschiedenen Hälften liegen, mindestens im Bühnenhaus möglichst zu vermeiden. Auch im Zuschauerhaus ist es nicht empfehlenswert, mehr als einen Außenleiter in einen Beleuchtungskörper einzuführen; man soll vielmehr die leichtere Isolation und größere Sicherheit, die die Trennung der Hälften ergibt, voll ausnutzen.

Die Teilung in Zweileiterzweige ist auch vor der Anschlußstelle des Bühnenregulators vorzunehmen, dessen Regelwiderstände nach § 39 a), Abs. 3 in die Außenleiter zu legen sind. Das Einführen von mehr als einen Außenleiter in ein und denselben Bühnenkörper ist bei den großen Horizont- und Spielflächenbeleuchtungen nicht zu umgehen (siehe § 39<sup>4</sup>).

5) In Treppenhäusern legt man zweckmäßige eine Steigleitung an die Außenwand (Fensterseite), die andere an die Innenwand. Es werden dann die aufeinanderfolgenden Lampen abwechselnd an die eine und an die andere Leitung angeschlossen.

6) Als genügende Allgemeinbeleuchtung durch die Notlampen wird eine solche gelten, die nicht nur die Ausgänge selbst, sondern auch die Wege zu ihnen umfaßt. Sie wird nur dadurch zu erzielen sein, daß man die Notbeleuchtung durch ein besonderes unabhängiges Leitungsnetz mit unabhängiger Stromquelle speist (§ 38f).

7) Die Zentralisierung ermöglicht rasches Auffinden und vereinfacht die Bedienung, sie erhöht so die Sicherheit. Es empfiehlt sich, nicht nur die Schalttafeln durch Türen

f) Bei elektrischen Notbeleuchtungen müssen die Lampen an eine oder mehrere, räumlich und elektrisch von der Hauptanlage unabhängige Stromquellen angeschlossen werden<sup>8)</sup>).

g) Falls neben der Notbeleuchtung und der Hauptbeleuchtung für den Zuschauerraum noch eine besondere Hilfsbeleuchtung eingerichtet ist, muß diese von einer außerhalb des Beleuchter- oder Bildwerferraumes gelegenen Stelle aus einschaltbar sein<sup>9)</sup>).

Die Stromzuführung zu dieser Schaltstelle muß unmittelbar und unverzweigt von der Hauptschalttafel oder Hausanschlußsicherung erfolgen.

Einschaltung über Regelwiderstände ist unzulässig.

### § 39.

#### Bestimmungen für das Bühnenhaus.

Für Installationen des Bühnenhauses (Bühne, Untermaschinerien, Arbeitsgalerien und Schnürböden, auch Garderoben und andere Neben-

(Glastüren) u. dgl. vor dem Publikum abzuschließen, sondern sie womöglich an solchen Orten aufzustellen, zu denen das Publikum überhaupt nicht Zutritt hat, damit die Bedienung auch während eines Gedränges des Publikums ungehindert bleibt. Für das Aufschichtpersonal und die Feuerwehr sollen dagegen diese Orte leicht zugänglich sein.

8) Als Stromquelle für die Notbeleuchtung darf nicht eine zu der Hauptbeleuchtung gehörige Akkumulatorenbatterie dienen, d. h. es dürfen nicht Hauptbeleuchtung und Notbeleuchtung von derselben Batterie gespeist werden; auch darf nicht während der Benutzung der Notbeleuchtung die sie speisende Batterie mit der Lademaschine verbunden sein, wenn die letztere für die Hauptbeleuchtung tätig ist. Doch wird es als genügend sicher anerkannt, wenn eine besondere, für alle Notlampen gemeinsame Akkumulatorenbatterie außerhalb der Betriebszeit des Theaters von der Hauptstromquelle geladen und während der Vorstellungen ausschließlich auf die Notbeleuchtung entladen wird; vorausgesetzt ist dabei, daß die Batterie örtlich genügend getrennt von der Stromquelle für die Hauptbeleuchtung aufgestellt ist. Dabei soll auch die zugehörige Schalttafel nicht mit derjenigen der Hauptbeleuchtung vereinigt sein. Auch die Notbeleuchtungsbatterie kann zur größeren Sicherheit völlig oder mittels Dreileitersystems in Teile getrennt werden. Vielfach legt man Wert auf eine noch größere Unabhängigkeit der einzelnen Lampen, z. B. in der Weise, daß jede Lampe eine besondere, mit ihr örtlich vereinigte kleine Akkumulatorenbatterie besitzt. Die einzelnen Batterien können etwa zur Ladung hintereinander geschaltet sein. Während des Betriebes der Notbeleuchtung sind sie jedoch einzeln von dieser Verbindungsleitung abzuschalten, damit sie nicht durch einen Kurzschluß in dieser Leitung entladen werden können. Diese Abschaltung kann zwangsläufig mit dem Einschalten der Lampen verbunden werden. Für größere Theater hat sich jedoch das System der Einzelakkumulatoren weder in der Gestalt, daß diese völlig voneinander getrennt sind, noch in Hintereinanderschaltung bewährt, da es in beiden Gestalten zu viel Bedienung erfordert.

9) Viele Störungen und Brandfälle sind in Lichtspielhäusern vom Bildwerferraum ausgegangen. Wenn in solchen Fällen die Bedienung diese Räume plötzlich verläßt, ohne das Zuschauerhaus zu erhellen, entsteht leicht eine Panik. Zu diesem Zweck wird besonders in Lichtspielhäusern eine weitere Hilfsbeleuchtung (Panikbeleuchtung) eingerichtet, deren Betätigung von einer leicht und allgemein zugänglichen Stelle aus möglich sein soll. Durch ihre schnelle Einschaltung wird das Publikum beruhigt, das unter Umständen dann den erhellten Raum verlassen kann. Vielfach genügt hierzu eine einfache Leitung zu einem in der Mitte des Theaters angeordneten Lampenkörper.

räume im Bühnenhause) gelten außer den allgemein gültigen Bestimmungen unter III noch die folgenden Zusatzbestimmungen<sup>1)</sup>:

a) Schalttafeln und Bühnenregulatoren sind so anzuordnen, daß eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte ausgeschlossen ist<sup>2)</sup>.

Auf Endausschalter an Bühnenregulatoren findet § 11 g) keine Anwendung, wenn die vom Regulator bedienten Stromkreise an zentraler Stelle allpolig ausgeschaltet werden können<sup>3)</sup>.

Die Widerstände von Bühnenregulatoren sind bei Mehrleiteranlagen mit Nulleiter stets in die Außenleiter zu legen.

b) Bei Beleuchtungskörpern mit Farbenwechsel muß der Querschnitt der gemeinschaftlichen Rückleitung der höchstmöglichen Betriebsstromstärke angepaßt sein<sup>4)</sup>.

c) Betriebsmäßig Strom führende, blanke Leitungen sind in den Unter- maschinerien, auf der Bühne, den Arbeitsgalerien und dem Schnürboden nicht zulässig<sup>5)</sup>. Flugdrähte u. dgl. dürfen weder zur Stromführung noch als Erdungsleitung benutzt werden<sup>6)</sup>.

1) Unter Garderoben sind hier die für das Bühnenpersonal bestimmten zu verstehen, sofern sie mit der Bühne auf derselben Seite der Proszeniumswand liegen; sind sie brandsicher von der Bühne getrennt, so gelten sie nicht als zum Bühnenhaus gehörig. Die Garderoben für das Publikum gehören zum Zuschauerhaus.

2) Dem Publikum ist das Bühnenhaus der Regel nach unzugänglich. Aber auch das Bühnenpersonal scheidet sich in Befugte und Unbefugte. Eine vollständige Abschließung der Schalter und Regler, wie sie unter § 38 e) gegenüber dem Publikum gefordert wird, ist auf der Bühne nicht durchführbar, weil die Schalter während des Betriebes bedient werden müssen. Dagegen müssen Vorkehrungen getroffen sein, um unbeabsichtigte Berührung zu vermeiden. Namentlich müssen die Schalter und Regler auch gegen Berührung und Beschädigung geschützt sein, die beim Hin- und Hertragen der Kulissen und Requisiten möglich sind. Größere Regler und Schalter werden gewöhnlich in besonderen, nur für sie bestimmten Örtlichkeiten aufgestellt; alsdann genügt es, wenn das Betreten dieses Raumes den Unbefugten verboten ist. In dieser Hinsicht müssen Betriebsvorschriften ergänzend eingreifen.

3) Vgl. § 38 unter 4) Abs. 4. Wird die Mehrleiteranlage vor dem Bühnenregulator in einzelne Zweileiterzweige aufgelöst, wie in § 38 unter 4) Abs. 4 angegeben, so fällt der Grund für die Vorschriften § 11 d) weg, da alsdann eine Verbindung zwischen den Teilen des Mehrleiternetzes nicht mehr vorhanden ist, wenn die Ausschalter des Bühnenregulators geöffnet sind, also das sonst zu fürchtende Auftreten der Gesamtspannung in dem einen Zweig bei ordnungsmäßigem Zustande der Anlage nicht eintreten kann. Gegen die weitere Gefahr, daß bei geöffneten Schaltern der Regulator, die Widerstände usw. fälschlich für spannungslos gehalten werden und so Anlaß zu Unfällen gegeben sein kann, sollen die hier geforderten allpoligen Ausschalter an zentraler Stelle schützen. Es ist nicht nötig, daß ein Schalter sämtliche Regulatorstromkreise bedient, es muß nur jeder dieser Stromkreise abschaltbar sein. Die Schalter sitzen gewöhnlich in der Nähe des Regulators und werden nach jeder Vorstellung geöffnet.

4) Je nach der Bauart des Reglers entspricht diese Stromstärke dem gleichzeitigen Einschalten aller Farben oder nur eines Teils.

5) Es dürfen also auch die an den geerdeten Mittelleiter angeschlossenen Rückleitungen im Bühnenhaus nicht blank verlegt werden, während dies im Zuschauerhaus nicht verboten ist. Eine Ausnahme bildet in gewissem Sinne die Bestimmung unter 1) Abs. 3. Sinngemäß dürfen auch ungeschützte Metallmäntel nicht als Rückleitungen verwendet werden. Dagegen dürfen Schutzleitungen blank sein, weil sie betriebsmäßig nicht Strom führen, aber auch sie müssen nach d) gegen Beschädigung geschützt sein.

6) Neben Flugdrähten kommen hier hauptsächlich auch gespannte oder hängende Aufhängedrähte für Requisiten in Betracht. Natürlich dürfen auch umgekehrt Leitungs-

d) Festverlegte Leitungen müssen so angebracht werden, daß sie in erster Linie gegen die zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind<sup>7)</sup>.

e) Mehrfachleitungen zum Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper müssen durch starke schmiegsame, nicht metallene Schutzhüllen gegen mechanische Beschädigung geschützt sein [biegsame Theaterleitungen NTK und NTSK].<sup>8)</sup>

1. Die Befestigung der biegsamen Leitungen soll so sein, daß auch bei rauher Behandlung an der Anschlußstelle ein Bruch nicht zu befürchten ist<sup>9)</sup>.

2. Die Anschlußstücke sind mit der Schutzhülle so zu verbinden, daß die Kupferseelen an der Anschlußstelle von Zug entlastet sind. Steckkontakte sollen innerhalb widerstandsfähiger, nicht Strom führender Hüllen liegen und so angeordnet sein, daß zufällige Berührung der Strom führenden Teile, wenn sie nicht geerdet, genullt oder sonst gegen zu hohe Berührungsspannung geschützt sind, verhindert wird<sup>10)</sup>.

drähte nicht zum Aufhängen von Gegenständen benützt werden; einerlei ob die Leitungsdrähte blank oder isoliert sind. Selbstverständlich ist es nicht verboten, Flugdrähte usw. für sich zu erden, und es kann das unter Umständen angezeigt sein; es können aber die Verhältnisse auch so liegen, daß es sich empfiehlt, derartige Drähte, obwohl sie mit der elektrischen Einrichtung nicht unmittelbar zu tun haben, zu isolieren.

7) Die fest verlegten Leitungen stehen hier nicht nur im Gegensatz zu den biegsamen Leitungen zum Anschluß beweglicher Apparate, sondern auch zu den unter f) erwähnten, vorübergehend gebrauchten Szenerie-Installationen.

Der im § 21 a) allgemein geforderte Schutz der festverlegten Leitungen gegen Beschädigung wird im Bühnenhaus in verschärftem Maße verlangt. Prinzipiell darf dort also keine dauernd verlegte Leitung ungeschützt sein. Die Art des Schutzes richtet sich nach der Lage der Leitungen und nach den sonstigen Verhältnissen. Es ist auf etwa vorhandene Regenvorrichtungen und ihren Wirkungsbereich Rücksicht zu nehmen.

8) Bewegliche Bühnenbeleuchtungskörper sind sowohl die mit begrenzter Ortsveränderung (Kulissen, Oberlichter) als die mit unbegrenzter (Versatz u. dgl.). Bei der starken Benützung dieser Mehrfachleitungen ist auf besondere Biegsamkeit der Seele zu sehen, damit nicht durch Bruch der Einzeldrähte Erhitzung oder Funkenbildung eintritt. Fast alle Kulissen, Soffitten, Oberlichter, Versatzstücke und dgl. werden in Theatern beweglich sein, sind daher mittels biegsamer Mehrfachleitungen anzuschließen. Die transportablen Mehrfachleitungen unterliegen außerdem der Vorschrift des § 21 m).

9) Die richtige Ausführung dieser Vorschrift erfordert besondere Erfahrung. Es ist nötig, daß die Biegsamkeit der Leitung gegen das Kontaktstück hin ganz allmählich geringer wird, so daß das letzte Stück der Leitung mit dem Kontaktstück selbst vollkommen steif zusammenhängt. Praktisch wird dies z. B. durch Gummi- oder Lederstulpen erzielt.

10) Die Entlastung der Anschlußstellen ist im § 10 g) allgemein vorgeschrieben. Im Bühnenhaus ist die Forderung bei der Größe der bewegten Massen ganz besonders wichtig. Bei Kulissen u. dgl. ist häufig die Bewegung durch ein besonderes Seil begrenzt und dadurch bereits eine Entlastung des Anschlußleiters herbeigeführt.

Nach § 39 l) Absatz 7 ist es auf der Bühne erlaubt, Anschlußkontakte der Stromzuführung mit Stiften (Vollkontakten) auszurüsten, damit die beweglichen Leitungen beiderseits Hohlkontakte erhalten können. Die festmontierten Anschlußkontakte werden in der Regel in den Bühnenfußboden eingelassen, so daß eine zufällige Berührung der blanken Stifte, wenn sie Spannung gegen Erde führen, ausreichend verhindert ist. Die Umschließung dieser Kontakte besteht in der Regel aus Eisen und schließt z. B. durch einen im Bühnenfußboden liegenden Scharnierdeckel die Berührung sowohl in unbenutztem Zustand wie während der Benutzung aus. Die Zugänglichkeit beim Ein- und Ausziehen des Steckers ist auf Grund langjähriger Erfahrung hier erlaubt.

f) Für vorübergehend gebrauchte Szenerieinstallationen kann von der Erfüllung der allgemeinen Vorschriften für die Verlegung von Leitungen ausnahmsweise abgesehen werden, wenn isolierte Leitungen verwendet werden, die Verlegungsart jegliche Verletzung der Isolierung ausschließt und diese Installation während des Gebrauches unter besonderer Aufsicht steht. In diesem Falle sind Drahtschellen für Einzelleitungen zulässig und Durchführungstüllen entbehrlich<sup>11)</sup>.

g) Bei Bühnenbeleuchtungskörpern (Oberlichter, Seitenlichter, Rampen-, Horizont-, Spielflächen-, Versatz- und Scheinwerferbeleuchtung) genügt für jeden Körper je eine Sicherung für alle Lampen einer Farbe. Sicherungen sind im festverlegten Teil der Leitung anzubringen.

