

Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar

---

**Ausfuhrsbuch**  
für die vorschriftsgemäße  
**Unterhaltung und**  

---

**Betriebsführung**  

---

**von Starkstromanlagen**

---

Zweite Auflage

**Auskunftsbuch**  
**für die vorschriftsgemäße**  
**Unterhaltung und Betriebsführung**  

---

**von Starkstromanlagen**

Von

**Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar**  
o. Professor an der Technischen Hochschule  
Sannover

Zweite, neubearbeitete Auflage



**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**  
**1932**

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

ISBN 978-3-662-36227-3      ISBN 978-3-662-37057-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-37057-5

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1932

## **Vorwort zur ersten Auflage.**

Bei der Bearbeitung meines im Vorjahre erschienenen „Wegweisers für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“ fand ich, daß in einer großen Zahl von Arbeiten des VDE viele Angaben, die für die Betriebsführung äußerst wertvoll sind, verstreut waren. Es erschien mir dringend notwendig, dieses Material so zusammenzustellen, daß es den Betriebsleitern elektrischer Anlagen jederzeit leicht zugänglich ist und dadurch ihnen bei der Arbeit eine wertvolle Unterstützung bietet. Bei der großen Verantwortlichkeit, die dem Leiter eines Betriebes zufällt, erschien mir die Aufgabe, das alles in einem Buche übersichtlich zusammenzustellen, wichtig genug. Ich entschloß mich daher, dem Wegweiser ein zweites Buch folgen zu lassen, für das ich, um Verwechslungen zu vermeiden, den Titel „Auskunftsbuch“ wählte. Es ist also auch dieses Buch dazu bestimmt, eine vielfach schon empfundene große Lücke auszufüllen. Damit es seinen Zweck, den Betriebsleiter über die jetzt fast unübersichtliche Fülle von Bestimmungen des VDE zu unterrichten, wirklich erfüllen kann, erschien es mir notwendig, dem Buche eine Form zu geben, die sowohl für den Sonderfachmann, wie auch für den fachlich weniger Ausgebildeten geeignet ist. Besonderer Wert ist ferner auf weitgehendste Vollständigkeit aller direkt oder indirekt mit dem Betriebe von elektrischen Anlagen in Verbindung stehender Bestimmungen des VDE gelegt worden.

Das Buch ist aufgebaut worden auf den Betriebsvorschriften des VDE. Diese enthalten nur grundlegende Bestimmungen; daneben bestehen aber noch eine große Anzahl vom VDE aufgestellter Vorschriften, Regeln, Leitsätze und Normen. Weiter sind zu den Errichtungs- und Betriebsvorschriften, den Vorschriften für isolierte Leitungen, für Installationsmaterial, sowie für Maschinen und Transformatoren noch Erläuterungsbücher herausgegeben. Dieses umfangreiche Material kann von dem in der Praxis stehenden Ingenieur, Techniker, Installateur usw. neben seiner an sich schon anstrengenden geschäftlichen Tätigkeit kaum noch in den Einzelheiten verfolgt werden. Berücksichtigt man ferner, daß die vorstehend erwähnten Bestimmungen dem Fortschritt der Technik entsprechend von Zeit zu Zeit geändert werden müssen, so wird man sich ohne weiteres klar darüber werden, daß es mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein muß, über alles dieses auf dem Laufenden zu bleiben. Wenn dann bei der Ausführung von Anlagen bald die eine, bald

die andere Bestimmung übersehen wird, so ist das bei der großen Zahl derselben durchaus entschuldbar, und es wird sicher einem Bedürfnis entsprechen, einen Wegweiser durch alle diese Bestimmungen zu haben. Damit aber dieser auch wirklich seine Aufgabe erfüllt, ist es notwendig, seinen Umfang tunlichst zu beschränken, woraus wiederum folgt, daß die einzelnen Bestimmungen nur zum kleinen Teil im Originalwortlaut gegeben werden können. In der Hauptsache mußte dies auszugsweise oder in Form des kurzen Berichtes geschehen.

Infolge meiner fast 16jährigen engsten Teilnahme an den Arbeiten des VDE und durch die darauf folgende akademische Lehrtätigkeit habe ich mich auf das eingehendste mit allen diesen Bestimmungen befaßt müssen, so daß ich hoffe, durch dieses „Auskunftsbuch“ vielen Fachleuten Zeit und Arbeit zu ersparen.

Da in diesem Buche die Betriebsvorschriften das Gerippe für die Einteilung bilden, war es notwendig, sie durch besondere Druckart gegenüber dem Text des „Auskunftsbuches“ zu kennzeichnen. Selbst dort, wo der Text wörtlich den VDE-Bestimmungen entnommen ist, war dies geboten, weil schon die Art der Auswahl einen Einfluß auf die Auslegung haben kann. Um jederzeit den Unterschied zwischen dem vom VDE stammenden Originalwortlaut und dem Text des Auskunftsbuches hervortreten zu lassen, sind zwei deutlich zu unterscheidende Druckarten benutzt worden, in der Hoffnung, daß damit Verwechslungen vermieden werden.

In einem besonderen Abschnitt sind noch einige für den Betrieb elektrischer Anlagen nützliche Arbeiten des VDE, des Deutschen Aufzugsausschusses, des Reichsausschusses für Lieferbedingungen, des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigungen und des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins abgedruckt.

Zur Erleichterung des Auffindens ist besonderer Wert auf ein sehr ausführliches Sachverzeichnis gelegt worden.

Hannover, im Mai 1928.

**Georg Zettmar.**

## **Vorwort zur zweiten Auflage.**

Die weitgehende Umgestaltung der Betriebsvorschriften und ihre Abtrennung von den Errichtungsvorschriften machte eine völlige Neubearbeitung dieses Auskunftsbuches notwendig. Sie konnte in Angriff genommen werden, nachdem der endgültige Wortlaut in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1931, S. 1344 veröffentlicht war und erstreckt sich auf alle Arbeiten des VDE und Änderungen derselben, die bis einschließlich Ende Dezember 1931 bekanntgegeben worden sind.

Zusammengenommen mit der vor kurzem erschienenen zweiten Auflage des „Wegweisers für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“ liegen also nunmehr 2 Bücher vor, die sowohl den Betrieb wie den Bau von Anlagen behandeln und damit dem Betriebsleiter, dem Ingenieur, dem Installateur usw. alle wichtigen Unterlagen zur Verfügung stellen.

Hannover, im März 1932.

**Georg Dettmar.**

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>I. Aufgaben des Buches und Art ihrer Behandlung</b> . . . . .	1
A. Zweck des Buches . . . . .	1
B. Abgrenzung des Inhaltes . . . . .	3
C. Art der Bearbeitung . . . . .	4
D. Gesichtspunkte für die Benutzung . . . . .	4
<b>II. Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstrom- anlagen VBS/1932 mit eingeschobenen Hinweisen auf weiter zu be- achtende Bestimmungen</b> . . . . .	7
§ 1. Geltungsbeginn. Geltungsbereich. Begriffserklärungen . . . . .	7
§ 2. Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen . . . . .	15
Allgemeines . . . . .	17
Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung . . . . .	35
Isolationszustand . . . . .	47
Mehrleiteranlagen . . . . .	51
Akumulatoren . . . . .	54
Elektro-Werkzeuge, Hand- und Hausgeräte . . . . .	56
Maschinen . . . . .	57
Transformatoren . . . . .	61
Apparate . . . . .	63
Schaltanlagen . . . . .	65
Installationen im Freien . . . . .	67
Freileitungen . . . . .	67
Umhüllte Leitungen . . . . .	83
Isolierte Leitungen . . . . .	84
Kabel . . . . .	88
Zähler . . . . .	95
Beleuchtung . . . . .	101
§ 3. Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung . . . . .	103
§ 4. Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten . . . . .	121
§ 5. Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen . . . . .	124
Allgemeines . . . . .	125
Akumulatoren . . . . .	140
Elektro-Werkzeuge, Hand- und Hausgeräte . . . . .	144

	Seite
Maschinen . . . . .	145
Transformatoren . . . . .	162
Öl für Transformatoren, Schalter und andere Apparate . . . . .	174
Apparate . . . . .	179
Schaltanlagen . . . . .	201
Freileitungen . . . . .	203
Isolierte Leitungen . . . . .	204
Kabel . . . . .	207
Zähler . . . . .	210
Beleuchtung . . . . .	211
§ 6. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherstellung des spannungsfreien Zustandes bei Arbeiten an elektrischen Anlagen . . . . .	216
§ 7. Maßnahmen vor der Unterspannungsetzung nach beendeter Arbeit . . . . .	222
§ 8. Arbeiten unter Spannung . . . . .	224
§ 9. Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen . . . . .	228
<b>Anhang:</b> I. Schematische Darstellungen . . . . .	230
II. Warnungsschilder und Warnungstexte . . . . .	231
<b>III. Verschiedenes . . . . .</b>	<b>233</b>
A. Die wichtigsten Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen . . . . .	233
B. Die Prüfstelle des VDE und ihr Arbeitsgebiet . . . . .	243
C. Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anfassern, Reglern und Transformatoren . . . . .	246
D. Leitfäche betr. die einheitliche Errichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen . . . . .	252
E. Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit . . . . .	255
F. Betriebsvorschriften für Aufzüge des Deutschen Aufzugs-Ausschusses . . . . .	256
G. Reichsausschuß für Lieferbedingungen beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Berlin . . . . .	258
1. Lieferbedingungen für Maschinenputztücher . . . . .	259
2. Lieferbedingungen für Fußlappen . . . . .	264
3. Lieferbedingungen für Fußwolle . . . . .	266
H. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit . . . . .	271
1. Behandlung der Wälzlager . . . . .	271
2. Regeln für Fahrer von Elektrokarren . . . . .	274
3. Dienstanweisung zur Verhütung von Unfällen in elektrischen Bagger- und Bahnanlagen von Braunkohlentagebauen . . . . .	275
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>278</b>



# I. Aufgaben des Buches und Art ihrer Behandlung.

## A. Zweck des Buches.

Die deutsche Elektrotechnik hat schon frühzeitig einheitliche Bestimmungen für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen und der dazu gehörigen Leitungen, Apparate, Maschinen usw. festgelegt. Gleich nach der im Jahre 1893 erfolgten Gründung des Verbandes deutscher Elektrotechniker<sup>1</sup> wurde mit derartigen Arbeiten begonnen; sie sind bis zur Jetztzeit ohne Unterbrechung fortgesetzt worden und werden auch in Zukunft immer noch weiter ausgebaut. Bei der ungeheueren Vielgestaltigkeit in der Anwendung der Elektrizität war es notwendig, eine große Zahl von Bestimmungen über die Ausführung solcher Anlagen zu erlassen. So groß der Nutzen dieser zahlreichen Verbandsarbeiten an sich nun ist, konnte es doch nicht ausbleiben, daß mit der Zeit die Übersicht über sie sehr erschwert wurde. Es war nur wenigen Fachleuten, die sich ganz besonders mit derartigen Fragen befassen, möglich, dieses große Gebiet vollkommen zu beherrschen. Die meisten Elektrotechniker kennen nur diejenigen Verbandsarbeiten genau, mit denen sie im allgemeinen gerade zu tun haben; die anderen werden sie entweder gar nicht mehr beherrschen, oder sie werden ihnen nur oberflächlich bekannt sein. Diese Entwicklung hatte das Bedürfnis für einen „Wegweiser“ durch dieses umfangreiche Gebiet der Verbandsarbeiten entstehen lassen, soweit der Bau elektrischer Starkstromanlagen in Frage kommt. Durch dieses von mir schon in zweiter Auflage herausgegebene Buch „Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“ ist jetzt die Möglichkeit gegeben, sich schnell darüber zu unterrichten, was auf dem jeweilig gerade interessierenden Gebiete, außer den grundlegenden „Errichtungsvorschriften“ noch für Sonderbestimmungen des Verbandes deutscher Elektrotechniker bestehen.

In gleicher Weise hat es sich aber auch als notwendig erwiesen, hinsichtlich des Betriebes von Anlagen größere Klarheit und Übersicht über vorhandene Verbandsarbeiten zu schaffen. In den Betriebsvorschriften konnten, weil die Verhältnisse in den einzelnen Anlagen zu verschieden sind, nur Angaben ganz allgemeiner Natur gemacht werden. Die in vielen Verbandsarbeiten verstreuten Angaben, deren Kenntnis teils direkt, teils indirekt außerordentlich wertvoll sind, konnten in die Betriebs-

<sup>1</sup> Seine Anschrift lautet jetzt: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.  
Dettmar, Auskunftsbuch, 2. Aufl.

vorschriften nicht aufgenommen werden. Es ist nun die Aufgabe des vorliegenden „Auskunftsbuches“, alles in den Verbandsarbeiten enthaltene, für den Betrieb und die Unterhaltung von Anlagen wertvolle Material nutzbar zu machen, indem bei den jeweiligen Paragraphen der Betriebsvorschriften darauf hingewiesen wird. Dieses Buch ist also damit ein Gegenstück zu dem „Wegweiser“. Wenn dieser wertvolle Hinweis auf die Errichtung von Anlagen gibt, so bringt das „Auskunftsbuch“ solche, die sich auf den Betrieb erstrecken.

Die Grundlagen für den Betrieb elektrischer Anlagen bildeten bisher die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen“. Der auf den Betrieb bezügliche Teil dieser Vorschriften wurde zum ersten Male im Jahre 1903 herausgegeben. Seit dieser Zeit ist er mehrmals umgearbeitet und der Entwicklung der Technik entsprechend, ausgebaut worden. Neuerdings hat man ihn jedoch zu einer selbständigen Arbeit umgestaltet unter der Bezeichnung „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen VBS“, die vom 1. Januar 1932 ab gelten. Auch diese „Betriebsvorschriften“ sind von den Regierungen der einzelnen Länder und durch den Reichsarbeitsminister ausdrücklich anerkannt worden<sup>1</sup>, so daß sie also die für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen „anerkannten Regeln der Technik“ darstellen.

Die schnellen Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrotechnik bedingen naturgemäß von Zeit zu Zeit Änderungen der vom Verband deutscher Elektrotechniker aufgestellten Bestimmungen. Dadurch wird aber die Übersichtlichkeit über dieselben erheblich erschwert. Die Änderungen werden zudem vielfach nicht genügend in den Fachkreisen bekannt werden. Auch in dieser Beziehung soll das vorliegende Buch Verbesserungen im Verhältnis zu dem bisherigen Zustande erreichen, denn es ist mit Hilfe desselben bzw. seiner späteren Auflagen möglich, sich über den neuesten Stand jedes Einzelgebietes sofort zu unterrichten, ohne erst eine große Zahl von Einzelbestimmungen einer Durchsicht unterziehen zu müssen. Den Elektrotechnikern wird also durch die Benutzung dieses Buches sehr viel Zeit erspart werden.

Während meiner 16jährigen Tätigkeit als Generalsekretär des Verbandes deutscher Elektrotechniker habe ich an der Entwicklung der aufgestellten Vorschriften, Regeln, Leitsätze und Normen weitgehendsten Anteil genommen; aber auch meine Tätigkeit als Hochschullehrer, die ich seit 1921 ausübe und die sich überwiegend auf den Bau elektrischer Starkstromanlagen bezieht, gab mir immer wieder Gelegenheit, dieses große Gebiet der Verbandsbestimmungen durcharbeiten und durchzudenken, zumal ich diese immer als Grundlage für meine Vorlesungen genommen habe, so daß es mir zweckmäßig erschien, das Ergebnis der ganzen Fachwelt zugänglich zu machen. Es kann sich naturgemäß nicht jeder Einzelne so eingehend mit allen diesen Fragen befassen; die nachstehenden Auskünfte

<sup>1</sup> ETZ 1907, S. 745; 1910, S. 848; 1914, S. 1034; 1930, S. 1666.

werden daher einem großen Kreise Zeit und Arbeit ersparen. Die gesamte Elektrotechnik wird aber insofern, wie ich hoffe, davon einen Vorteil haben, als die Kenntnis der Verbandsarbeiten durch dieses Auskunftsbuch erweitert, und die Verbreitung der Vorschriften, Regeln, Zeitsätze und Normen gesteigert wird, so daß daraus eine Verbesserung in der Betriebsführung der Anlagen sich ergeben muß.

Der Inhalt dieses Buches wird dem Ingenieur, wie dem Techniker, dem Maschinisten und dem Monteur gleich nützlich sein, weil sie in demselben auf jedem Einzelgebiet sofort auf etwa vorhandene Sonderbestimmungen hingewiesen werden. Ganz besonders wertvoll wird das Auskunftsbuch aber den Betriebsleitern und Besitzern elektrischer Anlagen sein, die nicht besonders elektrotechnisch vorgebildet sind, da gerade ihnen von den vielen Einzelbestimmungen des Verbandes ein großer Teil nicht bekannt sein wird. Weiter dürfte dieses Auskunftsbuch den Studierenden ein nützlich Buch sein, um ihnen die vielen und komplizierten Beziehungen, die zwischen den verschiedenen Einzelgebieten der Elektrotechnik bestehen, zu zeigen.

### B. Abgrenzung des Inhaltes.

Die Übersichtlichkeit eines Buches ist im Allgemeinen um so größer, je geringer der Umfang desselben ist. Infolgedessen mußte als Hauptgesichtspunkt bei der Bearbeitung gelten, alles nicht unbedingt Notwendige wegzulassen und das wirklich Notwendige so kurz wie möglich zu fassen. Der Inhalt des Buches wurde infolgedessen nur auf gewöhnliche Starkstromanlagen erstreckt, einschließlich der Bergwerke, jedoch ausschließlich der elektrischen Bahnen. Für letzteres Gebiet bestehen besondere „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen“<sup>1</sup>. Es mußte ferner von der Behandlung der Fernmeldeanlagen (früher genannt Schwachstromanlagen) abgesehen werden. Auch für diese bestehen besondere „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“<sup>2</sup>. Von Fernmeldeanlagen sind nur solche Teile hier berücksichtigt, die mit Starkstromanlagen direkt in Verbindung stehen.

Der Inhalt des Buches geht von der Hauptgrundlage, die für den Betrieb elektrischer Anlagen besteht, von den „Betriebsvorschriften“ aus. Sie sind im Teil II dieses Buches im vollen Wortlaut abgedruckt. Hinter den einzelnen Paragraphen bzw. Teilen derselben sind jeweilig diejenigen Hinweise eingefügt, die kurz den Inhalt anderer Verbandsarbeiten wiedergeben. Wo notwendig, sind auch noch kurze Erklärungen wichtiger Ausdrücke usw. gegeben. Des weiteren sind möglichst umfangreiche Angaben über Literatur gemacht, in der die jeweilige Verbandsbestimmung behandelt worden ist. In der Elektrotechnischen Zeitschrift finden sich nämlich sehr viele, die Verbandsvorschriften betreffende Ab-

<sup>1</sup> ETZ 1925, S. 239, 279, 321, 977 und 1526; 1931, S. 54, 489 und 677.

<sup>2</sup> ETZ 1922, S. 561 und 744; 1923, S. 203; 1924, S. 83; 1925, S. 904 und 1526; 1931, S. 182 und 711.

handlungen, die besonders geeignet sind, aufklärend zu wirken. Dadurch wird die im Laufe der letzten Jahrzehnte erschienene ziemlich umfangreiche Literatur über die Verbandsarbeiten und deren Auslegung auf die Dauer in übersichtlicher Weise nutzbar gemacht.

In Teil III sind noch einige Verbandsarbeiten, die mit den Betriebsvorschriften im Zusammenhange stehen, abgedruckt, um in dem Buche alles das handlich zusammen zu haben, was für das richtige Verständnis notwendig ist. Es sind ferner in diesem Abschnitt noch das Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit, die Betriebsvorschriften des deutschen Aufzugs-Ausschusses, Arbeiten des Reichsausschusses für Lieferbedingungen, des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigungen und des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins enthalten.

### C. Art der Bearbeitung.

Die Einteilung des Buches schließt sich, wie schon erwähnt, den „Betriebsvorschriften“ an. Der nachstehende Wortlaut derselben ist genau übereinstimmend mit dem zur Zeit gültigen, der vom Verband deutscher Elektrotechniker<sup>1</sup> veröffentlicht ist. Die Einschreibungen dagegen, die sich auf die anderen Arbeiten des Verbandes beziehen, sind, um Platz zu sparen, meist nicht im Originalwortlaut gegeben, sondern so kurz wie irgend möglich gehalten. Von diesen Sonderarbeiten bezieht sich oft nur ein ganz kleiner Teil auf den Betrieb der Anlagen; der größte Teil erstreckt sich auf die Herstellung der zum Bau von Anlagen notwendigen Einzelteile. Sie sind insobedessen in der Hauptsache für die Fabrikanten bestimmt, die solche Teile herstellen. Derjenige, der den Betrieb einer Anlage leitet, braucht meist nur wenige von diesen Bestimmungen im einzelnen zu kennen. Durch eine auszugsweise Wiedergabe wird außerordentlich viel Platz gespart und dadurch die Übersichtlichkeit erhöht.

Bei der Aufstellung der Verbandsarbeiten wird meist äußerste Kürze angestrebt. Das hat zwar den Vorteil, daß dadurch die Bestimmungen übersichtlicher werden. Unter Umständen ergibt sich aber daraus der Nachteil, daß Unklarheiten in der Auslegung eintreten können. Durch kurze erläuternde Bemerkungen ist versucht worden, an solchen Stellen den erwähnten Nachteil zu beseitigen. Sie mußten natürlich der Zahl und dem Umfange nach auf das Äußerste beschränkt werden.

### D. Gesichtspunkte für die Benutzung.

Für jeden Benutzer ist es naturgemäß wichtig, sofort klar zu ersehen, welcher Teil des Inhaltes dem Originalwortlaut der vom VDE aufgestellten Betriebsvorschriften entspricht und welcher Teil von mir stammt als gekürzte Wiedergabe anderer Teile von Verbandsarbeiten. Für den Inhalt dieser Stellen muß ich naturgemäß die Verantwortung übernehmen, während bei dem Originalwortlaut sie der Verband trägt. Es

<sup>1</sup> ETZ 1930, S. 1697; 1931, S. 550 und 1344.

ist infolge dessen der von mir stammende Text durch besondere Druckart (Fraktur) hervorgehoben worden. Hierüber sind auch schon Angaben im Vorwort gemacht.

Wie schon vorstehend erwähnt, bezieht sich ein großer Teil der Sondervorschriften des VDE auf die Herstellung der Apparate, Leitungen, Maschinen usw. Die Verbraucher bzw. Benutzer solcher Einzelteile glauben nun vielfach, daß sie sich mit derartigen Bestimmungen überhaupt nicht befassen brauchen, in der Annahme, daß sie ja von den Fabrikanten beachtet werden. Dieser Standpunkt ist aber nicht richtig, einerseits, weil nicht alle Fabrikanten ordnungsgemäßes Material herstellen, andererseits, weil neben dem verbandsgemäßen Material teilweise auch verbandswidriges Material für Ausführungszwecke fabriziert wird. Es hat also derjenige, der eine Anlage betreibt, die Pflicht, bei der Auswahl der zu verwendenden Materialien sich jeweilig darüber klar zu werden, ob sie den Verbandsvorschriften, Regeln, Leitätzen und Normen entsprechen. Es ist deswegen zu empfehlen, bei jeder Bestellung von Materialien ausdrücklich zu verlangen, daß sie den neuesten Verbandsbestimmungen entsprechen, und sich bei der Lieferung diesbezügliche Zusicherungen geben zu lassen:

Nachstehend ist eine Aufstellung der beim VDE üblichen „Kurzzeichen“, die bei den verschiedenen Vorschriften verwendet werden, gegeben;

BKV	Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen.
KPI	Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung.
LSG	Leitätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen von 1000 V und darüber.
RAB	Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für ausgesetzten Betrieb.
RAM	Regeln für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke.
REA	Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlässern und Steuergeräten.
REB	Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen.
REH	Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen.
REM	Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen.
RES	Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung.
RESM	Regeln für die Bewertung und Prüfung von Gleichstrom-Lichtbogen-Schweißmaschinen.
RET	Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren.
RETK	Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen.
REW	Regeln für Wandler.
REZ	Regeln für Elektrizitätszähler.
VBS	Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen.
VEB	Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen.
VEF	Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen.