In und an Bühnenbeleuchtungskörpern selbst sind Sicherungen nicht zulässig<sup>12)</sup>.

Sicherungen für elektrische Starkstromanlagen auf der Bühne (Beleuchtung, Lichtsignale, Kraft- und ähnliche Zwecke) sind möglichst auf der Bühnenschalttafel zusammenzufassen oder, soweit dieses aus Bühnenbetriebsgründen nicht zugänglich ist, an anderen geeigneten Stellen zu Gruppen zu vereinigen und mit ordnungsmäßiger Verkleidung zu versehen<sup>13)</sup>.

h) Die Querschnitte der beiderseits mit Steckern versehenen Anschlußleitungen (Versatzkabel) für ortsveränderliche Bühnenbeleuchtungskörper sind nach der Nennstromstärke der Sicherungen des größten Versatzstromkreises zu bemessen; soweit dieses nicht tunlich ist, sind besondere Zwischenicherungen einzubauen.

Tragbare Kuppelkontakte, die zum Anschluß schwächerer Abzweigungen

11) Nur ausnahmsweise kann davon abgesehen werden. Durch diese dem Bühnenmeister zugestandene Erleichterung wird er indessen nicht von der Verantwortung für seine Anordnungen entbunden. Bei allen elektrischen Installationen, die auf der Bühne für Sonderzwecke gemacht werden, sollte sachverständiger Rat eingeholt und zuverlässige besondere Fachaufsicht geübt werden.

Drahtschellen sind den Krampen ähnlich, jedoch so geformt, daß eine Verletzung des Drahtes beim Befestigen der Schelle nicht möglich ist. Sie sollten indes auch bei der hier zugestandenen ausnahmsweisen Verwendung stets mit einer weichen isolierenden Einlage benützt werden.

12) Die Sicherungen müssen nach § 14 a) allpolig sein; doch dürfen innerhalb der einzelnen Beleuchtungskörper Querschnittsänderungen vorkommen, ohne daß eine Sicherung angebracht ist. Die Beschränkung des § 14<sup>a</sup> fällt hier weg. Allzu große Einzelsicherungen haben jedoch den Nachteil unerwünschter Licht- und Knallwirkungen beim Durchschmelzen. Kulissen, Oberlichter u. dgl., die oft eine sehr große Zahl von Lampen tragen, sind so unzugänglich, daß das Auswechseln einer Sicherung an dem Beleuchtungskörper sehr erswert ist; außerdem würden Sicherungen innerhalb der Beleuchtungskörper der Gefahr ausgesetzt sein, durch die häufigen Bewegungen locker zu werden, sich zu erhitzen, herauszufallen oder beschädigt zu werden, andererseits sollen die Sicherungen möglichst weit von dem Personal, das sich auf der Bühne bewegt (oft in brennbarer Kleidung), entfernt sein, damit beim Funktionieren der Sicherung jede Gefahr ausgeschlossen ist.

13) Man sucht mit einer kleinen Zahl von Sicherungstufen und entsprechenden Drahtquerschnitten auszukommen. Ist die Stromstärke der gerade benützten Versatzbeleuchtung erheblich kleiner als die der fest eingebauten Sicherung, so daß dünnere Schnüre benützt werden, oder erscheint es nötig, im Beleuchtungskörper mehrere Stromkreise zu bilden und jeden besonders zu sichern, so kann dies mit Verteilungssicherungen geschehen, die in sachgemäßer Weise gebaut sind.

bestimmt sind, müssen auf feuersicherer Unterlage aufgebaut sein sowie eingebaute, mit widerstandsfähigem Baustoff abgedeckte Sicherungen enthalten.

i) Bei Regelwiderständen, die an besonderen, nur dem Bedienungspersonal zugänglichen, feuerhemmend ausgeführten Stellen angebracht sind, ist eine Schutzverkleidung aus feuersicherem Stoff entbehrlich<sup>14)</sup>.

3. Die Stufenschalter für den Bühnenregulator sollen unmittelbar bei den Regelwiderständen selbst angebracht sein, können aber durch Übertragung betätigt werden<sup>15)</sup>.

k) Die fest angebrachten Glühlampen auf der Bühne sowie alle Glühlampen in Arbeitsräumen, Werkstätten, Garderoben, Treppen und Korridoren müssen mit Schutzkörben oder -gläsern versehen sein, die nicht an der Fassung, sondern an den Lampenträgern befestigt sind<sup>16)</sup>.

l) Für Bühnenbeleuchtungskörper und deren Anschlüsse (Oberlichter, Seitenlichter, Rampen-, Horizont-, Spielflächen-, Scheinwerfer-, Bildwerfer- und Versatzbeleuchtungen) gelten folgende Bestimmungen:

Die Beleuchtungskörper sind mit einem Schutzgitter für die Glühlampen zu versehen<sup>17)</sup>.

Innerhalb der Beleuchtungskörper sind blanke Leitungen dann zulässig, wenn sie gegen zufällige Berührung geschützt sind<sup>18)</sup>.

14) Hier ist also eine Ausnahme von der unter § 12<sup>1</sup> gegebenen Regel zugelassen. Es empfiehlt sich, von dieser Ausnahme nur in dringenden Fällen und mit Vorsicht Gebrauch zu machen, denn die Möglichkeiten, durch die ein Widerstand beträchtliche Erwärmung erfahren kann, sind ebenso vielgestaltig wie die, daß irgendein brennbarer Dekorationsgegenstand oder dgl. durch Umfallen oder andere unbeabsichtigte Bewegungen mit einem solchen Widerstand in Berührung kommt. Meistens wird auch die nötige Ventilation trotz der feuersicheren Schutzhülle erreichbar sein.

15) Die Hauptteile des Bühnenregulators sind: die Handhebel, die Stufenschalterkontakte und die Widerstände. Bei kleinen Regulatoren sind alle diese Teile an einem gemeinsamen Gestell vereinigt; dabei ist die Regel 3 gewöhnlich erfüllt. Werden die Teile getrennt, so dürfen die Handhebel in größerer Entfernung von den anderen Teilen, nicht aber die Widerstände entfernt von den Stufenschaltern angeordnet werden, weil im letzteren Falle eine große Zahl von Leitungen nötig sein würde, die dem Durchhang unterliegen und infolgedessen zu falschen Berührungen, zu Störungen und unzulässigen Erwärmungen Anlaß geben können. Die Einstellungen der Handhebel werden nach den Stufenschaltern durch Seile, Ketten oder auch auf elektrischem Wege übertragen.

16) Schutzgläser und Schutzkörbe können durch geschickte Bauart ohne Beeinträchtigung ihres Zweckes dekoriert oder dekorativ ausgestaltet sein. Hiervon kann mit Vorteil z. B. in Künstlergarderoben Gebrauch gemacht werden. Über Künstlergarderoben, die nicht im Bühnenhaus selbst untergebracht sind, vgl. unter 1). Die zum Arbeiten dienenden transportablen Handlampen unterliegen dem § 18 e). Sie sollen ebenfalls Schutzkörbe haben. Die zur Szenerieausstattung gehörigen Beleuchtungskörper sollen, soweit dies mit ihrem Zweck vereinbar ist, mit Schirmen, Tulpen u. dgl. versehen sein und vor Berührung mit entzündlichen Stoffen bewahrt werden.

17) Die Schutzgitter müssen gut und sicher befestigt sein, da sie sonst bei bewegten Beleuchtungskörpern leicht Kurzschluß hervorrufen können. Vgl. auch die folgende Bestimmung. Die Schutzgitter müssen Lampen und Drähte schützen, und zwar wirksam. Sie müssen z. B. so stark sein, daß sie nicht durch Anstoßen anderer Körper, Requisiten u. dgl., wie dies auch in ordnungsmäßigem Bühnenbetrieb unvermeidlich ist, eingedrückt und so nutzlos werden.

18) Da die Lampen meist sehr nahe aneinander sitzen, so läßt sich mit blanken Drähten oder Schienen in der Regel eine solidere Bauart durchführen als mit isolierten.

Hängende Beleuchtungskörper sind, auch wenn sie geerdet, genullt oder sonst gegen das Auftreten zu hoher Berührungsspannung geschützt werden, gegen ihre Tragsaile zu isolieren<sup>19)</sup>.

Bühnenscheinwerfer, Projektionsapparate, Blitzlampen u. dgl. sind mit einer Vorrichtung zu versehen, die das Herausfallen glühender Kohleteilchen oder dgl. verhindert<sup>20)</sup>.

Sofern Filmband-Bildwerfer auf der Bühne verwendet werden sollen, müssen sie n) entsprechen. Für die Aufstellung und den Betrieb sind ortspolizeiliche Vorschriften zu beachten.

Ortsveränderliche Bühnenbeleuchtungskörper, wie Seitenlichter, Versatzrampen, Versatzständer, Scheinwerfer, Bildwerfer, Spielflächenleuchten u. dgl., können entgegen § 13 f) mit Steckdosen versehen werden, wenn deren Aufbau Regel 2 entspricht<sup>21)</sup>.

4. Die Spannung zwischen irgend zwei Leitern eines Beleuchtungskörpers soll 250 V nicht überschreiten<sup>22)</sup>. Bei Horizont- und Spielflächenbeleuchtungen gelten die einzelnen Laternen als Beleuchtungskörper<sup>23)</sup>.

Diese Drähte müssen hinreichend kräftig gewählt und so befestigt sein, daß sie mit den Metallteilen des Beleuchtungskörpers (Bleeschirm und Schutzgitter) nicht in Berührung kommen. Durch die Bauart des Körpers oder durch das Schutzgitter muß zufällige Berührung ausgeschlossen sein. Die blanken Drähte sind nur für das Innere der gemäß der vorhergehenden Vorschrift abgeschlossenen Bühnenbeleuchtungskörper zugelassen; nicht für andere oder an anderen Orten angebrachte Beleuchtungskörper.

19) Da die Galerien und andere Gebäudeteile oft aus Eisen bestehen, so könnten die Drahtsaile, die die Oberlichter tragen, zu Kurzschlüssen Anlaß geben, wenn sie nicht vom Beleuchtungskörper isoliert sind. Für die isolierte Aufhängung gibt es zahlreiche Hilfsmittel, wie sie als Abspannisolatoren u. dgl. gebräuchlich sind.

Die Vorschrift soll nicht verbieten, den Beleuchtungskörper zu erden, doch soll hierzu nicht das Tragsaile benutzt werden.

20) Wenn irgend möglich, sind die Scheinwerfer durch Glasfenster abzuschließen.

21) Während die Anschlußleitungen ortsveränderlicher Stromverbraucher sonst Stecker (Vollkontakte) haben müssen, so daß die Stromzuführung an der Steckdose (Hohlkontakt) endigt, ist es hier erlaubt, es umgekehrt zu machen. Auf der Bühne sind diese Geräteanschlußleitungen besonders lang und schwer und erhalten bis zu 5 Adern. Wenn die beiden Enden in verschiedene Anschlußorgane endigen würden, müßte bei Umstellungen das lange Kabel umgelegt werden. Daher besitzen bewegliche Bühnenkabel beiderseits Hohlkontakte. Der festmontierte Anschlußkontakt enthält Stifte, die aber so von Schutzhüllen umgeben sein müssen, daß eine zufällige Berührung ausgeschlossen ist (siehe § 39<sup>2)</sup>).

22) Für Bühnenbeleuchtungskörper ist eine engere Spannungsgrenze gesetzt als für die übrige Beleuchtung (in Garderoben, Gängen, Zuschauerraum usw.). Bei Mehrleiteranlagen mit mehr als 250 V Hauptspannung sollen z. B. nicht mehrere Außenleiter in ein und denselben Beleuchtungskörper eingeführt werden. Die Beschränkung rechtfertigt sich durch die Rücksicht sowohl auf die mechanische Beanspruchung der Bühnenkörper, als auf die Eindrücke, denen das Publikum z. B. beim Durchschmelzen einer Sicherung auf der Bühne, bei entstehendem Kurzschluß usw. ausgesetzt werden kann. Auch bei einer Hauptspannung von weniger als 250 V soll man die geschilderte Anordnung möglichst vermeiden. Es empfiehlt sich, die Lampen in den Soffitten nicht stehend, sondern nach unten gerichtet einzubauen, damit ein etwa gebrochener Glühfaden nicht Kurzschluß innerhalb der Lampe erzeugt.

23) Bei den genannten, besonders große Stromstärken führenden Bühnengeräten ist es im Gegensatz zu dem unter 22) Gesagten erlaubt, mehrere Zweige eines Mehrleitersystems in das ganze Gerät einzuführen, jedoch mit Beschränkung der Einzelzweige

Für Horizont- und Spielflächenbeleuchtungen sollen Abzweige in Mehrleitersystemen tunlichst nicht mehr als 6600 W bei 110 V oder 8800 W bei 220 V führen.

5. Holz soll nur bei vorübergehend gebrauchten Szenerie-Beleuchtungskörpern für Anlagen gemäß f) und nur als Baustoff zulässig sein<sup>24)</sup>.

### Bestimmungen für den Bildwerferraum.

m) Der Bildwerferraum ist eine feuergefährdete Betriebsstätte gemäß §§ 2 n) und 34.

n) Die Strom führenden Teile der in den Bildwerfern verwendeten elektrischen Lampen müssen gegen das Gehäuse isoliert und gegen zufällige Berührung geschützt sein; das gleiche gilt für ihre Anschlußstellen. Die Stromzuführung zu den Bildwerfern muß derart ausgebildet sein, daß ein unbeabsichtigtes Lockern der Anschlußstellen verhütet ist. Werden Bogenlampen im Bildwerfer verwendet, so ist das Gehäuse mit Vorrichtungen zu versehen, die das Herausfallen glühender Teilchen verhindern. Die zur Einstellung und Regelung der Lampen erforderlichen Antriebsvorrichtungen müssen Handgriffe aus Isolierstoff haben.

o) Vorschaltwiderstände zu den Lampen der Bildwerfer müssen § 12<sup>1</sup> entsprechen. Transformatoren mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde für Projektionsglühlampen sind, soweit sie im Bildwerferraum untergebracht werden, wie Vorschaltwiderstände zu behandeln. Schutzgehäuse der Vorschaltwiderstände und Transformatoren müssen so ausgebildet sein, daß ein Auflegen oder Anhängen irgendwelcher Gegenstände ausgeschlossen ist.

p) Als bewegliche Anschlußleitung zu den Bildwerfern ist Versatzkabel NTŠK nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“ zu verwenden.

q) Im Bildwerferraum dürfen nur die elektrischen Einrichtungen, die für seine Beleuchtung, Heizung und Entlüftung sowie für den Anschluß des Bildwerfers und für die Umspülvorrichtung nötig sind, und ferner ein Schalter für die „Hauptbeleuchtung“ des Zuschauerraumes vorhanden sein<sup>25)</sup>.

auf die einzelnen Laternen. Auch in diesen großen Geräten sind Sicherungen zu vermeiden (§ 39 g).