- VEMd** Vorschriften für elektromedizinische Netzanschlußgeräte für Galvanisation, Faradisation, Sinusstrombehandlung, Glühkaustik und Endoskopie.
- VES1** Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V.
- VES2** Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber.
- VEWz** Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde.
- VFL** Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen.
- VGKM** Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren.
- VIL** Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen.
- VRG** Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (=netzen) in Verbindung stehen.
- VSF** Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen.
- VSK** Vorschriften für Bleitafel in Starkstromanlagen.
- VSS** Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte.
- VWG** Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde.
- WKV** Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen.

## **II. Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen VBS/1932 mit eingeschobenen Hinweisen auf weiter zu beachtende Bestimmungen.**

§ 1.

### **Geltungsbeginn.**

a) Diese Vorschriften gelten vom 1. Januar 1932 ab.

Wie schon auf S. 2 angegeben, haben vor der zur Zeit gültigen Fassung der Betriebsvorschriften verschiedene andere bestanden. Der erste Wortlaut wurde im Jahre 1902 aufgestellt und am 1. Januar 1903 in Geltung gesetzt. Die zweite Fassung ist im wesentlichen nur redaktionell geändert; sie trat am 1. Januar 1908 und die dritte am 1. Januar 1910 in Kraft. Im Jahre 1914 wurden die Errichtungs- und Betriebsvorschriften zu einer gemeinsamen Fassung verarbeitet, die am 1. Juli 1915 in Kraft trat; sie wurde später umgearbeitet, und zwar mit Geltung vom 1. Juli 1924. Neuerdings sind aber die auf den Betrieb bezüglichen Teile wieder herausgenommen und zu einer selbständigen Arbeit gemacht worden. Die erste derartige Fassung trat am 1. Juli 1929 in Kraft. Sie war aber nur ein Provisorium bis zur Fertigstellung des hier vorliegenden, stark umgearbeiteten Wortlautes.

Die Betriebsvorschriften werden außer durch Buchdruck auch noch in Form von Metallplakaten verbreitet. Letztere liefert die Firma J. Gb. Wunderle in Mainz-Kastel.

### **Geltungsbereich.**

b) Diese Vorschriften gelten für den Betrieb der in den Errichtungsvorschriften VES1 und VES2 behandelten Starkstromanlagen. Sie sind auch bei der Errichtung und Veränderung von Starkstromanlagen zu beachten, soweit dabei die Anlagen oder einzelne Teile unter Spannung stehen oder, sofern ein Übertritt von Spannung auf die im Bau befindlichen Anlageteile nicht ausgeschlossen ist.

Diese Betriebsvorschriften gelten gemäß § 26 b) der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen VEB“ mit den dort angegebenen Ausnahmen, Änderungen und Zusätzen sinngemäß auch für die Starkstromanlagen der Fahrzeuge und Fahrleitungen elektrischer Bahnen.

Für den Betrieb von Hausinstallationen gelten diese Vorschriften sinn- gemäß. Keine Anwendung finden § 3, § 4, § 5, Regel 1, b) bis g), Regel 2, i) und k), § 6, Regel 4 und g) bis m), § 8 c) und e) bis h), § 9 c) bis g), An- hang I.

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten grund- sätzlichen Vorschriften enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Regeln, nach denen die Anlagen mit den üblichen Mit- teln im allgemeinen zu betreiben sind, wenn nicht im Einzel- falle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

c) Die zwischen ✂ || stehenden Zusätze gelten nur für Starkstromanlagen in Bergwerken unter Tage (abgekürzt: B. u. T.).

Der Zweck der Betriebsvorschriften ist in der Schaffung genügender Sicherheit zu suchen, und zwar einerseits für das in der Anlage beschäf- tigte Personal, andererseits für alle, die mit solchen Anlagen in Berührung kommen. Weiter soll durch die Betriebsvorschriften auch die notwendige Feuer- sicherheit erreicht werden. Schließlich ist auch die Erzielung einer genügenden Betriebssicherheit maßgebend. Da die für Landwirtschaft bestimmten Anlagen vielfach unter besonders ungünstigen Umständen betrieben und benutzt werden, hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, die allgemeinen Betriebsvorschriften noch durch zwei besondere Merkblätter zu ergänzen, die vom 1. Januar 1926 ab gelten. Das „Merkblatt für die Be- handlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft“ ist ETZ 1925, S. 1320 und 1748 abgedruckt. Das zweite, die „Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft“ ist an gleicher Stelle in der ETZ veröffentlicht. Beide Sonderbestimmungen, das Merkblatt sowie die Betriebsanweisung, wer- den im nachstehenden noch bei § 5 „Betriebsmäßige Bedienung elek- trischer Anlagen“ im einzelnen behandelt werden; z. T. wird auch bei anderen Paragraphen, soweit nötig, darauf hingewiesen werden.

Was unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt der Abschnitt q) noch an.

In den Betriebsvorschriften wie auch in den Errichtungsvorschriften werden unterschieden: Vorschriften und Ausführungsregeln, meistens kurz Regeln genannt. Sie sind durch verschiedenen Druck und durch die Bezeichnung mit Buchstaben und mit Zahlen kenntlich gemacht. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal besteht darin, daß bei den Vorschriften immer der Ausdruck „muß“ gebraucht ist, während bei den Regeln „soll“ angewendet wird. Näheres über die Entstehung und Begründung dieser Unterscheidung siehe Erläuterungen von Weber-Zaudh, und zwar in der Einleitung.

Der VDE hat bekanntlich noch andere Arbeiten aufgestellt, die ver- schiedenartigen Charakter haben. Er unterscheidet:

1. Vorschriften. Das sind Bestimmungen, die mit Rücksicht auf Feuer- und Lebensgefahr aufgestellt sind und eingehalten sein müssen, wenn eine Anlage,



ein Gerät oder eine Maschine als der herrschenden Ansicht entsprechend vom VDE anerkannt werden soll.

2. Regeln. Das sind Bestimmungen, die wie Vorschriften erfüllt werden müssen, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen. Wo eine solche Abweichung vom VDE anerkannt ist, hat er von sich aus an Stelle einer „Muß-Vorschrift“ eine „Soll-Vorschrift“ eingesetzt.

3. Leitsätze. Das sind Bestimmungen, die lediglich als Angabe über die Zweckmäßigkeit eines Verfahrens, einer Prüfung oder einer Beschaffenheit angesehen werden sollen. Nach der Erprobung der in den Leitsätzen niedergelegten Bestimmungen bleibt vorbehalten, diese Angaben in Form von Vorschriften oder Regeln herauszugeben; auf jeden Fall wird die Beachtung der Leitsätze vom VDE empfohlen, da in ihnen gleichfalls der Stand der Wissenschaft und Technik niedergelegt ist.

4. Normen. Das sind genaue Angaben in bezug auf Aufbau, Form, Maße, Werkstoffe, Gewicht, mechanische, elektrische oder magnetische Eigenschaften usw., deren Einhaltung vom VDE empfohlen wird.

Zu beachten sind ferner Toleranzangaben, die sich sowohl in Vorschriften als auch in Regeln, Leitsätzen und Normen finden können. Diese sind als Bestimmungen zu werten, die eingehalten werden sollen, soweit nicht ausdrücklich verlangt ist, daß sie eingehalten werden müssen. In den weitaus meisten Fällen wird es zweckmäßig sein, keinen Unterschied zwischen Vorschriften, Regeln, Leitsätzen und Normen zu machen, sondern alle diese auf Grund eingehender Beratungen aufgestellten Bestimmungen zu beachten.

Es hat sich als unbedingt notwendig erwiesen, für Anlagen in Bergwerken unter Tage besondere Zusatzvorschriften aufzustellen, die Verschärfungen bringen, weil die Verhältnisse unter Tage von denen über Tage stark abweichen. Die ersten derartigen Vorschriften wurden im Jahre 1902 aufgestellt<sup>1</sup>. Die jetzige Fassung ist unter Mitwirkung der deutschen Bergbehörden geschaffen.

### Begriffserklärungen.

d) Betrieb elektrischer Anlagen umfaßt die Bedienung (Schaltung, Regelung und Überwachung), ferner die Instandhaltung und Reinigung von Anlageteilen.

Als im Betriebe beschäftigt sind die Personen anzusehen, die laufend oder vorübergehend die vorgenannten Arbeiten auszuführen haben.

e) Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern unter 1000 V bleibt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

f) Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber sind solche, deren Betriebsspannung zwischen beliebigen Leitern 1000 V und darüber beträgt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

Eine streng gültige und einfache Umschreibung des Begriffes „Starkstromanlagen“ ist leider nicht möglich. Man muß sich daher damit be-

<sup>1</sup> ETZ 1902, S. 507.

gnügen, daß im allgemeinen das Vorhandensein einer gewissen erheblichen Stromstärke zugleich mit einer gewissen erheblichen Energiemenge als ausreichend für die Begriffsbestimmung betrachtet wird. Im Gegensatz zu den „Starkstromanlagen“ stehen die früher als „Schwachstromanlagen“ bezeichneten, die, wie der Name sagt, mit geringen Stromstärken arbeiten. Als infolge der Entwicklung der Technik diese Umschreibung nicht mehr ausreichend war, gelang es aber, hier eine Verbesserung dadurch herbeizuführen, daß man als Kennzeichen nicht das Mittel, mit dem die Anlage arbeitet, benutzte, sondern den Zweck, zu dem sie errichtet wird. Der VDE führte daher den jetzt allgemein üblichen Ausdruck „Fernmeldeanlagen“ ein. Wir haben somit als die beiden Hauptarten elektrischer Anlagen die „Starkstromanlagen“ und die „Fernmeldeanlagen“ zu unterscheiden. Für letztere gelten besondere Bestimmungen, die „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“, deren letzter Wortlaut vom 1. Januar 1932 ab Geltung hat. Die endgültigen Bestimmungen sind abgedruckt ETZ 1931, S. 182 u. 771. Näheres über die Abgrenzung des Begriffes „Starkstromanlage“ siehe Erläuterungen von Weber-Jaudy zu § 1.

Es kommt vielfach vor, daß Fernmeldeanlagen an Starkstromanlagen angeschlossen werden, d. h. die zu ihrem Betriebe notwendige Energie aus einer Starkstromanlage entnehmen. Der Anschluß solcher Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze kann in verschiedener Art erfolgen, und zwar entweder durch direkten Anschluß unter Zwischenschaltung besonderer kleiner Transformatoren, oder durch Einrichtungen, die eine leitende Verbindung zwischen Starkstromnetz und Fernmeldeanlage erfordern. Für diese Möglichkeiten hat der VDE besondere Bestimmungen aufgestellt, deren Inhalt aus ETZ 1920, S. 737 und 1015; 1923, S. 700 und 935; 1931, S. 1504 zu ersehen ist. Ferner sei auf die Bestimmungen des § 15i) der VES1 hingewiesen, die ETZ 1931, S. 1426 wiedergegeben sind.

Früher wendete für die elektrischen Anlagen jeder die Spannung an, die ihm gerade zweckmäßig erschien. Die Folge davon war eine große Anzahl von verschiedenen Gebrauchsspannungen, die den Nachteil hatten, daß Apparate, wie Lampen, Motoren, Transformatoren usw., für eine große Zahl verschiedener Spannungen hergestellt und am Lager gehalten werden mußten, was naturgemäß unwirtschaftlich ist. Zur Erzielung einer Vereinheitlichung wurden im Jahre 1919 Normalspannungen aufgestellt, und zwar zunächst für Anlagen mit Spannungen über 100 V. Sie haben jetzt den Titel „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V“. Der neueste Wortlaut ist abgedruckt ETZ 1932, S. 21; er ist auch als Normenblatt DIN, VDE2 erschienen. Diese Normen haben im Jahre 1926 eine Ergänzung dahin erfahren, daß vom VDE die Spannungen von 24 und 42 V als normale Kleinspannungen in Starkstromanlagen bestimmt worden sind, vgl. ETZ 1926, S. 658 und 862.

Es ergeben sich somit für Starkstromanlagen folgende allgemein üblichen Spannungen:

A. Gleichstrom:

**24, 42, 110, 220, 440, 550, 750, 1100, 1500, 3000 V.**

Die Spannungen von 550 bis 3000 V beziehen sich auf Bahnanlagen mit einpoliger Erdung.

B. Drehstrom von 50 Per/s:

**24, 42, 125, 220, 380, 500, 1000, 3000, 6000, 10000, 15 000, 20000, 30 000, 45 000, 60 000, 80 000, 100 000, 150 000, 200 000, 300 000, 400 000 V.**

Die fettgedruckten Zahlen bedeuten Vorzugspannungen, die in erster Linie empfohlen werden, sowohl für Neuanlagen als auch für umfangreiche Erweiterungen. Auch für Isolatoren und Apparate sollen sie vorzugsweise benutzt werden, um deren Typenzahl gering zu halten.

C. Einphasenstrom von 16 $\frac{2}{3}$  Per/s.

Es gelten die fettgedruckten Spannungswerte aus der Drehstromtafel. Sie beziehen sich bei Bahnen auf einpolig geerdete Anlagen.

Ferner wurden „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V“ aufgestellt, die vom 1. Oktober 1920 ab Geltung haben. Sie sind abgedruckt ETZ 1920, S. 443 und als Normenblatt herausgegeben unter der Bezeichnung DIN VDE 1.

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

h) Leitungen für Installationen im Freien an Gebäuden, in Höfen, Gärten u. dgl., bei denen die Entfernung der Stützpunkte 20 m nicht überschreitet, sind im Sinne dieser Betriebsvorschriften als Freileitungen anzusehen.

Während vom Standpunkt der Errichtung von Starkstromanlagen ein Unterschied zwischen „Freileitungen“ und „Installationen im Freien“ gemacht war, wurde dieser für den Betrieb, wie vorstehend angegeben, fallen gelassen, jedoch nur, soweit Leitungen in Frage kommen.

Unter „Installationen im Freien“ fallen auch die an und auf Säulern angebrachten Reflektorelleuchtungen.

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

k) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume sind Räume, die nur zeitweise von unterwiesenem Personal betreten, im übrigen aber unter Verschuß gehalten werden, der nur von beauftragten Personen geöffnet werden darf.

Allseitig umzäunte Freiluftanlagen sind wie abgeschlossene elektrische Betriebsräume zu behandeln.

l) Betriebsstätten sind Räume, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und auch nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

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

✂ | In B. u. T. kommen solche Räume ebenfalls vor. |

n) Feuergefährdete Betriebsstätten und Lagerräume sind Räume, in denen leicht entzündliche Gegenstände hergestellt, verarbeitet oder angehäuft werden, sowie solche, in denen sich betriebsmäßig entzündliche Gemische von Gasen, Dämpfen, Stauben oder Fasern bilden können.

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

o) Explosionsgefährdete Betriebsstätten und Lagerräume sind Räume, in denen explosive Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden oder sich leicht explosive Gase, Dämpfe, Staube oder Gemische solcher mit Luft erfahrungsgemäß ansammeln.

✂ | In B. u. T. gelten als explosionsgefährdete Räume die Räume, |  
die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden. |  
✂ | p) Schlagwettergefährdete Grubenräume sind Räume, die |  
von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden. |

q) Hausinstallationen sind Abnehmeranlagen mit Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde, die nicht gewerblichen, industriellen oder landwirtschaftlichen Zwecken dienen.

Bei Hebezeugen und ähnlichen Transportmaschinen gelten die Führerstände als elektrische Betriebsräume.

Besonders häufig vorkommende Räume, die als abgeschlossene elektrische Betriebsräume gelten, sind Transformatorräume von Elektrizitätswerken, Unterstationen usw. Kleine, nicht zum Betreten bestimmte Räume gelten dagegen nicht als abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

Im wesentlichen fallen unter den Begriff Betriebsstätten Fabrikationsräume, insbesondere solche, in denen mit schwereren Gegenständen hantiert wird und in denen die elektrischen Einrichtungen nur Hilfsmittel für die Erledigung der anderen Arbeiten sind. Näheres siehe Erläuterungen von Weber=Zaudh.

Als feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume gelten Betriebs- oder Lagerräume gewerblicher und landwirtschaftlicher Anlagen,

in denen erfahrungsgemäß durch Feuchtigkeit oder Verunreinigungen (besonders chemischer Natur) die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert oder der elektrische Widerstand des Körpers der darin beschäftigten Personen erheblich vermindert wird. Heiße Räume sind als durchtränkte zu betrachten, wenn die darin beschäftigten Personen ähnlichen Einwirkungen ausgesetzt sind. Die Verminderung des Körperwiderstandes ist zurückzuführen auf die in diesen Räumen stets vorhandene gesteigerte Schweißabsonderung. Die Begriffsbestimmung dieser Art Räume ist schwierig und nur nach gründlicher Kenntnis der örtlichen Verhältnisse möglich. Nähere Angaben darüber siehe Erläuterungen von Weber-Zaudh.

Nach den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften sind Heuböden als feuchte Räume zu behandeln.

Die Möglichkeit der Verletzung von Personen hängt im wesentlichen vom Übergangswiderstand bei der Berührung ab. Dieser ist naturgemäß am geringsten in feuchten (durchtränkten) Räumen, wenn nicht nur die Handflächen feucht sind, sondern auch das Schuhwerk durchtränkt ist. Sind die Füße unbedeckt und ist auch dort der Hautwiderstand ausgeschaltet bzw. stark herabgesetzt, so erhöht sich die Empfindlichkeit ganz bedeutend. Im höchsten Maße trifft dies für Personen im Bade zu, da dann nicht nur der Übergangswiderstand der Haut durch die Durchfeuchtung, sondern auch durch die großflächige Einschaltung herabgesetzt ist.

Es ist nicht möglich, alle Räume bzw. Einrichtungen, mit denen besondere Gefahren verknüpft sein können, aufzuführen. Nachstehend mögen einige typische Beispiele herausgegriffen werden.

- a) In Haushaltungen: Küche, Bad, Waschküche und dergleichen, besonders mit Eisenbetonfußboden, sowie mit vielen Rohrsystemen versehene.
- b) In gewerblichen und industriellen Betrieben: Waschanstalten, Badeanstalten, Brauereien, Brennereien, Zuckerrfabriken, Schlachthäuser, Gerbereien usw., überhaupt Betriebe mit Einwirkung durch Chemikalien und Feuchtigkeit, ferner in Maschinenfabriken, Hüttenwerken und dergleichen Einrichtungen im Freien.
- c) Betriebsräume von Bergwerken über und unter Tage.
- d) In landwirtschaftlichen Betrieben: Ställe, Molkereien, Brennereien, Pumpwerke usw., sowie auch Einrichtungen im Freien.
- e) Ortsveränderliche Maschinen und Geräte in allen Betrieben, wie Handlampen, Haushaltsgeräte, Heiz- und Kochgeräte, Werkzeuge und Arbeitsmaschinen.

In der vorstehenden Aufstellung sind im wesentlichen Räume und Einrichtungen genannt, bei denen die Feuchtigkeit Ursache für die Erhöhung der Gefahr ist. Es kann aber auch die Ansammlung großer Metallmassen in an sich trockenen Räumen ähnlich wirken, besonders wenn die in Frage kommende Person auf gut mit der Erde in Berührung befindlichen Metallteilen steht.

In durchtränkten und ähnlichen Räumen liegen hinsichtlich des Berührungsschutzes besondere Verhältnisse vor, so daß diesbezüglich auf § 3 der VES1 besonders hinzuweisen ist. In solchen Räumen wird

der Körperwiderstand meistens wesentlich herabgesetzt, so daß eine besondere Gefahr vorliegt, wenn die Berührung mit Metallteilen, namentlich großflächige Berührung möglich ist. Näheres darüber ist aus Dettmar, Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen, zweite Auflage, S. 25, zu ersehen.

Nach § 31 der VESI ist in feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räumen bei offen verlegten Leitungen der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten. Da in solchen Räumen die verwendeten Baustoffe erfahrungsgemäß stark leiden, ist hierauf bei der Wartung und Instandhaltung von Anlagen dauernd zu achten. Nach dem gleichen Paragraphen der Errichtungsvorschriften sollen in solchen Räumen Schutzrohre gegen mechanische und chemische Angriffe hinreichend widerstandsfähig sein. Auch hierauf wird bei den dauernden Unterhaltungsarbeiten zu achten sein; eventuell angewendete Schutzanstriche müssen in angemessenen Zwischenräumen wiederholt werden.

Unter den Begriff feuergefährdete Betriebsstätten und Lagerräume fallen sowohl gewerbliche wie landwirtschaftliche Betriebe, soweit die Gefahr der Entzündung nicht durch besondere Einrichtungen beseitigt ist. Die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften des VDE hat sich auf den Standpunkt gestellt, daß Unterkunftsräume für Kraftwagen mit Verbrennungsmaschinen nicht als explosionsgefährdete, sondern als feuergefährdete Räume zu betrachten sind. Nach den Bestimmungen der Bayerischen Versicherungskammer sind jedoch Einstellräume für Kraftwagen als explosionsgefährdete Betriebs- und Lagerräume zu erachten, ebenso Mahlmühleinrichtungen für Getreide aller Art, Räume zur Herstellung von Aluminiumbronze in Pulverform u. dgl.

Nach § 35 der VESI müssen die in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen verwendeten Maschinen, Transformatoren, Apparate usw. explosionsgeschützte Bauart aufweisen. Die Sicherheit solcher Ausführungen kann aber mit der Zeit durch Verstaubung oder durch Angriff der Luft- oder sonst vorhandener Gase leiden. Diese explosionsgeschützten Bauarten müssen also durch richtige Unterhaltung und Wartung in gutem Zustande erhalten werden, so daß sie auf die Dauer zuverlässig wirken.

Nach den Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik ist gemäß § 44 das Ansammeln feuergefährlicher und explosibler Stoffe innerhalb der Arbeitsräume in größeren Mengen, als dies die Natur des Betriebes bedingt, verboten.

Die Explosionsgefahr in stauberfüllten Räumen wird vielfach unterschätzt. Daß in solchen Räumen Explosionen vorkommen können, ist z. B. aus dem Bericht in der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1924, Nr. 13 und El. Be. 1925, S. 6 zu ersehen.

Soweit die Explosionsgefahr durch Staub, wie Mehlstaub, Kohlenstaub, Aluminiumstaub usw., herbeigeführt wird, können Schlagwetter-

geschützte Maschinen und Apparate nicht verwendet werden, weil sich staubhaltige Gase völlig anders als Schlagwettergase verhalten. Platten- und Drahtnetzschutz sind gegen Staub unwirksam. Es müssen dementsprechend andere Schutzmaßnahmen hier Platz greifen, die der besonderen Art des Staubes und seinem Verhalten angepaßt sind<sup>1</sup>.

In explosionsgefährdeten Räumen können aber auch Gefahren durch Reibungselektrizität, die sich an Riemen sowie an anderen beweglichen Teilen bildet, entstehen. Derartige Explosionen durch Funkenbildung an Treibriemen usw. sind namentlich in Gasanstalten mehrfach festgestellt<sup>2</sup>. Bei Ledertreibriemen lassen sich diese Gefahren dadurch beseitigen, daß man die Riemen frei von Harz, Kolofoonium oder ähnlichen Mitteln hält und sie wöchentlich einmal mit Fischtran oder Robbenfett bestreicht. Hierzu kann auch Glycerin, das zur Hälfte mit Wasser vermischt ist, verwendet werden. Ein anderes Hilfsmittel ist eine besondere Belegung der Riemenscheibe mit Korkplatten. Näheres darüber siehe El. Be. 1926, S. 15. Ein weiteres Schutzmittel gegen die Funkenbildung an Treibriemen besteht in dem Zusatz von Graphit bei der Zurichtung des Riemens. Dadurch wird die Riemenoberfläche leitend gemacht, so daß sich statische Ladungen nicht ansammeln können<sup>3</sup>.

Außer bei festen Körpern sind derartige statische Aufladungen auch bei Flüssigkeiten beobachtet worden, z. B. beim Durchfluß von Benzol durch Kupfer- oder Eisenleitungen. Erdung der Rohre beseitigt hier aber sehr leicht die Gefahr.

## § 2.

### **Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen.**

a) Die elektrischen Anlagen sind den Errichtungsvorschriften entsprechend in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten. Hervortretende Mängel sind in angemessener Frist abzustellen; bei erheblichen Mißständen, die das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährden oder eine unmittelbare Brandgefahr bilden, müssen unverzüglich Maßnahmen zur Beseitigung der Gefahr eingeleitet werden.