24) Die auf kleinen Bühnen viel benutzten, aus Holzlatten roh zusammengestellten Beleuchtungskörper sind nach jeder Richtung hin unzulässig. Holz widersteht dem Feuer ebenso schlecht wie in elektrischer Hinsicht dem Wasser. Seine leichte Bearbeitbarkeit begünstigt außerdem unsachgemäße Arbeit Unberufener. Wenn die Feuersicherheit erreicht werden soll, die der elektrischen Beleuchtung ihrer Natur nach zukommt, so muß verlangt werden, daß die elektrischen Einrichtungen auch mit demselben Maß von Arbeits- und Geldaufwand bedacht werden, das man jeder anderen Beleuchtungsart ohne Einwand zukommen lassen würde.

25) Für den Anschluß des Bildwerfers sind auch unter Umständen die Umformungseinrichtungen (rotierende Umformer, Gleichrichter) notwendig. Die Aufstellung solcher Umformer soll nach Möglichkeit in einem besonderen Raum oder wenigstens in einem besonderen Abschlag des Bildwerferraumes erfolgen. Ist dies nicht durchführbar, so ist zu beachten, daß nach § 39 m) der Bildwerferraum eine feuergefährdete Betriebsstätte ist und die Umformer nur insoweit verwendet werden dürfen, als durch ihre Bauart oder andere geeignete Maßnahmen entzündliche Stoffe von den gefahrbringenden Teilen abgehalten werden.

r) Die gesamte elektrische Anlage der Bildwerfer muß auch von einer außerhalb gelegenen Stelle aus ausgeschaltet werden können.

s) Soweit vom Bildwerferraum über die Hauptbeleuchtung [siehe q)] hinaus noch Beleuchtungsgruppen des Zuschauerraumes, einer Spielbühne oder anderer Hausteile geschaltet werden sollen, sind hierzu nur mechanische Antriebsvorrichtungen zu verwenden. Die Strom führenden Geräte sind außerhalb des Bildwerferraumes in geeigneten Räumen aufzustellen. Leitungen sind unter Vermeidung des Bildwerferraumes dorthin zu führen. Betätigung mit Druckknöpfen ist zulässig, wenn diese ein feuersicheres Gehäuse haben und auf feuersicheren Unterlagen aufgebaut sind.

### C. Bergwerke unter Tage.



(Siehe auch §§ 2, 3, 9, 16, 17, 19, 21, 25, 27, 28, 31 und 35.)

#### § 40.

##### Verlegung in Schächten, Querschlägen und Strecken.

a) In Schächten, Querschlägen und einfallenden Strecken von mehr als 45° Neigung dürfen nur bewehrte Bleikabel, bei denen die Bewehrung aus Stahldrähten oder Bronzedrähten entsprechender Festigkeit besteht, oder die auf andere Weise von Zug entlastet sind, verwendet werden. In trockenen, feuersicheren Nebenschächten sind auch isolierte Leitungen bei Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde zulässig<sup>1)</sup>.

1. Der Abstand der Befestigungstellen der Bleikabel soll in der Regel nicht mehr als 6 m betragen.

2. Die Befestigung der Bleikabel soll mit breiten Schellen erfolgen, die so beschaffen sind, daß sie die Bleikabel weder mechanisch noch chemisch gefährden<sup>2)</sup>.

b) Ist das Bleikabel chemischen Einflüssen durch Tropfwasser, Grubenwetter oder dgl. ausgesetzt, so muß es mit einem chemisch widerstandsfähigen Schutzmittel, z. B. Anstrich, versehen sein, sofern nicht die Bewehrung aus einem Metall besteht, das den chemischen Einflüssen an und für sich standhält<sup>3)</sup>.

##### Elektrische Schachtsignalanlagen<sup>4)</sup>.

c) Die Schachtsignalanlage jeder Förderung muß durch eine ge-

1) Über Leitungen zum Abteufbetrieb siehe § 44 a).

2) Neben eisernen Schellen, die das Erden der Kabel erleichtern, sind breite Schellen aus imprägniertem Holz üblich, die das Kabel weniger leicht beschädigen.

3) Chemische Beschädigung ist insbesondere in Gestalt elektrolytischer Zerstörungen dort zu befürchten, wo die Kabel mit fremden Metallen in Berührung kommen.

4) Durch besondere Verfügung des preuß. Ministers für Handel u. G. ist für die preuß. Bergwerke angeordnet worden, daß bestehende Anlagen von den Vorschriften für Schachtsignalanlagen nicht betroffen werden, soweit nicht im einzelnen Fall eine dringende Gefahr ihre Anwendung nötig macht. Vom Preuß. Grubensicherheitsamt sind am 11. 7. 24 „Leitsätze für Signalvorrichtungen in Bergwerksbetrieben“ erlassen worden.

✕ sonderte Stromquelle gespeist werden, an die keine anderen Stromverbraucher angeschlossen werden dürfen<sup>5)</sup>.

Signalleitungen mehrerer Förderungen dürfen nicht in einem gemeinsamen Bleikabel verlegt werden.

Der Anschluß von Schachtsignalanlagen an Starkstromnetze ist nur gestattet, wenn hierbei keine unmittelbare elektrische Verbindung zwischen Signalanlage und Netz, wie z. B. durch Einankerumformer oder Spartransformatoren, hergestellt wird<sup>6)</sup>.

Eine Ausnahme ist bei Stapelschächten zulässig<sup>7)</sup>.

d) Eine Vorrichtung, die das Ausbleiben der Betriebsspannung dem Fördermaschinen selbsttätig anzeigt, ist anzubringen<sup>8)</sup>.

e) Offen verlegte Leitungen dürfen in Schachtsignalanlagen nicht verwendet werden<sup>9)</sup>.

### § 41.

#### Schlagwettergefährdete Grubenräume<sup>1)</sup>.

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

b) In schlagwettergefährdeten Grubenräumen dürfen nur schlagwettergeschützte Maschinen, Transformatoren, Akkumulatorenkasten, Leuchten und Geräte verwendet werden.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Maschinen, Transformatoren, Akkumulatorenkasten, Leuchten und Geräte den „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte“ entsprechen<sup>2)</sup>.

5) Bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Signalanlagen aus gemeinsamer Stromquelle sind durch Isolationsfehler falsche Signale und dadurch Unfälle aufgetreten. Zwei Schachtsignalanlagen können dagegen mittels Umschalters an eine gemeinsame Stromquelle so angeschlossen werden, daß diese entweder für die eine oder für die andere benutzt wird. Jedoch ist dies wenig gebräuchlich. Das Signalkabel kann einpolig oder mehrpolig sein. — Empfohlen wird eine Überprüfung der ganzen Signalanlage in regelmäßigen Zeiträumen.

6) Es muß verhütet werden, daß Störungen, wie Erdschluß im Starkstromnetz, Fehlsignale hervorrufen. Diese Gefahr ist gering bei rein mechanischer Verbindung mit dem Starkstromnetz (Motorgenerator) oder bei rein magnetischer (Volltransformator). Über Fehlerquellen vgl. ETZ 1925, S. 1944.

7) Der in Westfalen übliche Ausdruck „Stapelschächte“ bedeutet blinde Schächte von geringerer Teufe. Auch für blinde Schächte von anderen Gruben, z. B. Kaligruben, oder Erzgruben ist die Ausnahme zulässig.

8) Diese Vorrichtung kann aus einer Lampe, Relais mit Wecker oder ähnlichem Anzeiger bestehen.

9) Diese Vorschrift gilt nur für die eigentliche Signalanlage, gerechnet von ihrer Stromquelle an, sei diese selbständig oder mittels Volltransformators usw. von einer Starkstromquelle abgeleitet.

§ 41. 1) Vgl. § 2 p). Die gegen Schlagwetter brauchbaren Maßnahmen und Hilfsmittel schützen nicht ohne weiteres gegen andere Gase wie Wasserstoff, Benzin usw.

2) Sonderdruck VDE 440. Neben der Bauart der Maschinen usw. sind auch eine zweckmäßige Wahl ihres Aufstellungsortes und ihre richtige Bedienung von Wichtigkeit.



- c) Blanke Leitungen sind nur als Erdungsleitungen zulässig<sup>3)</sup>.  
 d) Isolierte Leitungen dürfen nur als Bleikabel, kabelähnliche Leitungen oder Gummischlauchleitungen starker Ausführung NSH verlegt werden<sup>4)</sup>.

§ 42.

**Fahrleitungen und Zubehör elektrischer Streckenförderung.**

a) Für elektrische Streckenförderung u. T. ist Gleichstrom zu verwenden. Die Fahrleitungen müssen in angemessener Höhe über Schienenoberkante liegen; soweit dieses nicht möglich ist, sind Schutzvorrichtungen zu treffen, die ein zufälliges Berühren der Fahrleitung verhindern<sup>1)</sup>.

Erweiterungen bestehender Wechselstrombahnen sind nur zulässig, wenn für die Fahrleitung eine Mindesthöhe von 2,2 m über Schienenoberkante dauernd eingehalten wird.

1. Als angemessene Höhe gilt im Allgemeinen bei Gleichspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde 1,8 m, bei Gleichspannungen von mehr als 250 V gegen Erde 2,2 m.

2. Als normale mittlere Betriebsspannung sollen bei Streckenförderung 220, 550 und 750 V gelten. Diesen Werten sollen Erzeugerspannungen von 250, 650 und 850 V entsprechen.

3. Als Normalquerschnitte für Fahrleitungen aus Kupfer werden festgelegt 50, 65, 80 und 100 mm<sup>2</sup> (Profile siehe DIN VDE 3140 und 3141).

b) Bei Fahrleitungsanlagen sind auf den Lokomotiven Kurzschließer anzubringen, damit bei dem herzustellenden Kurzschluß entweder die Strecken durch Herausfallen der Überstrom-Selbstschalter spannungslos werden oder der Spannungsabfall der Fahrleitung bis zur Kurzschlußstelle so groß wird, daß die dort vorhandene Spannung für Menschen keine Gefahr mehr bildet.

c) An Abzweigstellen sind sowohl in der Haupt- wie auch in der Nebenstrecke Streckentrennschalter vorzusehen. Die Streckentrennung ist so auszuführen, daß eine Überbrückung durch die Strombügel der Lokomotive ausgeschlossen ist. In unverzweigten Fahrleitungen sind die Streckentrennschalter etwa alle 1000 m einzubauen.

Die jeweilige Schaltstellung muß von außen erkennbar sein. Die Gehäuse dürfen nur mit einem Sonderschlüssel geöffnet werden können.

4. Bei Fahrleitungsanlagen, die von mehreren, voneinander unabhängigen Speiseleitungen gespeist werden, soll in jeder Speiseleitung ein Überstrom-Selbstschalter eingebaut werden.

d) An Rangier-, Kreuzung- und Zugangstellen sind Warnungstafeln anzubringen, die auf die mit Berührung der Fahrleitung verbundene Gefahr hinweisen.

3) Blanke unter Spannung stehende Leitungen können bei Berührung mit Werkzeugen oder anderen Metallteilen zu Funkenbildung Anlaß geben; dieselbe Gefahr liegt bei isolierten Leitungen vor [§ 41 d)], wenn sie zerrissen werden.

4) Für die zum Anschluß nötigen Steckvorrichtungen gilt § 41 b).

§ 42. 1) Auf ausreichende Schutzvorkehrungen ist besonders an den Einsteig- und Aussteigepätzen zu achten. Vgl. § 43<sup>2)</sup>.



5. Diese Warnungstafeln sollen beleuchtet sein.

e) Fahrleitungen, die nicht auf Porzellan-Doppelglocken-Isolatoren oder gleichwertigen Isolatoren verlegt sind, müssen gegen Erde doppelt isoliert sein<sup>2)</sup>.

f) Aufhänge- oder Abspanndrähte jeder Art müssen gegen Spannung führende Leitungen doppelt isoliert sein, z. B. durch Porzellan-Doppelglocken-Isolatoren. Als Querverbindungen, die zum Spannungsausgleich zwischen den Fahrleitungen dienen, dürfen blanke Leitungen nicht verwendet werden.

g) Speiseleitungen, die Gebrauchsspannungen gegen Erde führen, müssen von der Stromquelle und an den Speisepunkten von den Fahrleitungen abtrennbar sein. Wenn durch Streckenunterbrechung dafür gesorgt ist, daß mit der Speiseleitung gleichzeitig der zugehörnde Teil des Fahrdrahtes spannungsfrei wird, ist die Abtrennbarkeit am Speisepunkt nicht erforderlich.

h) Wenn die Geleise als Rückleitung dienen, müssen die Stöße aller Schienen gutleitend verbunden und in Abständen von höchstens 100 m gutleitende Querverbindungen zwischen den Schienen eingebaut werden<sup>3)</sup>. Die Schienenstöße sind derart zu überbrücken, daß der Widerstand in der Überbrückung nicht größer als der Widerstand einer Schienenlänge ist.

6. Diese Forderung wird in besonderem Maße durch Schweißung der Schienen untereinander oder durch Anschweißung der Überbrückung an die Schienen erzielt. Für sonstige Schienenverbinder ist zu fordern, daß sie dauernd fest anliegen und die verwendeten Metallteile keinen zersetzenden Einflüssen unterliegen. Die Stromrückleitung wird durch möglichst lange Schienen begünstigt<sup>4)</sup>.

i) Sind in Förderstrecken etwa in gleicher Höhe des Fahrdrahtes und mit diesem gleichgerichtet geführte Rohrleitungen vorhanden, so muß der Abstand dieser Rohrleitungen von dem Fahrdraht mindestens 0,4 m betragen.

### § 43.

#### Fahrzeuge elektrischer Streckenförderung<sup>1)</sup>.

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

2) Diese und die folgenden Bestimmungen sollen verhindern, daß Spannungen und Ströme in metallische Bauteile wie Rohre, Stützen, Tragschienen übertreten und die diese berührenden Menschen schädigen oder in Zündleitungen eindringen und so vorzeitig Schüsse lösen (Streuströme).

3) Die Stoßverbindungen sind stets an beiden Schienensträngen zu fordern, auch wenn diese in üblicher Weise unter sich leitend verbunden sind.

4) Der gutleitenden Rückleitung durch die Schienen ist größte Sorgfalt zu widmen. Mangelhafte Ausführung oder Unterbrechung dieser Rückleitung erzeugt Streuströme, die vorzeitige Zündung von Schüssen hervorrufen können.

§ 43. 1) Die Fahrzeuge elektrischer Streckenförderung sind als Maschinen anzusehen, deren innerer Aufbau im wesentlichen durch die Betriebsicherheit bedingt ist und im einzelnen nicht durch allgemeine Vorschriften geregelt werden kann. Die hier gegebenen Vorschriften betreffen nur jene Punkte, die hinsichtlich einer Feuers- oder Lebensgefahr von besonderer Wichtigkeit sind.