Die Erhaltung in ordnungsmäßigem Zustande bedingt im allgemeinen nicht, daß bestehende Anlagen, die nach der zur Zeit ihrer Erstellung gültig gewesenen Fassung der Errichtungsvorschriften ausgeführt waren, später in Kraft getretenen Errichtungsvorschriften jeweils angepaßt werden müssen. Solche nachträglichen Anpassungen sind nur insoweit erforderlich, als die Belassung des bisherigen Zustandes einen erheblichen Mißstand,

<sup>1</sup> ETZ 1925, S. 1512.

<sup>2</sup> Näheres darüber siehe „Das Gas- und Wasserfach“ 1924, S. 18, 156, 411, 616 und 679; 1925, S. 266 und 390; El. Be. 1926, S. 14; E. u. W. 1925, S. 1001; 1926, S. 89.

<sup>3</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1920, S. 1013.

der das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährdet, oder eine unmittelbare Brandgefahr bedeutet.

Änderungen in vorhandenen Anlagen müssen jedoch grundsätzlich, soweit es die technischen und die betrieblichen Verhältnisse gestatten, den jeweils geltenden Errichtungsvorschriften gemäß ausgeführt werden.

b) Maschinen und Apparate müssen in ordnungsmäßigem Zustande erhalten und in angemessenen Zwischenräumen gereinigt werden. Besonders ist auf die Einrichtungen zu achten, die der Sicherheit von Personen oder der Anlage dienen.

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

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

d) Anschläge, wie Warnungsschilder, Betriebsvorschriften, schematische Darstellungen usw., müssen lesbar angebracht und in gutem Zustande erhalten werden.

Nicht mehr zutreffende Warnungsschilder und Aufschriften (z. B. an Zellen, die ihren Zweck gewechselt haben) sind abzuändern oder zu entfernen.

2. Für gewerbliche, industrielle und landwirtschaftliche Betriebstätten ist in angemessenen Zwischenräumen eine Prüfung durch einen Sachverständigen zu empfehlen.

Die Überwachung und Instandhaltung elektrischer Anlagen ist ein so wichtiger Teil der ganzen Betriebsvorschriften, daß der Umfang der zu § 2 notwendigen Hinweise sehr beträchtlich ist. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wird daher nachstehend eine Unterteilung in folgende Abschnitte vorgenommen:

Allgemeines.

Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Rullung und Schutzschaltung.

Isolationszustand.

Mehrleiteranlagen.

Akkumulatoren.

Elektrowerkzeuge, Hand- und Hausgeräte.

Maschinen.

Transformatoren.

Apparate.

Schaltanlagen.

Installationen im Freien.

Freileitungen.

Umhüllte Leitungen.

Isolierte Leitungen.

Kabel.

Zähler.

Beleuchtung.



## Allgemeines.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Der Hauptzweck der Arbeiten des VDE ist immer die Erhöhung der Sicherheit der elektrischen Anlagen gewesen. Daß dieser tatsächlich erreicht worden und die Sicherheit außerordentlich groß ist, beweist die Unfallstatistik. Nach ihr entfielen in Deutschland bei industriellen Anlagen nur 0,74% der Unfälle auf elektrische Anlagen. Der Anschlußwert der letzteren hat sich zudem in der Zeit von 1913 bis 1924 um 155% vermehrt, während sich die auf 1 Million kW Anschlußwert reduzierte Unfallziffer in dieser Zeit von 98 auf 50 verringerte. Hierbei ist noch zu beachten, daß 53,4% der Unfälle durch eigenes Verschulden, 28,3% durch fehlerhafte Anlagen, 14% durch unglückliche Zufälle und 4,3% durch fremdes Verschulden herbeigeführt worden sind<sup>1</sup>.

Jeder, der eine elektrische Anlage errichtet und betreibt, muß die Verantwortung dafür übernehmen, daß dies unter Berücksichtigung der „anerkannten Regeln der Technik“ geschieht. Als solche sind, wie aus nachstehendem Erlaß des Reichsarbeitsministers hervorgeht, die „Errichtungsvorschriften“ von den Regierungen aller deutschen Länder anerkannt. Er war ETZ 1930, S. 1666 abgedruckt und lautet:

„Im Anschluß an mein Schreiben vom 14. Februar 1930 (Geschäftszeichen IIIa 1905) teile ich ergebenst mit, daß nach den jetzt vollständig vorliegenden Mitteilungen die Länderregierungen die neuen Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb von Starkstromanlagen in dem bisher von ihnen geübten Maße als gültige Regeln der Wissenschaft und Technik anerkannt haben.“

Weicht also jemand ohne zureichenden Grund davon ab, so trägt er das Risiko, falls sich ein Unfall oder ein Brand ereignet. Hat er aber die anerkannten Regeln der Elektrotechnik eingehalten, so wird höhere Gewalt als vorliegend zu erachten sein.

Über die rechtliche Bedeutung der Arbeiten des VDE hat sich Rechtsanwalt Dr. Kumpff, ETZ 1929, S. 1003, ausführlich geäußert.

Der IV. Zivilsenat des Reichsgerichts hat in seinen Entscheidungen vom 4. Oktober 1915 und 28. Oktober 1915 dem Grundsatz Ausdruck verliehen, daß Elektrizitätsunternehmungen ihre Anlagen auf ständig sicheren Zustand hin, der eine Gefährdung des Publikums ausschließt, überwachen lassen müssen. Die Anlagen müssen öfters nachgeprüft werden. Als haftbarer Elektrizitätsunternehmer ist für die von ihm benutzte Beleuchtungsanlage auch ein Industrie- oder Handelsunternehmen anzusehen<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ETZ 1929, S. 1350.    <sup>2</sup> Siehe ETZ 1915, S. 669.

Dettmar, Auskunftsbuch, 2. Aufl.

Es ist unbedingt Pflicht eines jeden Betriebsleiters, sich seiner Verantwortlichkeit in bezug auf Verhütung von Unfällen bewußt zu werden. Die Gesetzgebung hat durch die Reichsgewerbeordnung den Umfang dieser Verantwortung festgelegt, und zwar in §§ 120a und d, deren Inhalt mit Rücksicht auf seine große Bedeutung nachstehend wiedergegeben sei:

#### § 120a.

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 und Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.

Insbondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des bei dem Betrieb entstehenden Staubes, der dabei entwickelten Dünste und Gase, sowie der dabei entstehenden Abfälle Sorge zu tragen.

Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes 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.

#### § 120d.

Die zuständigen Polizeibehörden sind befugt, im Wege der Verfügung für einzelne Anlagen die Ausführung derjenigen Maßnahmen anzuordnen, welche zur Durchführung der in § 120a—120c enthaltenen Grundsätze und nach der Beschaffenheit der Anlage ausführbar erscheinen. Sie können anordnen, daß den Arbeitern zur Einnahme von Mahlzeiten außerhalb der Arbeitsräume angemessene, in der kalten Jahreszeit geheizte, Räume unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden.

Soweit die angeordneten Maßregeln nicht die Beseitigung einer dringenden, das Leben oder die Gesundheit bedrohenden Gefahr bezwecken, muß für die Ausführung eine angemessene Frist gelassen werden.

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, die Gesundheit oder die Sittlichkeit der Arbeiter gefährdender Mißstände erforderlich oder ohne unverhältnismäßige Aufwendungen ausführbar erscheinen.

Gegen die Verfügung der Polizeibehörde steht dem Gewerbeunternehmer binnen zwei Wochen die Beschwerde an die höhere Verwaltungsbehörde zu. Gegen die Entscheidung der höheren Verwaltungsbehörde

ist binnen vier Wochen die Beschwerde an die Zentralbehörde zulässig; diese entscheidet endgültig. Widerspricht die Verfügung den von der zuständigen Berufsgenossenschaft erlassenen Vorschriften zur Verhütung von Unfällen, so ist zur Einlegung der vorstehend bezeichneten Rechtsmittel binnen der dem Gewerbeunternehmer zustehenden Frist auch der Vorstand der Berufsgenossenschaft befugt.

Weiter ist die Verantwortlichkeit des Betriebsleiters durch die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften gegeben, die auf § 848 der Reichsversicherungsordnung beruhen. Die wesentlichen Bestimmungen der Berufsgenossenschaften werden im nachstehenden je weilig berücksichtigt werden. Mit Rücksicht auf die große Bedeutung der Vorschriften der Berufsgenossenschaften seien nachstehend die wichtigsten Paragraphen aus dem 9. Abschnitt der Reichsversicherungsordnung, soweit sie hier in Betracht kommen, wiedergegeben:

#### § 848.

Die Berufsgenossenschaften müssen dafür sorgen, daß, soweit es nach dem Stande der Technik und der Heilkunde und nach der Leistungsfähigkeit der Wirtschaft möglich ist, Unfälle verhütet werden und bei Unfällen dem Verletzten eine wirksame erste Hilfe zuteil wird.

#### § 848a.

Die Berufsgenossenschaften sind verpflichtet, die erforderlichen Vorschriften zu erlassen über

1. die Einrichtungen und Anordnungen, welche die Mitglieder zur Verhütung von Unfällen in ihren Betrieben zu treffen haben,
2. das Verhalten, das die Versicherten zur Verhütung von Unfällen in den Betrieben zu beobachten haben.

Unfallverhütungsvorschriften können auch für einzelne Bezirke, Gewerbezweige und Betriebsarten erlassen werden.

In den Vorschriften ist zu bestimmen, wie sie den Versicherten bekanntzumachen sind.

Wenn in einem Betriebe Arbeiter beschäftigt sind, welche des Deutschen nicht mächtig sind, so sind ihnen, wenn fünfundzwanzig gemeinsam eine andere Muttersprache sprechen, die Unfallverhütungsvorschriften und die diese eretzenden bergpolizeilichen Verordnungen in dieser bekanntzumachen.

#### § 848b.

In den Unfallverhütungsvorschriften können den Mitgliedern Verpflichtungen für die erste Hilfe bei Unfällen und den Verletzten Verpflichtungen für ihr Verhalten bei Unfällen auferlegt werden.

#### § 850.

Den Mitgliedern ist eine angemessene Frist zu setzen, um die zur Verhütung von Unfällen vorgeschriebenen Einrichtungen zu treffen.

## § 851.

Zuwiderhandlungen der Mitglieder und der Versicherten gegen die Vorschriften können mit Ordnungsstrafe in Geld bedroht werden, und zwar Zuwiderhandlungen der Mitglieder mit Geldstrafe bis zu 10000 Reichsmark.

## § 874.

Die Berufsgenossenschaften haben für die Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften zu sorgen.

## § 878.

Die Unternehmer sind verpflichtet, den technischen Aufsichtsbeamten ihrer Genossenschaft den Zutritt zu ihren Betriebsstätten während der Betriebszeit zu gestatten und den Rechnungsbeamten die Bücher und Listen (§ 876) an Ort und Stelle vorzulegen.

## § 879.

Der Genossenschaftsvorstand kann gegen Unternehmer bei Zuwiderhandlung gegen die Pflichten aus § 878 Ordnungsstrafe in Geld verhängen.

## § 898.

Der Unternehmer (§ 633) ist Versicherten und deren Hinterbliebenen (§§ 588—593), auch wenn sie keinen Anspruch auf Rente haben, nach anderen gesetzlichen Vorschriften zum Ersatz des Schadens, den ein Unfall der in den §§ 544, 546 bezeichneten Art verursacht hat, nur dann verpflichtet, wenn strafgerichtlich festgestellt worden ist, daß er den Unfall vorsätzlich herbeigeführt hat. Dann beschränkt sich die Verbindlichkeit des Unternehmers auf den Betrag, um den sie die Entschädigung aus der Unfallversicherung übersteigt.

## § 899.

Das gleiche gilt für Ersatzansprüche Versicherter und ihrer Hinterbliebenen gegen Bevollmächtigte oder Repräsentanten des Unternehmers und gegen Betriebs- und Arbeiteraufseher.

## § 903.

Wird strafgerichtlich festgestellt, daß Unternehmer oder ihnen nach § 899 Gleichgestellte den Unfall vorsätzlich oder fahrlässig mit Außerachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit herbeigeführt haben, zu welcher sie vermöge ihres Amtes, Berufes oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, so haften sie für alles, was Gemeinden, Träger der Armenfürsorge, Krankenkassen, der Reichsknappschaftsverein, Ersatzklassen, Sterbe- und andere Unterstützungskassen infolge des Unfalls nach Gesetz oder Satzung aufwenden müssen. Statt der Rente kann der Kapitalwert gefordert werden.

Sie haften auch,

wenn strafgerichtlich festgestellt worden ist, daß sie bei Leitung oder Ausführung eines Baues wider die allgemeinen anerkannten Regeln der Baukunst gehandelt haben, und wenn durch diese Zuwiderhandlung der Unfall herbeigeführt worden ist.

Die Vorschrift des § 900 über die Haftung ohne strafgerichtliche Feststellung gilt auch für diese Ansprüche.

Unternehmer und ihnen nach § 899 Gleichgestellte haften der Genossenschaft für deren Aufwand auch ohne strafgerichtliche Feststellung.

### § 913.

Der Unternehmer darf die Pflichten, die ihm auf Grund dieses Gesetzes obliegen, Betriebsleitern, soweit es sich nicht um Einrichtungen auf Grund von Unfallverhütungsvorschriften handelt, auch Aufsichtspersonen oder anderen Angestellten seines Betriebes übertragen.

Handeln solche Stellvertreter den Vorschriften entgegen, die Unternehmer mit Strafe bedrohen, so trifft sie die Strafe. Neben ihnen ist der Unternehmer strafbar, wenn

1. die Zuwiderhandlung mit feinem Willen geschehen ist,
2. er bei der Auswahl oder Beaufichtigung der Stellvertreter nicht die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet hat; in diesem Falle darf gegen den Unternehmer auf keine andere Strafe als auf Geldstrafe erkannt werden.

Ist die Geldstrafe, die ein Genossenschaftsvorstand festgesetzt hat, von dem Stellvertreter nicht bezutreiben, so haftet der Unternehmer für sie. Seine Haftung ist in der Straffestsetzung auszusprechen.

Der Genossenschaftsvorstand ist berechtigt, Arbeitern oder dritten Personen, die zur Abwendung von Unfällen geeignete Einrichtungen in Vorschlag bringen oder nachweisbar den Eintritt eines größeren die Genossenschaft belastenden Unfalles abgewendet oder zur Rettung Verunglückter beigetragen haben, hierfür Belohnungen zu gewähren (§ 736 Abs. 1 der RVO). Der Antrag auf Gewährung von Belohnungen ist seitens des beteiligten Unternehmers oder des mitwirkenden Vertrauensmannes oder Sektionsvorstandes zu stellen und in gehöriger Form zu begründen.

Über die Haftung der Unternehmer und Betriebsleiter hinsichtlich der Unfallverhütung gibt ein Aufsatz von Schödel in den Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1921, Nr. 299, S. 411 Aufschluß, während über die Verantwortlichkeit des Betriebsleiters näheres in „Maschinenbau“ 1929, Heft 4 (Wirtschaftlicher Teil) zu ersehen ist.

Betriebsdirektor Dipl.-Ing. Gase faßt den Pflichtenkreis der Betriebsleiter in seinem Aufsatz „Die Verantwortlichkeit des Betriebsleiters in bezug auf Unfallverhütung“, Maschinenbau 1927, S. 1040 wie folgt zusammen:

Ausgang der Unfallverhütungsvorschriften.

Anbringung von Warnungsschildern und Verbottafeln an besonderen Gefahrstellen.

Sichere Absperrung von gefährlichen Anlagen.

Anbringung der erforderlichen Schutzvorrichtungen.

Anhaltung der Arbeiter zur Benutzung der Schutzvorrichtungen und zur Beachtung der für sie erlassenen Vorschriften und Anweisungen.

Verpflichtung bestimmter Personen für bestimmte Obliegenheiten zur Unfallverhütung und Sicherung, bei deren Auswahl mit besonderer Vorsicht zu verfahren ist.

Regelmäßig wiederkehrende Untersuchungen.

Prüfung, Abnahme und Freigabe neuer Einrichtungen.

Rechtzeitige Sperrung nicht einwandfreier Betriebsmittel.

Einrichtung von regelmäßig zu führenden Revisionsbüchern.

Einrichtungen für erste Hilfe.

Ausgang der Unfallverhütungsbilder.

Heranziehung der Betriebs- und Arbeiteräte zur Unfallverhütung.

Gemäß einem Urteil des Schöffengerichtes Bonn machen sich Arbeitgeber und Betriebsaufsichtspersonen, die durch Nichtbeachtung einer Unfallverhütungsvorschrift einen Betriebsunfall verschulden, nicht nur in der Regel der zuständigen Berufsgenossenschaft gegenüber regreßpflichtig, sondern auch wegen fahrlässiger Körperverletzung oder Tötung im Sinne des Strafgesetzbuches strafbar.

Die Betriebsleitung elektrischer Anlagen hat zuweilen darunter zu leiden, daß von unbefugter Seite Einrichtungen, wie Leitungen, Schaltanlagen usw., beschädigt oder zerstört werden oder daß sonstige Eingriffe vorkommen. Um die Anlagen gegen derartige Schäden zu schützen, wendete sich der preussische Minister für Handel und Gewerbe in einer Verfügung vom 23. März 1929 an die Oberpräsidenten, Regierungspräsidenten und den Polizeipräsidenten von Berlin mit dem Ersuchen, bei etwaigem Erlaß von Polizeiverordnungen zum Schutz von elektrischen Starkstromanlagen und bei Abänderungen bereits geltender Verordnungen den im nachstehenden Entwurf wiedergegebenen Wortlaut zu wählen, sofern nicht besondere örtliche Verhältnisse eine andere Fassung notwendig erscheinen lassen.

### § 1.

Zum Schutz elektrischer Starkstromanlagen wird für Unbefugte verboten:

a) die auf öffentlichen Wegen, auf Bahn- und Privatgelände befindlichen Kabel (einschließlich ihrer Zubehöreile) und Freileitungen sowie umgestürzte Leitungsträger, herabgefallene oder herabhängende Teile von Leitungen, unmittelbar oder mit Gegenständen irgendwelcher Art zu berühren,

b) im Bereich der Leitungs- und Freileitungsanlagen Drachen (Windbögel) aufsteigen zu lassen, Leitungsmaste zu erklettern, Schalt- und Transformatorstationen zu betreten oder Handlungen vorzunehmen, durch die Menschen oder Tiere mit den Leitungen oder Apparaten unmittelbar oder mittelbar in Berührung gebracht werden können,

c) Handlungen vorzunehmen, die eine Zerstörung oder Beschädigung elektrischer Schalt- und Transformatorstationen, elektrischer Leitungen (Kabel- oder Freileitungen), der Leitungsträger, Drähte, Isolatoren und des sonstigen Zubehörs der Leitungsanlage, insbesondere der Schutz-, Stütz- oder Verankerungsvorrichtungen zur Folge haben können,

d) die zur Verhütung von Unfällen angebrachten Warnungszeichen zu zerstören oder zu beschädigen oder sonst für ihren Zweck ungeeignet zu machen,

e) an den Anschlußleitungen bis zum Zähler, einschließlich der dazu gehörigen Einrichtungen (z. B. Sicherungen) und des Zählers, Arbeiten irgendwelcher Art vorzunehmen oder die an den Zählern und Sicherungen angebrachten Plomben zu entfernen,

f) die in den Hausinstallationsanlagen angebrachten Sicherungen kurzzuschließen (z. B. durch Einführen von Messern, Nägeln usw.), den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht genügende Sicherungen zu verwenden oder Handlungen vorzunehmen, durch welche der Zweck dieser Sicherungseinrichtungen in Frage gestellt wird (z. B. Fäden der Sicherungen durch Draht oder sonstige metallische Gegenstände).

## § 2.

Werden Arbeiten ausgeführt, durch die Menschen oder Gegenstände mit Kabel- oder Freileitungen in unmittelbare oder mittelbare Berührung kommen oder die Leitungen beschädigt werden können (z. B. Erdarbeiten, auch Eintreiben von Pfählen und Stangen, insbesondere in den Straßenkörper, Dach- und Verputzarbeiten, Aufstellen von Leitern und Gerüsten an Häusern, Anlegen von Hochantennen, Graben von Löchern in unmittelbarer Nähe von Leitungsmaßen sowie von Straßen- und Hausanschlußkabeln, Fällen von Bäumen in der Nähe von Freileitungen usw.), so hat der Verantwortliche dem Elektrizitätswerk rechtzeitig schriftlich oder fernmündlich Anzeige zu machen.

Unter Elektrizitätswerk ist der Betrieb zu verstehen, zu dem die in Betracht kommende Leitung gehört (z. B. Überlandwerk, städtisches Elektrizitätswerk, Genossenschaft, Strombezugsverband, Gemeinde).

Die Anzeige muß so rechtzeitig bei dem Elektrizitätswerk eingehen, daß dieses noch vor Beginn der Arbeiten die zur Verhütung von Betriebsstörungen oder Unfällen erforderlichen Vorkehrungen und Anordnungen treffen und die notwendigen Anweisungen erteilen kann.

## § 3.

Alle Teile einer elektrischen Starkstromanlage, die eine Bedienung oder Wartung erfordern (z. B. Schalter, Sicherungen, Motoren und andere Apparate), müssen jederzeit frei zugänglich sein. Es ist insbesondere verboten, sie mit brennbaren Stoffen zu überlagern oder zu verdecken.

## § 4.

Die elektrischen Anlagen sind nach Maßgabe der als anerkannte Regeln der Wissenschaft und Technik geltenden Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen auszuführen und in einem entsprechenden Zustand zu erhalten.

## § 5.

Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen dieser Polizeiverordnung werden, soweit nicht auf Grund anderer Strafbestimmungen eine höhere Strafe verwirkt ist, mit Geldstrafe bis zu 150 Reichsmark, im Unvermögensfalle mit Haft bestraft. Daneben bleiben zivilrechtliche Ansprüche jeder Art unberührt.

## § 6.

Die Polizeiverordnung tritt mit dem Tage ihrer Veröffentlichung in Kraft.

Zur Beseitigung von Unklarheiten über die Zuständigkeit der Baupolizei gegenüber elektrischen Anlagen hat der Preussische Minister für Volkswohlfahrt mit Schreiben vom 30. Januar 1929 an die Herren Regierungspräsidenten, den Herrn Polizeipräsidenten in Berlin, den Herrn Verbandspräsidenten in Essen, die Herren Landräte und die Polizeiverwaltungen der Stadtkreise folgenden Runderlaß herausgegeben:

„Es sind Zweifel darüber entstanden, wie weit sich die Genehmigungs- und Überwachungstätigkeit der Baupolizeibehörden gegenüber elektrischen Anlagen zu erstrecken hat. § 1 A b der Einheitsbauordnung (vgl. Erlaß des Staatskommissars für das Wohnungswesen vom 25. April 1919 — St. 6. 103 —) bestimmt zu dieser Frage, daß es bei bestehenden baulichen Anlagen für die Herstellung oder Veränderung von elektrischen Starkstromanlagen und von Motoren der Baugenehmigung bedarf.

Den Absichten, die für die Fassung dieser Bestimmung maßgebend waren, hat nicht der Gedanke zugrunde gelegen, rein elektrotechnische Fragen der Entscheidung der Baupolizeibehörden zu unterwerfen. Eine Einwirkung der Baupolizeibehörden ist hiernach im allgemeinen nur da gegeben, wo die Einfügung von Installationsanlagen und Motoren in ein Gebäude und ihre Änderung die statischen oder baulichen Verhältnisse des Gebäudes beeinflusst. Dieses wird in der Regel dann der Fall sein, wenn es sich um die Aufstellung großer Motoren mit Anlafger, Schaltanlage und Zuleitung in gewerblichen Betrieben oder in solchen Gebäuden handelt, die von vornherein für derartige Betriebsanlagen nicht vorgesehen waren.