1. Bei Verwendung von Bügeln soll die nutzbare Schleifbreite 300 mm betragen. Bei Abweichungen der Fahrleitung von der normalen Höhe um  $\pm 100$  mm soll der Bügel noch einwandfrei arbeiten und sich bei Fahrtrichtungswechsel noch selbsttätig umlegen.

b) In Gruben mit schlagwettergefährdeten Räumen müssen alle Lokomotiven mindestens zwei Stromabnehmer haben<sup>2)</sup>.

c) Zwischen den Stromabnehmern und den übrigen elektrischen Einrichtungen der Lokomotive ist eine sichtbare Trennstelle derart anzuordnen, daß sie die Beleuchtung nicht unterbricht. Ferner müssen die Stromabnehmer eine Vorrichtung haben, mit der sie gefahrlos abgezogen und im abgezogenen Zustande festgehalten werden können<sup>3)</sup>.

d) Jedes Fahrzeug muß eine Hauptschmelzsicherung oder einen selbsttätigen Ausschalter für die Elektromotoren haben [siehe auch § 42 b)].

e) Akkumulatorenzellen elektrischer Fahrzeuge dürfen auf Holz aufgestellt werden, wobei einmalige Isolierung durch Zwischenlagen, die durch Aufnahme von Feuchtigkeit nicht leitend werden, ausreicht<sup>4)</sup>.

Für ausreichende Entlüftung der Akkumulatorenkasten muß Sorge getragen werden.

f) Der Querschnitt aller Fahrstromleitungen ist nach der Nennstromstärke der vorgeschalteten Sicherung oder stärker zu bemessen<sup>5)</sup>.

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

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

2. Für Fahrstromleitungen aus Leitungskupfer gilt folgende Tafel:

Querschnitt	Nennstromstärke der Sicherung	Querschnitt	Nennstromstärke der Sicherung
mm <sup>2</sup>	A	mm <sup>2</sup>	A
4	25	35	125
6	35	50	160
10	60	70	200
16	80	95	225
25	100	120	260

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

2) Die Bestimmung gilt für Gruben, in denen die Bergbehörde für einen Teil des Grubenfeldes Oberleitung zugelassen, einen anderen Teil aber als schlagwettergefährdet erklärt hat.

3) Die vorgeschriebene Anordnung soll es ermöglichen, die motorische Einrichtung der Fahrzeuge spannungsfrei zu machen, um ungehindert Störungen beseitigen zu können. Auch ist es wichtig, daß Lokomotiven, die in der Strecke stehen, durch ihre Signallampen für andere Züge kenntlich bleiben.

4) Der beschränkte Raum in den Fahrzeugen erschwert eine mehrfache Isolierung. Die Erleichterung gegenüber § 8 a) der allgemein gültigen Bestimmungen rechtfertigt sich, weil Fehler durch Entfernen des Fahrzeugs aus dem Betrieb rasch behoben werden können. Regelmäßige sorgsame Überwachung der Fahrzeuge ist nötig.

5) Die Strombelastung der Fahrstromleitungen ist nicht gleichmäßig. Die Stärke der Sicherungen richtet sich nach dem Fahrmotor und nach den Betriebsverhältnissen.



4. Nebeneinander verlaufende isolierte Fahrstromleitungen sollen entweder zu Mehrfachleitungen mit einer gemeinsamen Schutzhülle zusammengefaßt werden derart, daß ein Verschieben und Reiben der Einzelleitungen vermieden wird, oder sie sind getrennt zu verlegen und an Stellen, an denen sie durch Wände geführt sind, durch Isoliermittel so zu schützen, daß sie sich an diesen Stellen nicht durchscheuern können.

g) Die Handhaben der Fahrschalter sind in der Weise abnehmbar anzubringen, daß das Abnehmen nur erfolgen kann, wenn der Fahrstrom ausgeschaltet ist<sup>6)</sup>.

h) Erdungsleitungen und vom Fahrstrom unabhängige Bremsstromleitungen in Fahrzeugen dürfen keine Sicherungen enthalten; sie dürfen nur im Fahrschalter abschaltbar sein<sup>7)</sup>.

i) Die unter Spannung stehenden Teile von Fassungen, Schaltern, Sicherungen u. dgl. müssen mit einer Schutzverkleidung aus Isolierstoff versehen sein. Pappe gilt nicht als Isolierstoff.

5. Die Beförderung der Belegschaft in offenen Förderwagen ist nur in Strecken zulässig, bei denen folgende besondere Einrichtungen getroffen sind:

An den Ein- und Ausstiegstellen für die Belegschaft soll der Fahrdraht während der Zeit des Ein- und Aussteigens durch einen Schalter spannungslos gemacht werden. Mit dem Schalter sind rote und grüne Signallampen derart zu verbinden, daß bei geschlossenem Schalter und Spannung führendem Fahrdraht die roten und bei geöffnetem Schalter und spannungslosem Fahrdraht die grünen Lampen aufleuchten. An den Ein- und Ausstiegstellen sind so viel farbige Lampen zu verteilen, daß von jeder Stelle des Zuges aus mindestens eine Lampe gesehen werden kann.

#### § 44.

##### Abteufbetrieb<sup>1)</sup>.

a) Für Abteufbetrieb sind nur Leitungen zulässig, die den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“ [Leitungstrossen<sup>2)</sup>] entsprechen. Die Metallbewehrung ist zu erden.

b) Bei Abteufbetrieb müssen alle nicht unter Spannung stehenden Metallteile elektrischer Maschinen und Geräte geerdet sein.

c) Vor jeder Abteufleitung und vor jedem Hapsel müssen allpolig entweder Schalter und Sicherungen oder einstellbare selbsttätige Schalter eingebaut werden.

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

6) Durch das Abnehmen der Handhaben soll unbefugtes Ingangsetzen des Fahrzeuges verhindert werden.

7) Vgl. § 14 i).

§ 44. 1) Im Abteufbetrieb ist die Gefahr, daß Personen mit Spannung führenden Teilen in Berührung kommen, wegen des engen Zusammendrängens von Arbeitenden, Bauteilen, Maschinen und Leitungen noch größer als im sonstigen Bergwerksbetriebe. Meist ist auch mit starker Feuchtigkeit zu rechnen. Wegen des steten Fortschreitens der Arbeit können Maschinen und Leitungen meistens nicht dauernd befestigt werden; sie müssen zum Teil freihängend benützt werden; daher ist auch der Vermeidung der Bruchgefahr besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

2) Vgl. V.I.L. § 22.



## § 45.

**Schießbetrieb im Anschluß an Starkstromanlagen<sup>1)</sup>.**

a) Für die Schießleitung dürfen nur Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde verwendet werden<sup>2)</sup>.

b) Der Anschluß der Schießleitung an eine Starkstromleitung darf nur mittels eines allpolig unter Verschuß befindlichen Schalters erfolgen<sup>3)</sup>. Zur Erhöhung der Sicherheit ist stets noch eine zweite, ebenfalls unter Verschuß befindliche Unterbrechungstelle zwischen Schalter und Schießleitung anzuordnen; entweder der Schalter oder die Unterbrechungstelle muß so eingerichtet sein, daß ein Verharren im eingeschalteten Zustande ausgeschlossen ist.

Für die erwähnten Apparate ist die Verwendung von nichtfeuchtigkeitsicherem Baustoff, wie Marmor, Schiefer u. dgl., als Isolierstoff unzulässig.

1. Es empfiehlt sich, eine Vorrichtung anzubringen, die das Vorhandensein von Spannung in der ortsfesten Hauptleitung erkennen läßt<sup>4)</sup>.

2. Empfohlen wird die Verwendung einer Kurzschlußvorrichtung in der Nähe des Zünderanschlusses, die eine Lösung des Kurzschlusses von gesicherter Stellung aus ermöglicht<sup>5)</sup>.

c) Die Schießleitung muß den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.“ entsprechen.

d) Im Abteufbetrieb ist bis auf die letzten 80 m als Schießleitung nur Leitungstrosse zulässig. Die Schießleitung oder alle neben ihr verlegten Starkstromleitungen müssen bewehrt sein. Die Bewehrung muß geerdet sein<sup>6)</sup>.

e) Anderen Zwecken dienende Leitungen dürfen nicht als Schießleitung benutzt werden. Abweichungen können bei besonderen örtlichen Verhältnissen zugestanden werden, doch müssen die Forderungen unter b) erfüllt sein. Die Schießleitung darf nicht mit anderen Leitungen zu einer Mehrfachleitung vereinigt sein<sup>7)</sup>.

1) Der Schießbetrieb mittels Zündmaschinen als Stromquelle, also mittels Schwachstrom, wird in den vorliegenden Vorschriften des VDE nicht behandelt. Die Vorschriften des § 45 beziehen sich nur auf den Fall, daß das Zünden der Schüsse mittels des der Starkstromleitung entnommenen Stromes erfolgt. Sie sollen verhindern, daß durch Zufall, z. B. durch Streuströme, Spannungen in die Schießleitung und dadurch in die Zünder übertreten und zur unrechten Zeit Zündung bewirken.

2) Ausnahmen können in Einzelfällen von der Bergbehörde zugelassen werden.

3) Der Anschluß kann von der sogenannten Sicherheitsbühne aus geschehen. Was zwischen dem letzten Ausläufer der ortsfesten Starkstromleitung und den Zündpatronen liegt, heißt Schießleitung.

4) Als derartige Vorrichtung kann eine Glühlampe, ein Galvanoskop oder dgl. dienen.

5) Vgl. ETZ 1920, S. 556, sowie über Streuströme: Glückauf 1925, S. 453.

6) Leitungstrosse ist in den Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L. unter § 22 beschrieben.

7) Unter besonderen Verhältnissen kann z. B. eine zum Motorbetrieb bestimmte ortsveränderliche Leitung als Schießleitung benutzt werden; dann muß sie aber zum Zweck des Schießens an der Anschlußstelle an die ortsfeste Leitung nach Absatz b) eingerichtet werden.



## § 46.

**Ortsveränderliche Betriebseinrichtungen.**

a) Auf ausreichenden Schutz ortsveränderlicher Leitungen gegen Beschädigung ist ganz besonders zu achten<sup>1)</sup>.

1. Handgeräte mit motorischem Antrieb (z. B. Bohrmaschinen) sollen bei Wechselstrom mit höchstens 125 V verkettet und bei Gleichstrom nur bei Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde angeschlossen werden. In trockenen Grubenräumen ist auch Wechselstrom bis höchstens 250 V verkettet zulässig.

Für Bohrbetrieb sind besondere Transformatoren zu empfehlen, die gruppenweise den Betrieb vor Ort von dem gesamten übrigen Betrieb elektrisch trennen<sup>2)</sup>.

2. In ortsveränderlichen Betriebseinrichtungen sollen alle nicht unter Spannung gegen Erde stehenden Metallteile elektrischer Maschinen und Apparate nach Möglichkeit geerdet sein<sup>3)</sup>.

b) Die Erdung ist besonders sorgsam auszuführen.

**Anhang.****Leitsätze für Bagger mit zugehörigen Bahnanlagen im Tagebau<sup>1)</sup>.**

1. Die Mindesthöhe der Fahrleitungen soll bei Baggerstrecken 2,7 m, auf freier Fahrstrecke 3,0 m über Schienenoberkante betragen. Im übrigen bestimmt sich die Höhe nach den „Vorschriften für elektrische Bahnen“ [siehe Ziffer 6].<sup>2)</sup>

1) Über die Eigenart elektrischer Antriebe vor Ort vgl. ETZ 1923, S. 49. Schadhafte gewordene ortsveränderliche Leitungen geben oft zu Unfällen Anlaß. Diese Leitungen sollten nie in zu großen Längen gebraucht werden. Es ist vielmehr die ortsfeste Leitung möglichst weit bis in die Nähe der Arbeitsstellen auszubauen. Schadhafte Leitungen sind nicht an Ort und Stelle zu flicken, sondern abzulegen und gründlicher Instandsetzung zuzuführen.

2) Bei ungünstigen örtlichen Verhältnissen empfiehlt es sich, mittels besonderer Transformatoren die Gebrauchsspannung herabzusetzen und Bohrmaschinen für entsprechend niedrige Spannung zu verwenden.

3) Auch Salzbergwerke sind keineswegs an sich als trocken anzusehen. Oft ist die Erdung erschwert, ohne daß die Bedingung vollkommener Trockenheit erfüllt ist. Alsdann sind örtliche Erdungen anzuwenden.

Sind die Grubenräume von Salzbergwerken vollkommen trocken, so kann eine Erdung der Gehäuse von Maschinen und Apparaten vor Ort unterbleiben, wenn die Gleise von denen der übrigen Grubenräume durch mehrere hintereinanderliegende Unterbrechungstellen getrennt sind und die Schienen nicht geschmiert werden.

Anhang. 1) Die Leitsätze 1 bis 4 für Bagger usw. sind i. J. 1922 vom Bergwerksausschuß im Anschluß an die Neufassung der Bergwerksvorschriften aufgestellt und vom VDE angenommen worden. Da die Bagger und zugehörigen Grubenbahnen (Feldbahnen) nicht zu den Straßen- und Kleinbahnen rechnen, bestehen für sie keine Vorschriften. Es hat sich aber das Bedürfnis ergeben, wenigstens die wichtigsten Grundsätze für ihren Aufbau vorläufig zu regeln.

2) Die Bahnvorschriften fordern im § 34 d) und f) über öffentlichen Straßen 5 m Höhe und lassen bei Unterführungen geringere Höhe zu, wenn geeignete Vorsichtsmaßregeln getroffen werden, z. B. Warnungstafeln. Auf besonderem Bahnkörper, der dem öffentlichen Verkehr nicht freigegeben ist, können die Leitungen in beliebiger Höhe

2. Geleise und eiserne Fahrleitungsträger sind zu erden.

3. Die Fahrleitung ist vor jeder Bagger- und Kippstrecke abschaltbar einzurichten<sup>3)</sup>.

4. Sinngemäß gelten die Bestimmungen § 42 b), c), d), e), f) mit Ausnahme der Bestimmungen über die Querverbindungen, ferner g) und h) sowie die Bestimmungen § 43a) und c) bis h). Bei Spannungen über 500 V kann von den Forderungen in § 42 b) abgesehen werden.

5. In Betrieben, in denen Dampflokomotiven zusammen mit elektrisch betriebenen Baggern verwendet werden, sind die Baggerschleifleitungen so weit außerhalb des Lokomotivprofils zu legen, daß bei neben diesem liegenden Leitungen der waagerechte Abstand zwischen dem Lokomotivprofil und der zunächst liegenden Schleifleitung wenigstens 1 m und bei oberhalb liegenden Leitungen der senkrechte Abstand wenigstens 0,5 m beträgt [siehe Ziffer 6].<sup>4)</sup>

6. Für die Weiterverwendung vorhandener Bagger, auch an anderen Betriebsorten, sind hinsichtlich der Fahrdrähthöhe und Fahrdrähtanordnung Ausnahmen zulässig<sup>5)</sup>.