Selbstverständlich bleiben die Baupolizeibehörden zu einem Einschreiten über diesen Rahmen hinaus auch dann verpflichtet und berechtigt, wenn sie bei örtlichen Untersuchungen oder auf anderem Wege von gefährdrohenden Zuständen an den Leitungen Kenntnis erhalten.“

Bei landwirtschaftlichen Anlagen liegen vielfach besonders ungünstige Verhältnisse vor. Die Benutzer derselben haben geringes Verständnis für elektrotechnische Angelegenheiten. Die Anlagen werden vielfach sehr rauh behandelt; es ist selten ein Fachmann dabei, der zudem meist, infolge der großen Entfernungen, nur schwer zu erreichen ist. Hinzu kommt noch, daß es sich vielfach um Saisonbetriebe handelt, die also lange Zeit unbenutzt sind. Sehr oft werden auch transportable Einrichtungen verwendet. Ein großer Teil der Anlage liegt im Freien und ist Wind und Wetter ausgesetzt, andere Teile der Anlage sind starker Verstaubung oder nachteiliger Einwirkung auf die Isolierung (Stalldünste, Stallfeuchtigkeit usw.) unterworfen. Der Standort der die Anlage bedienenden Personen ist vielfach feucht. Schließlich ist noch die große Feuergefährdung, die durch Stroh, Heu usw. herbeigeführt wird, zu erwähnen. Es erfordern solche Anlagen daher nicht nur die Verwendung eines besonders zuverlässigen Materials bei ihrer Herstellung, sondern auch eine aufmerksame und sorgfältige Unterhaltung<sup>1</sup>.

Die vorstehend geschilderten schwierigen Verhältnisse bei landwirtschaftlichen elektrischen Anlagen haben dazu geführt, daß z. B. erhöhte Brandversicherungsbeiträge erhoben werden, wenn die Anlagen nicht vorschriftsmäßig sind<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe auch ETZ 1923, S. 353; 1925, S. 1266; 1926, S. 396 und 1927, S. 1911.

<sup>2</sup> Näheres ist weiter aus ETZ 1925, S. 1745; 1927, S. 406 und 1928, S. 188 zu ersehen.



Über die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft ist vom VDE ein Merkblatt aufgestellt worden, das mit Rücksicht auf die geschilderten Verhältnisse wesentlich ausführlicher gehalten ist und mehr auf Einzelheiten eingeht als die allgemeinen Betriebsvorschriften. In der Landwirtschaft bildet heute die elektrische Anlage ein wichtiges Produktionsmittel, aber leider sind die für die Benutzung einer solchen Anlage erwünschten Fachkenntnisse im allgemeinen nicht vorhanden. Das rechtfertigte, ja verlangte sogar eine andere Behandlung und führte zu der Aufstellung des Merkblattes, das mit Rücksicht auf seine große Bedeutung nachstehend abgedruckt ist. Es ist seit 1. Januar 1926 in Geltung und ETZ 1925, S. 1320 und 1748 veröffentlicht. Sein Inhalt ist aber nicht nur für landwirtschaftliche Anlagen von Bedeutung, sondern es kann auch ein Teil desselben auf viele andere elektrische Anlagen übertragen werden, so daß er weit über seinen eigentlichen Rahmen hinaus Bedeutung hat.

#### Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft.

Landwirte! Beachtet den Zustand eurer elektrischen Anlagen und sorgt für ihre Instandhaltung. Ordnungsmäßig unterhaltene elektrische Anlagen sind unbedingt betrieb- und feuersicher. Vernachlässigte Anlagen führen zu Störungen, Anfällen und Bränden. Besonders ist zu beachten:

1. Haltet die Anlage in allen ihren Teilen rein und in gutem Zustande.

2. Haltet die Schalter, Sicherungen und Motoren zugänglich. Verstellt den Zugang nicht durch Maschinen, Geräte oder sonstige Gegenstände.

Sorgt dafür, daß die Einführungsstellen von Leitungen in Gebäude von entzündlichen Stoffen freigehalten und der ständigen Beobachtung zugänglich bleiben.

3. Vermeidet jede Berührung ungeschützter Teile von Leitungen, Maschinen, Schaltern, Sicherungen und Lampen sowie herabhängender gerissener Freileitungen.

Vermeidet bei Ausästen von Bäumen und bei Bauarbeiten die Berührung benachbarter Freileitungen. Errichtet nicht Mieten in der Nähe solcher Leitungen.

4. Vermeidet unter allen Umständen, Drahtzäune und metallene Gitter mit Masten und anderen Trägern von Hochspannungsleitungen in Berührung zu bringen.

5. Benutzt nicht die Schutzhürden und Schutzkästen zum Aufbewahren von Gegenständen.

Benutzt nicht die Schaltergriffe, Isolatorenträger und Leitungen zum Aufhängen von Kleidungsstücken oder Geräten, wie Peitschen, Ketten, Stricke o. dgl.

6. Verwendet nur die vorgeschriebenen Sicherungen, haltet stets für alle Sicherungen einige Ersatzstücke von der richtigen Sorte vorrätig.

Laßt euch durch einen Fachmann angeben, welche Sicherungen ihr braucht.

Niemals darf eine Sicherung durch Draht oder Metallteile überbrückt werden. Dieses bedeutet eine hohe Gefahr für die Anlage und ist strafbar.

Geflickte, d. h. wiederhergestellte Sicherungen sind unwirksam, schützen nicht vor Feuergefahr und sind verboten.

Beim mehrmaligen Durchbrennen der Sicherungen eines Stromkreises muß dieser durch Fachleute nachgeprüft werden.

7. Sorgt dafür, daß alle Schutzkappen für Schalter, Sicherungen, Steckkontakte usw. stets in Ordnung und richtig besetzt sind.

Ersetzt beschädigte oder fehlende Teile sofort.

Laßt den Motor öfter reinigen, entfernt von ihm vor der Inbetriebsetzung Stroh, Heu, Häcksel, Staub usw.

8. Prüft die Anschlußkabel für bewegliche Anlagen vor jeder Benutzung daraufhin, ob Schutzhülle und Stecker noch in Ordnung sind. Führt sie bei Gebrauch über kleine Holzgabeln o. dgl. Bedeckt sie nicht mit Stroh o. dgl. Schützt sie vor dem Überfahren und Betreten.

Laßt beschädigte Kabel unverzüglich ausbessern oder ersetzen.

9. Überträgt die Bedienung eurer gesamten elektrischen Anlagen einer bestimmten Person. Laßt diesen Bedienungsmann durch Vermittlung des Stromliefernden Elektrizitätswerkes genau unterweisen; haltet ihn an, die gegebenen Bedienungsvorschriften genau zu befolgen; dieses gilt vor allem für die Leute, die bewegliche Anlagen zum Anschluß an Hochspannungsleitungen bedienen, und besonders für das Anbringen der Erdzuleitungen und ähnlicher Schutzvorkehrungen.

10. Laßt Arbeiten an und auf Gebäuden nur nach Abschaltung aller in der Nähe der Arbeitsstelle befindlichen Leitungen ausführen. Entfernt die Sicherungen der betreffenden Stromkreise und haltet sie unter Verschuß, damit kein Unberufener sie während der Arbeiten einsetzen kann. Für etwaige Unfälle, die durch Nichtabschaltung von Leitungen entstehen, seid ihr haftbar.

11. Laßt neue Anlagen, Erweiterungen und Reparaturen nur von Installateuren ausführen, die vom Elektrizitätswerk zugelassen sind. Beachtet dabei die „Leitfäden für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft“.

12. Laßt eure Anlagen in regelmäßigen Zeiträumen durch Sachverständige prüfen, die vom Elektrizitätswerk oder von Behörden anerkannt sind. Sorgt für sofortige Abstellung der dabei festgestellten Mängel.

13. Bei Nichtbeachtung der vorstehenden Vorschriften und dadurch hervorgerufenen Unglücksfällen oder Brandschäden kann der Besitzer durch die Berufsgenossenschaft bestraft oder von der Feuerversicherung seiner Entschädigung verlustig erklärt, auch kann er nach den Gesetzen bestraft und für weitere Schäden haftbar gemacht werden.

Zu vorstehendem Merkblatt sind von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft noch Erläuterungen herausgegeben worden, um dem Landwirt die technischen Ausdrücke weitgehendst zu erklären.

Nach den Bestimmungen der Bayerischen Versicherungskammer müssen sämtliche Neu- oder Umbauten sowie Erweiterungen von elektrischen Anlagen in der Landwirtschaft nach den Vorschriften und Regeln des VDE ausgeführt werden, wobei aber außerdem noch die von ihr dazu gemachten „Anmerkungen“ beachtet werden müssen. Abweichungen, welche von der Versicherungskammer nicht nachträglich gebilligt werden, können die Ablehnung der Versicherung oder des Entschädigungsanspruches zur Folge haben. Im übrigen wird bei Abweichungen der Brandversicherungsbeitrag erhöht.

Anlaß zu durchgreifenden Änderungen älterer Anlagen ist besonders dann gegeben, wenn ihr Betrieb auf Speisung mit einer anderen Stromart oder mit höherer Spannung umgestellt wird<sup>1</sup>.

Sinsichtlich der während des Krieges notgedrungen zugelassenen Zinkleitungen ist vom VDE eine Frist zu ihrer Beseitigung nicht festgesetzt worden. Es ist aber empfehlenswert, bei jeder sich bietenden Gelegenheit einen solchen Ersatz durchzuführen.

Es kommt vielfach vor, daß im Laufe der Betriebsführung entweder zur Beseitigung aufgetretener Übelstände oder durch Eintreten neuer Bedürfnisse nachträglich Apparate zu der bestehenden Schaltanlage hinzugefügt werden. Da dies früher vielfach in ungenügender Weise provisorisch gemacht wurde, ist in § 9 der VES 1, Regel 8, ausdrücklich verlangt worden, daß solche nachträglich hinzukommenden Apparate entweder auf die bestehenden Unterlagen innerhalb der vorhandenen Umrahmung angebracht werden, oder daß sie auf ordnungsmäßig gebaute und installierte Zusatztafeln oder -gerüste gesetzt werden.

In der Nähe von ungeschützten spannungsführenden, blanken Leitungen oder Apparaten (bei Hochspannung auch von isolierten Leitungen oder Apparaten) dürfen Gerüste erst dann aufgebaut werden und Arbeiten dann vorgenommen werden, wenn die Leitungen oder Apparate spannungslos gemacht sind. Der Betrieb der elektrischen Leitungen kann nach der Aufstellung der Gerüste wieder beginnen, wenn Sicherheitsvorkehrungen getroffen sind, die eine zufällige Berührung eines spannungsführenden Teiles verhüten.

Bei Ausführung von Arbeiten, bei denen durch abspringende Splitter, durch Funken usw. Augenverletzungen entstehen können, hat der betreffende Arbeiter die vom Betriebsunternehmer bereitgestellten Augenschutzmittel für sich selbst in Anwendung zu bringen. Auch hat er durch passende Stellungnahme oder durch Aufstellung von Schuttschirmen u. dgl. darauf Bedacht zu nehmen, daß andere Personen vor Verletzungen durch die abspringenden Splitter geschützt werden.

<sup>1</sup> ETZ 1926, S. 268.

Es kann leicht vorkommen, daß metallische Teile, die normalerweise keine Spannung führen, eine solche annehmen, so daß Menschen oder Tiere gefährdet werden. Bei der Vielseitigkeit der hier vorliegenden Gefahren lassen sich die Möglichkeiten ihres Auftretens und die Art ihrer Verhinderung nur schwer umschreiben. Man muß also hier besonders vorsichtig sein, zumal diese Gefahren meist ganz unvermutet auftreten und unter Umständen an Teilen, die gar nicht zur elektrischen Anlage gehören. Weiter ist zu beachten, daß nicht nur Metallteile Gefahr bringen können, sondern auch Isolierungen, wenn durch Schmutz, Feuchtigkeit oder sonstige leitende Schichten die Spannung weiterkriechen kann.