7. Bei der Verwendung von Schleppkabeln ist vor der Abzweigstelle des Kabels ein Selbstschalter anzuordnen.

Der Anschluß ist nicht durch Stecker, sondern durch Kabelendverschluß und Verschraubung zu bewirken.

Für das Kabel wird Gummischlauchleitung NSH in besonders verstärkter Ausführung mit widerstandsfähiger Hanfumklöppelung empfohlen. Metallbewehrung ist zu vermeiden<sup>6)</sup>.

---

verlegt werden, wenn bei der gewählten Verlegungsart die Strecke von unterwiesenem Personal ohne Gefahr begangen werden kann. An Haltestellen und Übergängen sind die Leitungen gegen zufällige Berührung zu schützen und Warnungstafeln anzubringen.

3) Beim Verlegen der Gleise, auch beim Verschieben der Bagger und bei Arbeiten zu ihrer Instandhaltung ist es geboten, die Fahrleitung spannungslos zu machen, um Unfällen vorzubeugen.

4) Beim Zusammenarbeiten von Dampflokomotiven größerer Bauart mit elektrisch betriebenen Baggern besteht für das Lokomotivpersonal die Gefahr, beim Herausbeugen oder Besteigen und Verlassen der Lokomotive die Fahrdrähte des Baggers zu berühren, wenn nicht genügend große Abstände vorgesehen sind. Der Leitsatz soll für neu erbaute Bagger einen Anhaltspunkt geben. Unter Umständen kann als Notbehelf auf der Lokomotive an der Seite der Schleifleitungen ein Brett beweglich so aufgehängt werden, daß man es beim Verlassen des Fahrzeugs ausschwenkt und so eine unmittelbare Berührung der Schleifleitung vermeidet.

5) Ausnahmen sind gemäß § 1 a) für ältere Anlagen zulässig. Leitsatz 6 erlaubt darüber hinaus, daß auch dort, wo vorhandene ältere Bagger an anderen Betriebsorten Verwendung finden, die ihnen angepaßten Fahrdrähthöhen und seitlichen Abstände der Fahrdrähte benützt werden, wenn es technisch besonders schwierig oder wirtschaftlich nicht möglich ist, die Bagger auf die durch die Leitsätze 1 und 5 geforderten Höhen und Abstände der Fahrdrähte umzubauen. Im Einzelfall ist jedoch den Betriebsverhältnissen Rechnung zu tragen, so daß die Gefahr tunlichst eingeschränkt wird.

6) Schleppkabel sollten höchstens 300 m lang sein.

## Anhang.

Zuordnung der Leitungen <sup>1</sup> zu den Rohrweiten von Isolierrohren mit gefalztem Metallmantel nach DIN VDE 9030										DIN * VDE 9048		
Leiter- quer- schnitt												
	über Putz	unter Putz	über Putz	unter Putz								
mm <sup>2</sup>	Rohrweite in mm											
1,5	—	—	11	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)	16	23 (16)	11	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)
2,5	—	—	16 (13,5)	16	16	23 (16)	23	23	13,5	16 (13,5)	16	23 (16)
4	11	13,5	16	23 (16)	16	23	23	23	16 (13,5)	16	16	23
6	11	13,5	23 (16)	23	23	23	23	29 (23)	16	23 (16)	23	23
10	13,5	13,5	23	23	23	29 (23)	29	29	23 (16)	23	23	29 (23)
16	13,5	16	23	29	29	29	36 (29)	36 (29)	23	23	29	29
25	16	23 (16)	29	36	36 (29)	36	36	36	29	29	36 (29)	36
35	23	23	36	36	36	36	48	48	36 (29)	36 (29)	36	36
50	23	23	36	48	48	48	48	48	36	48 (36)	48	48
70	23	29 (23)	48	48	48	—	—	—	48 (36)	48	48	—
95	29	36 (29)	48	—	—	—	—	—	48	—	—	—
120	29	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	36	48 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
185	36	48 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die eingeklammerten engeren Rohrweiten gelten nur für Verlegung in kurzen geraden Strecken bis etwa 4 m Länge.

<sup>1</sup> Gummladerleitungen (NGA) nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen“, Nulleitungen (NL) nach den „Vorschriften für umhüllte Leitungen“ des VDE.

\* Die Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Normenausschusses der Deutschen Industrie. Verbindlich bleibt das oben genannte Normenblatt.

Zuordnung der Leitungen <sup>1</sup> zu den Rohrweiten von Stahlpanzerrohren nach DIN VDE 9010										DIN * VDE 9049		
Leiter- quer- schnitt												
	über Putz	unter Putz	über Putz	unter Putz								
mm <sup>2</sup>	Rohrweite in mm											
1,5	—	—	13,5 (11)	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)	16	21 (16)	13,5 (11)	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)
2,5	—	—	16 (13,5)	16	16	21 (16)	21	21	13,5	16 (13,5)	16	21 (16)
4	11	13,5	16	21 (16)	21	21	21	21	16 (13,5)	16	16	21
6	11	13,5	21 (16)	21	21	21	21	29 (21)	16	21 (16)	21	21
10	13,5	13,5	21	29	21	29 (21)	29	29	21 (16)	21	21	29 (21)
16	13,5	16	29	29	29	29	36 (29)	36 (29)	21	29 (21)	29	29
25	16	21 (16)	29	36	36 (29)	36	36	36	29	29	36 (29)	36
35	21	21	36	36	36	36	42	42	36 (29)	36 (29)	36	36
50	21	21	42 (36)	42	42	42	—	—	36	42 (36)	42	42
70	21	29 (21)	42	42	42	—	—	—	42 (36)	42	42	—
95	29	36 (29)	42	—	—	—	—	—	42	—	—	—
120	29	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	36	42 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
185	36	42 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die eingeklammerten engeren Rohrweiten gelten nur für Verlegung in kurzen geraden Strecken bis etwa 4 m Länge.

<sup>1</sup> Gummiaderleitungen (NGA) nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen“, Nulleitungen (NL) nach den „Vorschriften für umhüllte Leitungen“ des VDE.

\* Die Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Normenausschusses der Deutschen Industrie. Verbindlich bleibt das oben genannte Normenblatt.

# Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen.

Auszug aus den Normblättern DIN VDE 710—717 und 705\*.

Die Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Normenausschusses der Deutschen Industrie. Verbindlich für die nachstehenden Angaben bleiben oben genannte Normblätter.

Das Schaltzeichen ist die kürzere Darstellung, die in den Schaltplänen zur Verwendung gelangen muß. Für eine eingehendere Darstellung dient das Schaltbild. Wenn es die Übersichtlichkeit der Schaltpläne verlangt, können die Schaltzeichen und Schaltbilder um 90° nach rechts oder links oder um 180° gegen die dargestellte Lage gedreht werden, sofern nicht die Lage als solche für die Darstellung von Bedeutung ist.

Stromsysteme und Schaltarten.					
Nr.	Schaltzeichen	Benennung	Nr.	Schaltzeichen	Benennung
201	—	Gleichstrom	210	Y	Dreiphasen-System in Stern-Schaltung (Buchstabe Y)
202		Wechselstrom allgemein Die beige-setzte Zahl = Frequenz (Per/s)	211		Dreiphasen-System offen
203		Einphasen-Wechselstrom mit Frequenz	212		Dreiphasen-System in Sternschaltung mit Nullpunkt-Klemme bzw. 4 Leitern
204		Zweiphasen-Wechselstrom mit Frequenz	213		Dreiphasen-System in Zick-zack-Schaltung
205		Dreiphasen-Wechselstrom mit Frequenz	214	T	Zweiphasen-Dreiphasen-Schaltung (Buchstabe T)
206		Einphasen-System mit 2 Leitern bzw. Klemmen (Buchstabe I)	215		Sechsphasen-System in Doppeldreieck-Schaltung
207	L	Zweiphasen-System mit 3 Leitern bzw. Klemmen (Buchstabe L)	216		Sechsphasen-System in Sechseck-Schaltung
208	X	Zweiphasen-System mit 4 Leitern bzw. Klemmen (Buchstabe X)	217		Sechsphasen-System in Stern-Schaltung
209	△	Dreiphasen-System in Dreieck-Schaltung (Buchstabe D)	218		n — Phasensystem offen
			219		Nullpunkt-Klemme allgemein
Verteilungs- und Leitungsröhre.					
Nr.	Schaltzeichen	Benennung	Nr.	Schaltzeichen	Benennung
301		Kraftwerk allgemein Bemerkung: Die einge-tragenen Zahlen bedeuten: oben Leistung in kW unten Spannung in V	305		Schaltstation
302		Wärme-kraftwerk	306		Transformatoren-Station
303		Wasser-kraftwerk	307		Unterwerk mit umlaufenden Maschinen, Akkumulatoren oder Gleichrichtern
304		Wärme- und Wasser-kraftwerk	308		Motoren-Station

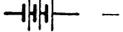
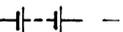
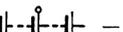
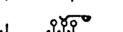
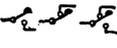
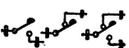
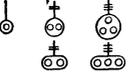
\* Die vollständige Zusammenstellung ist erschienen als DIN-Taschenbuch 2. Juli 1928. Beuth-Verlag, Berlin S. 14.

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
309			Leitung im allgemeinen und oberirdische (Freileitungen) im besonderen
310			Unterirdische Leitung Bemerkung: In den nachstehenden Schaltzeichen geben die zum Hauptstrich senkrechten, kurzen Querstriche die Pol- oder Phasenzahl der in gemeinsamen Leitungszug verlaufenden Leiter an, die zusammen einen Stromkreis bilden, z. B. bei Drehstromsystemen mit Nulleiter einen Stromkreis aus 4 Leitern.
311			Leitung aus 1 Leiter allgemein oder Freileitung bzw. unterirdisch
312			Leitung aus 2 Leitern allgemein oder Freileitung bzw. unterirdisch
313			Leitung aus 3 Leitern allgemein oder Freileitung bzw. unterirdisch Bemerkung: Falls erwünscht, sind anzugeben: die Stromart und die Spannung in Volt über dem Leitungstrich, Zahl und Querschnitte der Leiter in mm <sup>2</sup> und die Länge der Leitung in km unter dem Leitungstrich, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen
314			Kreuzung von Leitungen ohne Verbindung, z. B. mit je 3 Leitern
315			Leitende Verbindung von Stromkreisen, z. B. zu je 2 Leitern
316			Abzweigung von Stromkreisen, z. B. 2 Leiter aus 3 Leitern
317			Leitung für 440 V Gleichstrom, bestehend aus zwei Leitern zu 50 mm <sup>2</sup>
318			Leitung für 2 × 220 V Gleichstrom, bestehend aus 3 Leitern zu 50 + 25 + 50 mm <sup>2</sup>
319			Leitung für Einphasenstrom, 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Perioden, 15000 V, bestehend aus 3 Stromkreisen zu je 2 Leitern von 70 mm <sup>2</sup>
320			Leitung für Drehstrom, 50 Perioden, 35000 V, bestehend aus 2 Stromkreisen zu je 3 Leitern, die einen 50, die andern 35 mm <sup>2</sup>
321			Unterirdische Gleichstromleitung, bestehend aus 2 Stromkreisen, einer für 440 V, bestehend aus 2 Leitern von je 95 mm <sup>2</sup> , und einer für 110 V, bestehend aus 2 Leitern von je 240 mm <sup>2</sup>
322			Leitung für Drehstrom, 50 Perioden, 6000 V, bestehend aus 3 Stromkreisen zu je 3 Leitern von 95, 50 und 25 mm <sup>2</sup>
323			Freileitung an Holzmasten
324			Freileitung an Stahlmasten
325			Freileitung an Stahlgittermasten
326			Freileitung an Eisenbetonmasten
327			Freileitung auf Stützpunkt mit Zuganker
328			Freileitung auf Stützpunkt mit Strebe

Apparate, Maschinen und Meßgeräte.					
Allgemeines.					
Nr.	Schaltzeichen	Benennung	Nr.	Schaltzeichen	Benennung
401		a Für stetige Regelung b Für stufenweise Regelung	408		Besonderes Zeichen für Auslösung durch Überstrom — Rückstrom
402		Querstriche zur Kennzeichnung von einpoligen, zweipoligen oder dreipoligen Schaltgeräten	409		Besonderes Zeichen für Fernschalter, Ein- u. Ausschalten durch Hilfsstrom
403		Kupplung zwei- od. mehrpoliger Schaltgeräte, z. B. dreipoliger Hebel-schalter	410		Hilfskontakte, z. B. bei einem dreipoligen Hebelschalter
404		Klemme oder Kontakt allgemein, auch mit Drehpunkt	411		Motorisch gesteuerte Schaltgeräte
405		Allgemeines Zeich. der Selbsttätigkeit eines Schaltgerätes	412		Durch Druckluft gesteuerte Schaltgeräte
406		Besondere Zeichen für Selbstauslösung a durch Hilfsstrom b durch Spannungsrückgang	413		Apparat a im Ölbad b gekapselt in Gußeisen
407		Besondere Zeichen für Auslösung a durch Überstrom b durch Unterstrom	414		„R“ Ohmscher Widerstand, praktisch ohne Induktivität
			415		„L“ induktiver Widerstand, praktisch ohne Ohmschen Widerstand
			416		„L“ und „R“ Ohmscher Widerstand mit Induktivität, außerdem Wicklungen
* Gilt als Schaltbild.					
Verbindungs-, Unterbrechungs- und Sicherheitsapparate.					
Nr.	Schaltzeichen	Benennung	Nr.	Schaltzeichen	Benennung
501		Widerstandsgerät mit Flüssigkeit, Anlasser u. Regler	506		Anlasser f. Einphasenmotoren m. Drosselspule
502		Anlasser a für Reihenschlußmotoren b für Nebenschlußmotoren	507		Sterndreieckschalter
503		Anlasser, ausschaltend a bei Überstrom und Nullspannung b bei Spannungsrückgang	508		Regler a ausschaltbar b nicht ausschaltbar
504		Anlasser m. Nebenschlußregler	509		Nebenschlußregler Erregerregler mit Kurzschlußkontakt
505		Anlasser für Drehstrommotoren	510		Fahrschalter Kontroller Steuerwalze

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
511			Ein- und Ausschalter
512			Selbsttätiger Ausschalter
513			Selbsttätiger Ausschalter auslösend bei Überstrom
514			Selbsttätiger Ausschalter auslösend bei Überstrom und Spannungsrückgang
515			Schalter mit Hörnerkontakten
516			Ölschalter
517			Schalter in Gußeisen gekapselt
518			Schutzschalter
519			Umschalter für 2 Wege, mit Unterbrechung
520			Umschalter für 3 Wege, mit Unterbrechung
521			Umschalter für 2 Wege, ohne Unterbrechung
522			Magnetausschalter
523			Trennstück oder Trennschalter, auch mit Kupplungsverbindung, doppelte Unterbrechung
524			Trennschalter mit Drehpunkt, einfache Unterbrechung
525			Trennschalter mit Drehpunkt, doppelte Unterbrechung
526			Trenn-Umschalter

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
527			Sicherung allgemein
528			Streifensicherung
529			Rohrsicherung
530			Schraubsicherung
531			Hörnersicherung
532			Trennsicherung
533			Rohr-Trennsicherung
534			Hörner-Trennsicherung
535			Funkenstrecke als Über- spannungsschutz
536			Funkenstrecke mit Rollen
537			Kugelalotten-Funkenstrecke
538			Hörner-Funkenstrecke
539		wie Schaltzeichen	Durchschlagsicherung
540		wie Schaltzeichen	Hochspannungszeichen
541		wie Schaltzeichen	Kondensator Kapazität allgemein
542		wie Schaltzeichen	Erdung
543		wie Schaltzeichen	Erdung über Kapazität
544		wie Schaltzeichen	Temperaturkontakt
545		wie Schaltzeichen	Akkumulatorenzelle

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
546	+  -	wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie allgemein
547	+  -	wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie m. unveränderlicher Zellenzahl
548	+  -	wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie m. unveränderlicher Zellenzahl u. Mittelpol
549	+  -	wie Schaltzeichen	Einfachzellenschalter
550	+  -	wie Schaltzeichen	Doppelzellenschalter
551			Druckknöpfe 1 polig
552			Druckknöpfe 2 polig
553		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung
554			Vielfachumschalter 1 polig für Meßgeräte Die oberen Querstriche geben die Zahl der Meßpfade, die unteren Querstriche die Zahl der Pole an
555			Vielfachumschalter 2 polig für Meßgeräte
556			Vielfachumschalter 3 polig für Meßgeräte
557		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung für Meßgeräte
558		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung für Meßgeräte, umschaltbar

**Transformatoren.**

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
601				Transformatoren mit getrennten Wicklungen

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 V.

Die Schaltart wird durch die in die entsprechenden Kreise einzusetzenden allgemeinen Schaltzeichen in der nach den R.E.T. festgesetzten Lage angegeben. Die Schaltgruppe nach R.E.T. wird rechts neben der Mitte des Schaltzeichens oder Schaltbildes eingetragen.

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
602				Spartransformatoren
603				Einphasen-Transformator 1000 kVA 16 <sup>2/3</sup> Per/s 6000/400 V
604				Einphasen-Transformator mit Mittelleiter 1000 kVA 16 <sup>2/3</sup> Per/s 6000/400 V
605				Zweiphasen-Transformator verkettet-offen 100 kVA 50 Per/s 15 000/231 V
610				Drehstrom-Transformator Schaltgruppe C <sub>3</sub> mit Nullpunktlemme 50 kVA 50 Per/s 15 000/400 V
611				Drehstrom-Transformator Δ/★ 1000 kVA 50 Per/s 15 000/400 V
612				Einphasen-Spartransformator 2000 kVA 50 Per/s 6000/5000 V
613				Dreiphasen-Spartransformator Schaltung Y 1000 kVA 50 Per/s 6000/5000 V

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
614			<p>a) </p> <p>b) </p>	<p>Regelbarer Transformator</p> <p>a) Drehtransformator</p> <p>b) Stufentransformator</p>
615				<p>Einphasen-Transformator</p> <p>1polig geerdet</p> <p>100 kVA 50 Per/s</p> <p>6000/100 000 V</p>
619				<p>Drehstrom-Transformator</p> <p>Schaltgruppe C<sub>2</sub></p> <p>6000 kVA 50 Per/s</p> <p>60 000/15 000 V</p>
620			<p>a) </p> <p>b) </p>	<p>Regelbarer Spartransformator</p> <p>a) Drehtransformator</p> <p>b) Stufentransformator</p>
621				<p>Einphasen-Transformator</p> <p>mit 3 Wicklungen</p>
622				<p>Drehstrom-Transformator</p> <p>mit 3 Wicklungen</p> <p>in Sternschaltung</p>
623			<p>a) </p> <p>b) </p>	<p>Regelbare Drehstrom-Drossel-</p> <p>spule</p> <p>a) für stetige Regelung</p> <p>b) für stufenweise Regelung</p>

**Maschinen und Umformer.**

Nr.	Schaltzeichen	Benennung	Nr.	Schaltzeichen	Benennung
	einpolig			einpolig	
701		Generator allgemein	703		Motor u. Generator allge- mein
702		Motor allgemein	704		Gleichstrom-Generator oder -Motor allgemein

Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpoleig	
705			Reihenschluß-Gleichstrom-Generator oder -Motor Nebenschluß-Gleichstrom-Generator oder -Motor Doppelschluß-Gleichstrom-Generator oder -Motor Der Motor wird gekennzeichnet durch M
706			
707			
708			Generator mit Spannungsteiler
709			Wechselstrom-Kommutator-Motor allgemein
710			Einphasen-Reihenschluß-Motor
711			Drehstrom-Reihenschluß-Motor
712			Drehstrom-Nebenschluß-Motor
713			Repulsions-Motor
714			Deri-Motor
715			Synchron-Generator, 1phasig
716			Synchron-Generator, 3phasig
717			Synchron-Generator, 3phasig, in Dreieck geschaltet
718			Synchron-Generator, 3phasig, in Stern geschaltet

Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpoleig	
719			Synchron-Generator, 3phasig, mit Nullpunktklemme
720			Asynchron-Motor, 1phasig, mit Schleifringläufer
721			Asynchron-Motor, 2phasig, mit Schleifringläufer
722			Asynchron-Motor, 3phasig, mit Schleifringläufer
723			Asynchron-Motor, 3phasig, mit Kurzschlußläufer
724			2 gekuppelte Maschinen
725			Synchron-Generator mit ange- baute Erregermaschine
726			Asynchron-Motor, dreiphasig, mit Schleifringläufer, gekuppelt mit Gleichstrom-Generator
727			Drehstrom-Gleichstrom-Ein- anker-Umformer, 3phasig
728			Drehstrom-Gleichstrom-Ein- anker-Umformer, 6phasig
729			Gleichrichter
730			Gleichrichter 3phasig
731			Gleichrichter 6phasig

<b>Meßgeräte.</b>			
<b>I. Anzeigende Meßgeräte.</b>			
Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpoleig	
801			Anzeigende Instrumente allgemein
802			Spannungsmesser
803			Elektrostatistischer Spannungsmesser
804			Strommesser
805			Wirkleistungsmesser a) allgemein
806			b) Wechselstrom
807			c) Drehstrom, gleich belastet
808			d) Drehstrom, ungleich belastet
809			e) Drehstrom, ungleich belastet, mit Nulleiter
810			Leistungsfaktormesser a) allgemein
811			b) Drehstrom, gleich belastet
812			c) Drehstrom, ungleich belastet
813			Frequenzmesser
814			Stromrichtungzeiger
815			Isolationsmesser

Nr.	Schaltzeichen		Benennung	
	einpolig	mehrpoleig		
816			Synchronoskop	
<b>2. Schreibende Meßgeräte, Zähler, Meßwandler und Relais.</b>				
Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
817				Schreibendes Meßgerät a) allgemein
818				b) Leistungsmesser für Wechselstrom
819				Zähler a) allgemein
820				b) Stundenzähler
821				c) Amperestundenzähler
822				d) Amperestundenzähler für Gleichstrom
823				e) Amperequadratstunden-zähler
824				f) Wattstundenzähler allgemein
825				g) Wattstundenzähler für Vier-leiter-Drehstrom
826				Nebenwiderstand zu Strom-messern
827				Stromwandler
828				Strommesser mit Stromwandler

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
829				Schreibender Strommesser mit Stromwandler
830				Zähler mit Stromwandler
831				Spannungswandler
832				Leistungsmesser für Drehstrom, ungleich belastet, mit Strom- und Spannungswandler
833				Relais allgemein
834				schließendes Stromrelais
835				öffnendes Leistungsrelais für Drehstrom, ungleich belastet, mit Nulleiter
836				umschaltendes Frequenzrelais
837				Überstrom-Zeitrelais, abhängig
838				Überstrom-Zeitrelais, begrenzt abhängig
839				Überstrom-Zeitrelais, unabhängig
840				Widerstandsrelais
841				Scheinwiderstandsrelais
842				Blindwiderstandsrelais

Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpoleig	
843			Differentialstromrelais, Differenzbildung außerhalb des Relais (eine Wicklung)
844			Differentialstromrelais, Differenzbildung innerhalb des Relais (zwei Wicklungen)
845			Verhältnis-Stromrelais

**Innen-Installationen.**

Nr.	Schaltzeichen	Benennung
901		Lampe beliebiger Art allgemein
902		Bewegliche Lampe
903		Lampenträger mit Lampenzahl
904		Elektrothermischer Apparat beliebiger Art, allgemein
905		Ausschalter 1 polig (Dosenschalter 1),
905a		Serienschalter (Dosenschalter 5)
905b		Gruppenschalter (Dosenschalter 4)
906		Ausschalter 2 polig (Dosenschalter 2)
906a		Ausschalter 3 polig (Dosenschalter 3)
907		Wechselschalter (Dosenschalter 6)
907a		Kreuzschalter (Dosenschalter 7)
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 oben 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

### Kennfarben für blanke Leitungen in Starkstrom-Schaltanlagen Auszug aus DIN VDE 705

Es sind möglichst haltbare Farben zu nehmen. Der Anstrich ist auf der ganzen Leitungslänge innerhalb des betriebsmäßig zugänglichen Bereiches der Schaltanlage, mindestens auf der dem Beschauer zugewendeten Seite anzubringen. Die roten Querstriche bei ungeerdeten Nulleitern und die grünen bei allen Erdungsleitungen sind in angemessenen Abständen aufzutragen, so daß der Leitungsverlauf ohne Mühe verfolgt werden kann.

Nicht strom- und spannungsführende Teile einer Schaltanlage, wie Wände, Gerüste usw., dürfen nur mit Farben gestrichen werden, die sich von den Farben der Tafel deutlich abheben.

Für Umformer- und Gleichrichteranlagen sind drehstrom- wie gleichstromseitig die für diese Stromarten festgelegten Farben zu verwenden. Sechs- und Mehrphasenbetrieb kann durch aufgemalte Kennbuchstaben gekennzeichnet werden.

In Dreileiter-Anlagen werden die Außenleiter nach den allgemeinen Bestimmungen rot und blau und der Mittelleiter als Nulleiter gekennzeichnet. Bei anderen Systemen mit Nulleitern ist sinngemäß zu verfahren.

Gleichstrom		Drehstrom		
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Rot</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">P Positive Leitung</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Blau</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">N Negative Leitung</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Gelb</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">R Phase 1</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Grün</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">S Phase 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Violett</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">T Phase 3</p>

Wechselstrom	
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Gelb</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">R Phase 1</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Violett</span> </div> <p style="margin-top: 5px;">T Phase 2</p>
<p>Bildet eine Wechselstromleitung einen Teil eines Drehstromsystems, dann bleiben die entsprechenden Kennzeichnungen für Drehstrom bestehen.</p>	

Geerdete Leiter und ungeerdete Nulleiter bei allen Stromarten			
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Weiß mit grünem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">a</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Hellgrau mit grünem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">b</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Schwarz mit grünem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">c</p>	<p>Für <b>geerdete</b> positive und negative Leitungen bei Gleichstrom, Phasenleitungen bei Wechsel- und Drehstrom sowie für <b>geerdete</b> Nulleiter bei allen Stromarten ist eine der unter a bis c angegebenen Farben zu wählen; und zwar so, daß sich diese Farbe von der der angrenzenden Wände, Verkleidungen, Schaltgerüste usw. abhebt.</p>
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Weiß mit rotem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">d</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Hellgrau mit rotem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">e</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 0.8em;">Schwarz mit rotem Querstrich</span> </div> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">f</p>	<p>Für <b>ungeerdete</b> Nulleiter ist eine der unter d bis f angegebenen Farben zu wählen; und zwar so, daß sich diese Farbe von der der angrenzenden Wände, Verkleidungen, Schaltgerüste usw. abhebt.</p>

# Sachverzeichnis.

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Abdeckungen . . . . .	3 b	—	16	Bagger . . . . .	1	8	10
Abgeschlossene elek- trische Betriebs- räume . . . . .	29	—	80	— . . . . .	Anh.	—	104
— — — . . . . .	2 k	—	13	Bedienungsgänge der Schalttafeln . . . . .	9 c	—	29
Abschaltleistung . . . . .	11 c	—	33	— zu Schornsteinen . . . . .	22	2	67
Abspannisolatoren . . . . .	22 h	—	69	Befestigungskörper . . . . .	25	—	74
Abspannklemmen . . . . .	22 d	—	69	Begehbare Dächer . . . . .	22 <sup>2</sup>	—	68
Abstand vom Erd- boden . . . . .	22 b	—	67	Begriffserklärungen . . . . .	2	—	11
Abteufbetrieb . . . . .	44	—	102	Behelfsmäßige Ein- richtungen . . . . .	37	—	87
Abteufführung . . . . .	44 c	—	102	Beidraht . . . . .	21 b	—	60
Abzweigung von Lei- tungen . . . . .	21 i	—	65	Belastungstafel für Papierbleikabel . . . . .	20	7	57
Ätherfabriken . . . . .	2	10	14	Belastung von Blei- kabeln . . . . .	20 <sup>1</sup>	—	57
Akkumulatoren . . . . .	8	—	27	Beleuchten bei Festen Beleuchtungskörper, ortsfeste . . . . .	37	4	87
Akkumulatorenlam- pen . . . . .	18 <sup>2</sup>	—	52	— ortsveränderliche . . . . .	17	—	47
Akkumulatorenräume . . . . .	8	1	27	— mit Farbenwechsel . . . . .	18	—	50
— . . . . .	32	—	82	Bemessung der Lei- tungen . . . . .	39 b	—	91
Akkumulatorenzellen elektrischer Fahr- zeuge . . . . .	43 e	—	101	Benzinwäschereien . . . . .	20	—	56
Allpolige Abschaltung . . . . .	11 d	—	33	Bergwerke unter Tage . . . . .	2	10	14
Aluminiumstaub . . . . .	2	11	14	— — — . . . . .	1 c	—	11
Aluminiumleitungen . . . . .	22 c	—	68	Berührungsspannung . . . . .	40—46	—	97
A-Masten . . . . .	22 f	—	69	— Schutz gegen zu hohe . . . . .	2 e	—	12
Anlasser . . . . .	12	—	35	Berührungsschutz bei Fassungen . . . . .	3	—	16
Anlaßschalter . . . . .	12 e	—	36	Bestehende Anlagen . . . . .	16 c	—	46
Anschluß der Leitun- gen . . . . .	10 h	—	32	Betriebsarten . . . . .	1	1	7
Apparate . . . . .	10 a	—	31	Betriebsräume, elek- trische . . . . .	2 q	—	15
Autogaragen . . . . .	2	10	14	— — — . . . . .	28	—	78
— . . . . .	34	1	83	— abgeschlossene, elektrische . . . . .	2 i	—	12
Automobile . . . . .	1	8	10	— — — . . . . .	29	—	80
Aussetzender Betrieb . . . . .	2 q	—	15	— — — . . . . .	2 k	—	13
Aussetzende Motor- betriebe . . . . .	20 <sup>2</sup>	—	57	Betriebstätten . . . . .	30	—	80
Auftreten zu hoher Spannungen . . . . .	4	—	21	— . . . . .	21	—	13
Auswechselbarkeit der Leitungen . . . . .	26 <sup>2</sup>	—	76	Betriebstätten und Lagerräume, ex- plosionsgefährdete . . . . .	2 o	—	14
— — — . . . . .	21 <sup>2</sup>	—	62	— — — . . . . .	35	—	84
Backofenleuchter . . . . .	18 c	—	51	— — — feuergefähr- dete . . . . .	34	—	83
Baderäume . . . . .	31 e	—	82	— — — . . . . .	2 n	—	13
— . . . . .	3	10	17				

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Betriebsversuche . .	37	—	87	Einführungsstellen der			
Bewehrte Bleikabel .	21 <sup>1</sup>	—	60	Leitungen . . . .	23 <sup>2</sup>	—	71
— Bleimantelleitun- gen . . . . .	21 <sup>1</sup>	—	60	Eingebaute Steck- vorrichtungen . .	17	11	50
— Papierrohre . . . .	26a	—	75	Eisenbetonmaste . .	22g	—	69
Bildwerferraum . . .	39	—	96	Eisenleitungen . . .	19	1	53
Bindedrähte . . . . .	22e	—	68	Elektrische Bahnen .	1	7	10
Bleikabel . . . . .	19IV	—	55	— Betriebsräume . .	28	—	78
— . . . . .	27	—	76	— — . . . . .	2i	—	12
— im Erdboden . . . .	14	13	41	— Maschinen . . . . .	6	—	26
— — — . . . . .	20	7	57	Elektrochemische Anlagen . . . . .	1	9	10
Bleimantelleitungen .	19 I	—	54	— Betriebsapparate .	1	9	10
Blanke Kupferleitun- gen . . . . .	20 <sup>1</sup>	—	57	Elektrodynamische Anziehung . . . . .	21	10	61
Blitzlampen . . . . .	39I	—	95	Elektrowerkzeuge . .	15f	—	44
Blitzschlag . . . . .	4	2	21	Elektrolytische An- lagen . . . . .	32	—	82
Blitzschutzvorrich- tungen . . . . .	4	3	21	Endausschalter an Bühnenregula- toren . . . . .	39a	—	91
Bohrbetrieb . . . . .	46 <sup>1</sup>	—	104	Erden . . . . .	2f	—	12
Bohrmaschinen, Hand- . . . . .	15	10	44	Erder . . . . .	2f	—	12
— zahnärztliche . . . .	15c	—	43	Erdschlußspulen . .	4	3	22
Brennbare Umhül- lung bei Bleikabeln	27 <sup>2</sup>	—	77	Erdungseile . . . . .	4	3	22
Brikettfabriken . . . .	2	10	14	Erdung . . . . .	3 <sup>2</sup>	—	18
Buchsenkontakte . . . .	21	25	66	Erdungsleitung . . .	2h	—	12
Bühnenbeleuchtung . .	38c	—	89	Explosionsgefährdete Betriebsstätten u. Lagerräume . . . .	2o	—	14
Bühnenhaus . . . . .	39	—	90	— — — — . . . . .	35	—	84
Bühnenregulatoren . .	39a	—	91	Farbanstrich . . . . .	9	8	31
Bühnenscheinwerfer .	39I	—	95	Färbereien . . . . .	2m	—	13
. . . . .				Fahrkrane . . . . .	1	8	10
. . . . .				Fahrleitungen . . . .	23 <sup>2</sup>	—	72
. . . . .				— . . . . .	Anh. 1	—	104
. . . . .				— elektrischer Streckenförderung	42	—	99
Chemische Einflüsse .	24a	—	73	Fahrschalter . . . . .	43g	—	102
— Fabriken . . . . .	2m	—	13	Fahrstromleitungen .	43f	—	101
Christbaumbeleuch- tungen . . . . .	18k	—	53	Fahrzeuge . . . . .	1	8	10
— Fassungen an . . . .	16c	—	46	— elektrischer Streckenförderung	43	—	100
. . . . .				Faßausleuchter . . .	18i	—	52
. . . . .				Fassungen . . . . .	16	—	45
. . . . .				— für Kleinspannung	16	1	45
. . . . .				— in Armaturen . . .	16c	—	46
Dachständer . . . . .	23 <sup>2</sup>	—	71	Fassungsadern . . . .	19II	—	54
Dauerbetrieb . . . . .	2q	—	15	Feuchte Keller . . . .	2	8	13
Deckendurchführung .	21	4	60	Fernmeldeanlagen . .	1	3	8
— . . . . .	24	4	74	Fernmeldegeräte . .	15i	—	45
Doppelmaste . . . . .	22f	—	69				
Doppelstecker . . . . .	21	26	67				
Dosen . . . . .	26b	—	75				
Dosen-Ausschalter . .	11k	—	35				
— -Steckvorrichtun- gen . . . . .	13 <sup>1</sup>	—	37				
Drahtschellen . . . . .	39f	—	93				
Drehkrane . . . . .	1	8	10				
Drosselspulen . . . . .	4	3	21				
Durchführungen . . . .	24 <sup>1</sup>	—	73				

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Fernmeldeleitungen . . . . .	22i	—	70	Gummischlauch- leitungen . . . . .	19III	—	55
Feuergefährdete Be- triebstätten und Lagerräume . . . . .	34	—	83	Haarschneidemaschi- nen . . . . .	15c	—	43
— . . . . .	2n	—	13	Handbereich . . . . .	3a	—	15
Feuersicher . . . . .	2b	—	11	— . . . . .	21a	—	60
Filmband-Bildwerfer . . . . .	39I	—	95	Handgeräte mit mo- torischem Antrieb	46I	—	104
Flachsschwingereien . . . . .	2	10	14	Handleuchter . . . . .	18c	—	51
Fliegende Prüfstände . . . . .	37b	—	87	— an Hebezeugen . . . . .	28g	—	80
Flugdrähte . . . . .	39	6	91	— in Kesseln . . . . .	18h	—	52
Freileitungen . . . . .	14	12	41	Hängesteckvorrich- tungen . . . . .	17	11	50
— . . . . .	2c	—	11	Hausanschlüsse . . . . .	14 <sup>II</sup>	—	42
— . . . . .	5 <sup>a</sup>	—	25	Hebezeuge . . . . .	28g	—	79
— . . . . .	22	—	67	Heiße Räume . . . . .	2m	8	13
— Kreuzungen von . . . . .	22	8	70	Heizgeräte . . . . .	15d	—	43
Futterküchen . . . . .	31 <sup>a</sup>	—	82	Heuböden . . . . .	2	10	14
Galvanoplastik . . . . .	1	9	10	Heuschober . . . . .	22	3	68
Garagen . . . . .	2	10	14	Heulager . . . . .	23 <sup>a</sup>	—	71
Garderoben in Thea- tern . . . . .	39	1	91	— . . . . .	34 <sup>a</sup>	—	84
Gaswerke . . . . .	2	10	14	Hilfsbeleuchtung . . . . .	38g	—	90
— . . . . .	3	10	17	Hochspannungs- anlage . . . . .	1	4	8
Gebäude mit weicher Bedachung . . . . .	22b	—	67	Hohlräume von Be- leuchtungskörpern	17d	—	48
Geltungsbeginn . . . . .	1	—	7	Holzbearbeitungs- fabriken . . . . .	2	10	14
Geltungsbereich . . . . .	1	—	7	Holzgestänge . . . . .	22f	—	69
Geräte für Haushalt und Kleingewerbe — mit Kleinstmoto- ren . . . . .	15	1	42	Holzleisten . . . . .	25a	—	74
Geräteanschluß- leitungen . . . . .	15c	—	42	Horizontbeleuchtung	39g	—	93
Geräteanschluss- leitungen . . . . .	15h	—	44	Hüttenwerke . . . . .	3	10	18
Gerätedose . . . . .	15h	—	44	Illuminationen . . . . .	37	4	87
Geräte-Einbauschal- ter . . . . .	11k	—	35	Illuminations-Fas- sungen . . . . .	16c	—	46
Gerätestecker . . . . .	15h	—	44	Induktion . . . . .	4	2	21
Gerätesteckvorrich- tung . . . . .	13	7	37	Industrielle Elektro- wärme . . . . .	3	4	16
Gerbereien . . . . .	2m	—	13	Installationen im Freien . . . . .	2d	—	12
Geschützte Ausfüh- rung der Maschi- nen . . . . .	34	4	83	— — — . . . . .	23	—	70
Getreideschober . . . . .	22	3	68	Isolationsmesser . . . . .	5	6	24
Glühöfen . . . . .	3	4	16	Isolationsprüfung . . . . .	5	2	22
Glutsicher . . . . .	2	2	11	Isolationszustand . . . . .	5	—	22
Grenze bei 1000 Volt . . . . .	1	4	8	Isolierender Bedie- nungsgang . . . . .	8	3	28
Grubenbahnen . . . . .	1	8	10	Isolierlocken . . . . .	25c	—	75
Gummiaderleitungen . . . . .	19I	—	54	Isolierkörper . . . . .	25d	—	75
Gummiaderschnüre . . . . .	19III	—	55	Isolierrohre . . . . .	26a	—	75
Gummibleikabel . . . . .	19IV	—	55	Isolierte Leitungen . . . . .	19a	—	53
— für Reklame- beleuchtung . . . . .	19IV	—	55	Isolierung . . . . .	3 <sup>d</sup>	—	18

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Justirräume . . . .	37	—	86	Leitungen aus Zink	19	1	53
Kabelähnliche Lei- tungen . . . . .	19I	—	54	— in Gebäuden . .	24	—	73
Kabelnetze . . . . .	1	6	9	— Abzweigung von .	21 i	—	65
Kabelschuhe . . . . .	21 <sup>a</sup>	—	66	— Anschluß der . .	10 h	—	32
Kaligruben . . . . .	2	9	13	— Auswechselbar- keit der . . . . .	21 <sup>a</sup>	—	62
Käsereien . . . . .	2 m	—	13	— — — . . . . .	26 <sup>a</sup>	—	76
Kerbverbinder . . . .	21	22	65	— Einführungstel- len der . . . . .	23 <sup>a</sup>	—	71
Kesselhäuser . . . . .	3	10	17	— Mindestquer- schnitt der . . . .	22 c	—	69
Kleinere Glühlampen- gruppen . . . . .	11 d	—	34	— — — . . . . .	20 <sup>d</sup>	—	59
Kleinkunstbühnen . .	38	—	88	Leitungskupfer . . .	20	5	56
Kleinspannungen . . .	3 <sup>a</sup>	—	18	Leitungstrossen . . .	19 III	—	55
Kleinstmotoren . . . .	6 <sup>a</sup>	—	26	Leitungsverlegung .	21	—	59
Klemmen für den Schutzdraht . . . . .	21	8	61	Leuchten . . . . .	16	—	45
Kochgeräte . . . . .	15 d	—	43	Lichtbogenschweiß- apparate . . . . .	3	4	16
Kohlenstaub . . . . .	2	11	14	Lichtspielhäuser . . .	38	—	88
Kondensatoren . . . .	4	3	21	Löschtransforma- toren . . . . .	4	3	21
Kontakte in Steck- dosen . . . . .	13 d	—	36	Löten, Lötung . . . .	21 i	22	65
Kontaktleitungen . . .	24 a	—	73	Lötverbindungen . . .	22 d	—	69
Korkmühlen . . . . .	2	10	14	Lüsterklemmen . . . .	26	3	76
Krampen . . . . .	25 b	—	74	Marmor . . . . .	9 <sup>i</sup>	—	29
Krananlagen . . . . .	14 <sup>a</sup>	—	41	Maschinen . . . . .	6	—	26
Krane, Fahr-, Dreh- — — — . . . . .	1	8	10	Maschinenleuchter . .	18 c	—	51
— — — . . . . .	21 <sup>i</sup>	—	62	Mastanker . . . . .	22 h	—	69
Kriechweg . . . . .	4	2	21	Masten . . . . .	22 f	—	69
Küchen . . . . .	2	8	13	Mastentfernungen . . .	22 c	—	68
Künstlergarderoben .	39	16	94	Mauerdurchfüh- rungen . . . . .	23 <sup>a</sup>	—	72
Kuppelkontakte . . . .	39 h	—	93	Medizin. Apparate . .	1	9	10
Kurzschlußleistung . .	11	3	33	Mehlstaub . . . . .	2	11	14
Kurzzeitiger Betrieb .	2 q	—	15	Metallene Rohre . . .	21 b	—	60
Laboratorien . . . . .	37	—	86	Metallhülle der Rohr- drähte und kabel- ähnlichen Leitun- gen . . . . .	21 b	4	60
Lampen . . . . .	16	—	45	Metallschlauch . . . .	3	5	16
Landwirtschaftliche Anlagen . . . . .	31 <sup>d</sup>	—	82	— — — . . . . .	26	1	75
— Betriebe . . . . .	2 m	—	13	Mehrfachleitungen . .	19 a	—	53
— — — . . . . .	23 <sup>i</sup>	—	71	Metzgereien . . . . .	2 m	—	13
Läuferanlasser . . . .	12 d	—	36	Mindestquerschnitt für Kupferlei- tungen . . . . .	20 <sup>d</sup>	—	59
Leitsätze für Bagger .	Anh.	—	104	— der Freileitungen . .	22 c	—	69
Leitungen . . . . .	19	—	53	Molkereien . . . . .	2 m	—	13
— isolierte . . . . .	19 a	—	53	— — — . . . . .	31 <sup>a</sup>	—	82
— kabelähnliche . . . .	19 I	—	54	Momentschalter . . . .	11 <sup>a</sup>	—	35
— parallel geschal- tete . . . . .	14	5	40	Muffen . . . . .	26 b	—	75
— umhüllte . . . . .	19	—	53				
— wetterfeste . . . . .	19 <sup>2</sup>	—	55				
— aus Aluminium . . . .	22 c	—	68				
— aus Stahl . . . . .	22 c	—	68				

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Nennfrequenz . . . .	2a	—	11	Räume, feuchte, durch-			
Nennleistung . . . .	2a	—	11	tränkte u. ähnliche	2m	—	13
Nennspannung . . . .	2a	—	11	— — — — —	31	—	81
Nennstromstärke . . .	2a	—	11	— — — — —	5 <sup>2</sup>	—	25
Netzanschluß-Emp- fänger . . . . .	15g	—	44	— heiße . . . . .	2	8	13
Niederspannungs- anlage . . . . .	1	4	8	Regeln . . . . .	1 <sup>1</sup>	10	10
Nietverbinder . . . .	21	22	65	Regler . . . . .	12a	—	35
Notbeleuchtungen . .	38f	—	90	Reklamebeleuchtun- gen . . . . .	2	4	12
Nulleiter . . . . .	2h	—	12	— Fassungen an . .	16c	—	46
Nulleiterdrähte . . .	19 <sup>2</sup>	—	55	Relative Einschalt- dauer . . . . .	20	8	58
Nullen . . . . .	2g	—	12	Riemenspannschienen	3	5	16
Nullung . . . . .	3 <sup>1</sup>	—	19	Ringleitungen . . .	14	5	40
Nullungsleitung . . .	2h	—	12	Rohrdrähte . . . .	19I	—	54
Oberlichter . . . . .	39g	—	93	Rohre . . . . .	21 <sup>1</sup>	—	60
Offene Verlegung . .	21	1	59	— . . . . .	26	—	75
Ortsfeste Beleuch- tungskörper . . . .	17	—	47	Rohrhaken . . . . .	27b	—	77
Ortsveränderliche Apparate . . . . .	10g	—	32	Rohrweiten . . . .	Anh.	—	106
Ortsveränderliche Be- leuchtungskörper	18	—	50	Rollen . . . . .	25 <sup>1</sup>	—	75
— Geräte . . . . .	15	—	42	— für Zugpendel . .	17 <sup>e</sup>	—	49
— Leitungen . . . .	21n	—	67	Rundfunkgeräte . .	15g	—	44
— Motoren . . . . .	34 <sup>1</sup>	—	83	Salzbergwerke . . .	46	3	104
Panikbeleuchtung . .	38	9	90	Sammlerbatterien . .	8	2	27
Panzeradern . . . . .	19I	—	54	Schachtsignalanlagen	40	—	97
Parallel geschaltete Leitungen . . . . .	14	5	40	Schaltbilder . . . .	Anh.	—	108
Papierbleikabel . . .	19IV	—	55	Schalter . . . . .	11a	—	33
Papierrohre mit ge- falztem Blech- mantel . . . . .	21	4	60	— für ortsveränder- liche Stromver- braucher . . . . .	11d	—	33
— — — — —	26a	—	75	Schalterabdeckungen	11b	—	33
Paßschraube . . . . .	14e	—	39	Schalffassungen . .	16g	—	47
Pendelschnüre . . . .	19II	—	54	— in Handleuchtern	18d	—	51
Poliermaschinen . . .	15	10	44	Schaltfeuersicher . .	2	2	11
Posamentenleitungen	17e	—	49	Schaltgerüste . . . .	9a	—	28
Prüffelder . . . . .	37	—	86	Schalbkasten . . . .	9a	—	28
Prüflampen . . . . .	18	5	51	Schalteleistung . . .	11c	3	33
Projektionsapparate .	39I	—	95	Schaltsäulen . . . .	2	6	13
Quetschhülsen . . . .	26	3	75	Schalstellung . . . .	11e	—	34
Rampenbeleuchtung	39g	—	93	Schalzeichen . . . .	Anh.	—	108
Räume, abgeschlosse- ne elektr. Betriebs-	2k	—	13	Schaltafeln . . . . .	9a	—	28
— — — — —	29	—	80	Schaubuden . . . . .	37	4	87
— besonderer Art . .	IV	—	77	Schaufenster . . . .	36	—	85
— elektr. Betriebs . .	2i	—	12	Schaustellungen . .	37	4	87
— — — — —	28	—	78	Scheinwerferbeleuch- tung . . . . .	39g	—	93
				Schellenklemmen . .	21	25	66
				Scheunen . . . . .	2	10	14
				Schiebebühnen . . .	21 <sup>1</sup>	—	62
				Schiefer . . . . .	9 <sup>1</sup>	—	29
				Schießbetrieb . . . .	45	—	103

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Schiefleitung . . . .	45 a	—	103	Stahlpanzerrohre . .	26 a	—	75
Schiffe . . . . .	1	8	10	Stallungen . . . . .	31 <sup>z</sup>	—	82
Schlagwettergefähr- dete Grubenräume	2 p	—	14	Stangenschalter . . .	11 i	—	34
— — . . . . .	41	—	98	Stapelschächte . . .	40 c	—	98
Schlagwettergeschütz- te Maschinen . . .	41 b	—	98	Starkstromanlagen . .	1	3	8
Schleifmaschinen, Hand-, Support- . .	15	10	44	— . . . . .	2 a	—	11
Schleppkabel . . . .	Anh. <sup>z</sup>	—	105	Steckdosen in Be- leuchtungskörpern	17 <sup>z</sup>	—	49
Schmelzeinsatz . . . .	14 e	—	39	— mit Schutzkontakt	13 h	—	38
Schmelzsicherungen . .	14	—	38	— zum Einschrauben	—	—	—
Schneelast . . . . .	22 c	—	68	in Fassungen . . . .	17 <sup>z</sup>	—	49
Schnurpendel . . . .	17	—	47	— in Stehleuchtern . .	18 <sup>z</sup>	—	51
Schnurzugpendel . . .	19 II	—	54	Stecker für Klein- spannungen . . . . .	13 c	—	36
Schräge Dächer . . . .	22	3	67	Steckvorrichtungen . .	13 a	—	36
Schutz gegen zufällige Berührung . . . . .	3	—	15	Stehleuchter . . . . .	18	—	50
— — zu hohe Be- rührungsspannung	3	—	16	Sterndreieckschalter .	12 e	—	36
Schutzdrähte . . . . .	2	3	12	Stichleitungen . . . .	22 f	—	69
Schutzgitter . . . . .	3 b	—	16	Stöpsel selbstschalter	14 d	—	39
Schutzleisten . . . . .	2	3	12	Stöpsel zum Ein- schrauben in Fas- sungen . . . . .	17	13	50
Schutzleitung . . . . .	2 h	—	12	Streuströme . . . . .	42	2	100
Schutznetze . . . . .	2	3	12	Strohlager . . . . .	23 <sup>z</sup>	—	71
— — — — —	22 c	—	68	— . . . . .	34 <sup>z</sup>	—	84
Schutzschaltung . . . .	3 <sup>z</sup>	—	20	Stromkreis . . . . .	21 h	—	64
Schwachstromanlage	1	3	8	Stromkreis-Bezeich- nungen . . . . .	9 e	—	31
Schweißapparate, Lichtbogen- . . . .	3	4	16	Stromsicherungen . .	14	—	38
Seitenlichter . . . . .	39 g	—	93	Stufenschalter . . . .	39 <sup>z</sup>	—	94
Selbstschalter . . . . .	14	—	38	Szenerieinstallationen	39 f	—	93
— — — — —	20 <sup>z</sup>	—	59	Theater . . . . .	38	—	88
Sicherung in der Dose	13	4	37	Theaterleitungen . . .	19 III	—	55
— mit geschlossenem Schmelzeinsatz . . .	14 d	—	39	Theaterleitungen . . .	39 e	—	92
— geflickte . . . . .	14 c	—	39	Tragschnur . . . . .	17	9	49
— überbrückte . . . .	14 c	—	39	Transformatoren . . .	7	—	27
Soffittenlampen . . . .	16	6	46	Transportmaschinen	28 g	—	79
Soffittenleitungen . . .	19 III	—	55	Trennschalter . . . .	11 d	—	33
Sonderbestimmungen	1 <sup>z</sup>	11	11	Triebwerksräume von Aufzügen . . . . .	28 g	—	79
Sondergummiader- leitungen . . . . .	19 I	—	54	Tüllen . . . . .	26 <sup>z</sup>	—	76
Sonderschnüre . . . . .	19 III	—	55	Übergangsfrist . . . .	1 a	—	7
Spannweiten . . . . .	22 c	—	68	Übergangszeiten . . .	1	2	7
Spezialfassungen . . . .	16 c	—	46	Überschlag . . . . .	4	2	21
Spießflächenbeleuch- tung . . . . .	39 g	—	93	Umhüllte Leitungen	19 <sup>z</sup>	—	55
Spielzeuge . . . . .	15 e	—	43	Umrahmung . . . . .	9 <sup>z</sup>	—	30
Spinnereien . . . . .	2	10	14	Unbewehrte Papier- rohre . . . . .	26	2	75
Splintverbinder . . . .	21	22	65	Ungeerdete blanke Leitungen . . . . .	21 c	—	61
Stahlmaste . . . . .	22 g	—	69				

	§	Er- läute- rung	Seite		§	Er- läute- rung	Seite
Unter Putz verlegte Rohre . . . . .	26 <sup>d</sup>	—	76	Werkzeugmaschinen.	30	1	80
Ursprungszeichen . .	101	—	33	Wetterfeste Leitun- gen . . . . .	19 <sup>2</sup>	—	55
Verbindung der Lei- tungen . . . . .	21k	—	66	— . . . . .	22	3	67
Verbindungsgeräte .	15g	—	44	Wickeldrähte . . . .	19	2	54
Verlegung, offene . .	21	1	59	Widerstände von Bühnenregulato- ren . . . . .	39a	—	91
Versatzbeleuchtung .	39g	—	93	Widerstandsgeräte .	12	—	35
Versatzkabel . . . .	39h	—	93	Winkelstücke . . . .	26b	—	75
Versatzleitungen . .	19III	—	55	Zählerbrett . . . . .	9	1	29
Verschläge für luft- gekühlte Maschi- nen . . . . .	6b	—	26	Zelluloidwarenfabri- ken . . . . .	2	10	14
Verseilte Schnüre . .	19	6	55	Zinkleitungen . . . .	19	1	53
Verteilungstafeln . .	9a	—	28	Zirkusgebäude . . . .	38	—	88
Warenhäuser . . . . .	36	—	85	Zirkuszelte . . . . .	37	4	87
Wärmesicher . . . . .	2	2	11	Zopfstärke . . . . .	22f	—	69
Wäschereien . . . . .	2m	—	13	Zuckerfabriken . . . .	2m	—	13
Waschküchen . . . .	3	10	17	Zufällige Berührung .	3a	3	15
Wasserdichte Über- glocken . . . . .	17	8	49	Zugbeanspruchung . .	22c	—	68
Wattfabriken . . . . .	2	10	14	Zugfassungen . . . .	16g	—	47
Werklokomotiven . .	1	8	10	Zuglast . . . . .	22d	—	69
Werkstätten . . . . .	2	7	13	Zugpendel . . . . .	17	—	47
Werkstattschnüre . .	19III	—	55	Zugschalter . . . . .	11i	—	34
Werktschleuchter . .	18c	—	51	Zuleitung ortsverän- derlicher Geräte . . .	15h	—	44
				Zwischenkupplungen	13b	—	36

**Hilfsbuch für die Elektrotechnik.** Unter Mitwirkung namhafter Fachgenossen bearbeitet und herausgegeben von Dr. Karl Strecker. Zehnte, umgearbeitete Auflage.

Starkstromausgabe. Mit 560 Abbildungen. XII, 739 Seiten. 1925.  
Gebunden RM 20.—

Schwachstromausgabe (Fernmeldetechnik). Mit 1057 Abbildungen. XXII, 1137 Seiten. 1928.  
Gebunden RM 42.—

---

**Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen.** Von Dr.-Ing. Georg I. Meyer, Beratender Ingenieur für Elektrotechnik. Mit 167 Textabbildungen. VI, 160 Seiten. 1926.  
Gebunden RM 12.—

---

**Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen.** Dynamomaschinen, Motoren und Transformatoren, Lichtanlagen, Kraftwerke und Umformerstationen. Unter Berücksichtigung der neuen, vom Verband Deutscher Elektrotechniker festgesetzten Schaltzeichen. Ein Lehr- und Hilfsbuch von Oberstudienrat Dipl.-Ing. Emil Kosack, Magdeburg. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 257 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. X, 198 Seiten. 1926.  
RM 8.40; gebunden RM 9.90

---

**Entwurf und Bau von Schaltanlagen für Drehstrom-Kraftwerke.** Von Oberingenieur Johann Waltjen. Mit 373 Abbildungen im Text. XVI, 268 Seiten. 1929.  
Gebunden RM 39.—

---

**Bau großer Elektrizitätswerke.** Von Geh. Baurat, Professor Dr.-Ing. h. c., Dr. phil. G. Klingenberg. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 770 Textabbildungen und 13 Tafeln. VIII, 608 Seiten. 1924. Berichtigter Neudruck 1926.  
Gebunden RM 45.—

---

**Kurzschlußströme beim Betrieb von Großkraftwerken.** Von Dr.-Ing., Dr.-Ing. e. h. Reinhold Rüdberg, Chefelektriker, Honorarprofessor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 60 Textabbildungen. IV, 75 Seiten. 1925.  
RM 4.80

---

**Die elektrische Kraftübertragung.** Von Oberbaurat Dipl.-Ing.

Herbert Kyser.

Erster Band: Die Motoren, Umformer und Transformatoren. Ihre Arbeitsweise, Schaltung, Anwendung und Ausführung. Dritte, vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 440 Abbildungen, 33 Zahlentafeln, 7 einfarbigen und einer mehrfarbigen Tafel. X, 544 Seiten. 1930.  
Gebunden RM 36.—

Zweiter Band: Die Niederspannungs- und Hochspannungs-Leitungsanlagen. Ihre Projektierung, Berechnung, elektrische und mechanische Ausführung und Untersuchung. Zweite, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 319 Textfiguren und 44 Tabellen. VIII, 405 Seiten. 1921. Unveränderter Neudruck 1923.  
Gebunden RM 25.—

Dritter Band: Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen des Kraftwerkes und die wirtschaftlichen Gesichtspunkte für die Projektierung. Zweite, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 665 Textfiguren, 2 Tafeln und 87 Tabellen. XII, 930 Seiten. 1923. Unveränderter Neudruck 1929.  
Gebunden RM 54.—

**Herzog-Feldmann, Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis.** Vierte, völlig umgearbeitete Auflage. Von Professor Clarence Feldmann, Delft. Mit 485 Textabbildungen. X, 554 Seiten. 1927. Gebunden RM 38.—

---

**Meßgeräte und Schaltungen zum Parallelschalten von Wechselstrom-Maschinen.** Von Oberingenieur Werner Skirl. Zweite, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 30 Tafeln, 30 ganzseitigen Schaltbildern und 14 Textbildern. VIII, 140 Seiten. 1923. Gebunden RM 5.—

---

**Wechselstrom-Leistungsmessungen.** Von Oberingenieur Werner Skirl. Dritte, vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 247 zum größten Teil auf Tafeln angeordneten Bildern. VII, 278 Seiten. 1930. Gebunden RM 14.—

---

**Die Messung der elektrischen Größen.** Von Dipl.-Ing. C. Aron, Berlin. (Technische Fachbücher, Band 16.) Mit 45 Abbildungen im Text und 116 Aufgaben nebst Lösungen. IV, 107 Seiten. 1926. RM 2.25

---

**Elektrotechnische Meßkunde.** Von Dr.-Ing. P. B. Arthur Linker. Dritte, völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 408 Textfiguren. XII, 571 Seiten. 1920. Unveränderter Neudruck 1923. Gebunden RM 11.—

---

**Die Prüfung der Elektrizitäts-Zähler.** Meßeinrichtungen, Meßmethoden und Schaltungen. Von Dr.-Ing. Karl Schmiedel. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 122 Abbildungen im Text. VIII, 157 Seiten. 1924. Gebunden RM 8.40

---

**Elektrotechnische Meßinstrumente.** Ein Leitfadens von Konrad Gruhn, Oberingenieur a. D. und Gewerbestudienrat. Zweite, verbesserte und verbesserte Auflage. Mit 321 Textabbildungen. IV, 223 Seiten. 1923. Gebunden RM 7.—

---

**Meßtechnische Übungen der Elektrotechnik.** Von Oberingenieur a. D. und Gewerbestudienrat Konrad Gruhn. Mit 305 Textabbildungen. VI, 177 Seiten. 1927. RM 10.50