Vielfach hat sich auch gezeigt, daß das für Bedienung und Unterhaltung der Anlagen angestellte und besonders instruierte Personal mit der Zeit die zu seiner eigenen Sicherheit vorgesehenen Einrichtungen vernachlässigt und gegen die Gefahren abstumpft, namentlich dann, wenn die Sicherheitseinrichtungen gut sind, so daß alles ordnungsmäßig arbeitet. So kommt es leicht vor, daß erteilte Instruktionen in Vergessenheit

geraten und vorgesehene Sicherheitseinrichtungen nicht mehr benutzt werden. Erst wenn sich die Notwendigkeit der Anwendung ergibt, will man zu ihrer Benutzung greifen, und dabei zeigt sich dann sehr oft, daß sie in der Zwischenzeit infolge der Nichtbeachtung unbrauchbar geworden sind. Ganz besonders oft sieht man, daß Abdeckungen, Schutzgitter, Schutzwände, Schranken usw. unzulässigerweise beseitigt werden. Auch werden sie häufig, wenn sie verloren gegangen oder defekt geworden sind, nicht wieder ersetzt, so daß dadurch vielfach im Laufe der Benutzung der Anlage Gefahren entstehen, die, solange alles in ordnungsmäßigem

Zustande gewesen ist, nicht vorhanden waren. Man findet vielfach bei Fachleuten, die ständig in gefahrbringenden Betrieben zu tun haben, eine starke Abstumpfung gegen die Gefahr. Berichte über eingetretene Unfälle zeigen immer wieder, daß ein erheblicher Teil derselben auf Nichtbenutzung von Schutzvorrichtungen und Schutzmitteln zurückzuführen ist, und daß ein derartig leichtsinniges Verhalten den täglich gewöhnten Gefahren gegenüber schließlich doch einmal zu einem Unfall führt. Mit Erfolg hat man in neuerer Zeit für die Unfallverhütungs-Propaganda die Abbildung in Form von Plakaten eingeführt. Der Verband deutscher Berufsgenossenschaften hat eine besondere „Unfallverhütungsbild G. m. b. H.“<sup>1</sup>, Berlin W 9, Köthenerstr. 37, ins Leben gerufen, der die Aufgabe gestellt ist, fortlaufend von Künstlerhand geschaffene gute Unfallbilder herstellen zu lassen und planmäßig zu verbreiten. Der Vertrieb liegt in den Händen der Deuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdnerstraße 97. Der Preis solcher Bilder beträgt<sup>2</sup> je nach Größe 15 bis 75 Pf, worauf bei größerer Zahl noch Ermäßigungen gewährt werden. Zwei Beispiele seien hier wiedergegeben.



Dadurch, daß man elektrischen Leitungen, Apparaten usw. meist nicht ansehen kann, ob sie unter Spannung stehen oder nicht, ist es notwendig, sie durch besondere Einrichtungen, wie Abdeckungen, Schutzgitter, Schutzwände, Schranken usw., vor Berührung zu schützen. Welche Bedeutung diesem Berührungsschutz zukommt, ist aus den §§ 3, 4, 6, 10, 11, 12 und 16 der Errichtungsvorschriften sowie aus dem Absatz 7 des „Merckblattes für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft“ zu ersehen. Bezüglich der verschieden zu gestaltenden Ab-

<sup>1</sup> ETZ 1924, S. 1195; 1925, S. 1238; 1927, S. 1892.

<sup>2</sup> ETZ 1926, S. 325.

bedeckungen sei auf Dettmar, Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen, zweite Auflage, S. 21—23 verwiesen.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften haben gemäß I, § 14 der Betriebsunternehmer und die gemäß § 913 der Reichsversicherungsordnung mit ihrer Stellvertretung betrauten Personen für die Instandhaltung der Schutzeinrichtungen Sorge zu tragen und die Ausführung der für den Betrieb erlassenen Unfallverhütungsvorschriften zu überwachen.

Weiter bestimmt der § 14a der gleichen Vorschriften folgendes:

„In jedem größeren Betriebe, insbesondere in jeder größeren Fabrik im Sinne des § 538 RVO sollen eine oder nach Art und Größe des Betriebes mehrere geeignete, von den Arbeitnehmern aus ihrem Kreise gewählte Vertrauenspersonen verpflichtet werden, sich von dem Vorhandensein und der ordnungsmäßigen Benutzung der vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen fortlaufend zu überzeugen, vorgefundene Mängel dem Betriebsleiter zu melden, auf Grund ihrer Erfahrungen und Beobachtungen selbst Vorschläge zur Verbesserung der Schutzeinrichtungen zu machen, auch das Interesse ihrer Arbeitsgenossen für den Unfallschutz zu wecken sowie den mit der Überwachung betrauten staatlichen oder berufsgenossenschaftlichen Aufsichtsbeamten bei Betriebsbesichtigungen zu begleiten und durch Auskünfte und entsprechende Mitteilungen in der Erfüllung seiner Aufgabe zu unterstützen.“

„Wo eine aus Wahlen hervorgegangene Vertretung der Arbeiter des Betriebes schon besteht, können ihr die obigen Rechte und Pflichten übertragen werden, so daß eine besondere Wahl nach Abs. 1 nicht erforderlich ist.“

Ferner hat nach § 36 der gleichen Vorschriften jeder Arbeitnehmer vor der Benutzung von Werkzeugen, Geräten, Apparaten und maschinellen Einrichtungen diese und die Schutzeinrichtungen daraufhin zu prüfen, ob sie in ordnungsmäßigem Zustande sind. Sind sie das nicht, so hat er sofort die Mängel zu beseitigen oder seinen Vorgesetzten Anzeige zu machen. Auch Beschädigungen oder sonstige außergewöhnliche Erscheinungen an den Betriebseinrichtungen hat er sofort zu melden.

Nach XI, § 8 können versicherte Personen, die den Unfallverhütungsvorschriften für Versicherte zuwiderhandeln oder die angebrachten Schutzeinrichtungen nicht benutzen, mißbrauchen oder beschädigen, mit einer Geldstrafe bis zu 6 M. belegt werden. Die Strafe setzt das Versicherungsamts (Beschlußausschuß) fest. Die Strafgebühren fließen, wenn der Verurteilte zur Zeit der Zuwiderhandlung einer Krankenkasse angehört, in diese, sonst aber in die Allgemeine Ortskrankenkasse seines Beschäftigungsortes, und wo eine solche nicht besteht, in die Landkrankenkasse (§§ 851, 870 und 914 RVO).

Die Betriebsunternehmer sind gemäß XI, § 1 der Normal-Unfallverhütungsvorschriften verpflichtet, bei Anschaffung von Maschinen und Apparaten vorzuschreiben, daß die von der zuständigen Berufsgenossenschaft geforderten Schutzeinrichtungen mitgeliefert werden.

Nach den Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik müssen den Arbeitnehmern zu Arbeiten, bei denen Kurzschlüsse zu erwarten sind, Schutzbrillen mit farbigen Gläsern zur Verfügung gestellt werden. Auch

sind an Schutzmitteln bereitzustellen: Isolierwerkzeuge, isolierte Unterlagen, Abdeckungen, Trennwände, Vorrichtungen zum Kurzschließen und Erden.

Derjenige, der den Betrieb einer elektrischen Anlage führt bzw. diese Arbeiten zu überwachen hat, trägt eine große Verantwortung. Es ist deswegen notwendig, um Sicherheit für die Erhaltung des unter a) geforderten ordnungsmäßigen Zustandes zu haben, regelmäßige Revisionen vorzunehmen. Angaben, in welchen Zwischenräumen diese auszuführen sind, werden vom VDE nicht gemacht, weil die Anlagen in dieser Beziehung zu unterschiedlich sind. Es muß dem für den Betrieb Verantwortlichen überlassen bleiben, diese Zwischenräume nach den in seiner Anlage vorliegenden Verhältnissen zu wählen. Unbedingt notwendig sind sie naturgemäß bei der ersten Inbetriebsetzung sowie bei Umbauten und Erweiterungen. Ferner sollten sie immer vorgenommen werden nach außergewöhnlichen Vorkommnissen, Betriebsstörungen, starken Kurzschlüssen usw. Sofern das eigene Personal nicht ausreichend sachverständig ist, empfiehlt es sich die Revisionen von besonderen Sachverständigen oder Überwachungsvereinen ausführen zu lassen. Bei Anlagen, die an Elektrizitätswerke angeschlossen sind, wird dieses Werk besonders für die Ausführung solcher Revisionen in Frage kommen.

Das Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft fordert, daß die Bedienung derselben einer bestimmten Person übertragen wird, und daß diese durch das stromliefernde Elektrizitätswerk genau unterwiesen wird. Weiter schreibt es vor, daß die Anlagen in regelmäßigen Zeiträumen durch Sachverständige geprüft werden, die vom Elektrizitätswerk oder von Behörden anerkannt sind. Die festgestellten Mängel müssen sofort abgestellt werden. Bei Nichtbeachtung dieser Bestimmung kann bei eintretenden Unfällen oder Brandschäden der Besitzer durch die Berufsgenossenschaft bestraft oder von der Feuerversicherung seiner Entschädigung verlustig erklärt werden. Er kann auch weiter noch den Gesetzen entsprechend bestraft und für Schäden haftbar gemacht werden.

Revisionen können den Zweck haben, daß durch sie Feuer- und Lebensgefahr oder Betriebsstörungen vermieden werden. Die geeignetste Form der Durchführung von Revisionen elektrischer Anlagen ist die auf dem Wege der Selbstverwaltung, wie er vom VDE in jahrzehntelanger systematischer Arbeit eingeleitet worden ist. Ausführliches darüber ist zu ersehen aus dem Aufsatz von Weber, Der Zustand der elektrischen Starkstromanlagen, seine Verbesserung und künftige Sicherung<sup>1</sup>. Gegen die wiederholt angestrebte Überwachung<sup>2</sup> aller elektrischer Anlagen durch behördliche Organe hat sich der VDE mehrfach erklärt. Als berechtigt anerkannt hat er solche behördliche Revisionen nur bei Bergwerken, Theatern usw., bei denen besondere Verhältnisse vorliegen. Der VDE steht vielmehr auf dem Standpunkt, daß eine Verbesserung der Anlagen am sichersten in

<sup>1</sup> ETZ 1924, S. 293.

<sup>2</sup> ETZ 1922, S. 732; 1925, S. 1515, 1707; 1926, S. 660; 1927, S. 744 und 1341.

der Weise erreicht werden kann, daß die bisher schon durchgeführte Selbstverwaltung entsprechend ausgebaut wird. In diesem Sinne ist auch im Jahre 1921 ein Überwachungsausschuß gebildet worden, in dem neben dem VDE vertreten sind: das Reichspostamt, das Reichsversicherungsamt, das Reichsarbeitsministerium, das Preußische Ministerium für Handel und Gewerbe, die Staatsministerien des Innern von Bayern, Sachsen, Württemberg, der Verband der deutschen Berufsgenossenschaften, die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, die Berufsgenossenschaft der Straßen- und Kleinbahnen, der Verband der Baugewerke-Berufsgenossenschaften, die Brandenburgische landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft, die Vereinigung der Elektrizitätswerke, der Zentralverband der Preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine, die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, der Verband der Installateure, der Verband der öffentlichen Feuerversicherungsanstalten Deutschlands, die Vereinigung deutscher Privatfeuerversicherungs-Gesellschaften und der Verein der deutschen Gewerbeaufsichtsbeamten. Zur Durchführung der Arbeiten des Überwachungsausschusses ist eine Erweiterung der bestehenden Überwachungsvereine sowie der Revisionsorgane der Elektrizitätswerke in Aussicht genommen worden. Soweit bei letzteren besondere Überwachungsabteilungen noch nicht bestehen, sollen sie gebildet werden. Mit Rücksicht darauf, daß gerade bei den landwirtschaftlichen Anlagen eine Besserung ihres Zustandes oft als notwendig empfunden worden ist, hat die preußische Hauptlandwirtschaftskammer im Einvernehmen mit den vorstehend geschilderten Bestrebungen eine „Arbeitsgemeinschaft zur Überwachung der Starkstromanlagen auf dem Lande“ gegründet, an der die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften des VDE beteiligt ist. Das geplante Tätigkeitsgebiet dieser Arbeitsgemeinschaft ist so gedacht, daß bei der preußischen Hauptlandwirtschaftskammer eine Zentralarbeitsgemeinschaft tätig ist, während in den einzelnen Bezirken unter Mitwirkung der zuständigen Landwirtschaftskammern Bezirksarbeitsgemeinschaften gebildet werden sollen. Die dem VDE angeschlossenen Vereine sind zur Mitarbeit in den Bezirksarbeitsgemeinschaften aufgefordert worden.

Für die vorstehend schon erwähnten elektrischen Anlagen in Bergwerken, Theatern, Versammlungsräumen usw., für die besondere Verhältnisse vorliegen, besteht in Preußen seit dem Jahre 1905 ein besonderes Gesetz betr. die Kosten der Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen. Bei Bergwerken ist zu beachten, daß durch das Berggesetz von 1865 die polizeiliche Aufsicht den Bergrevierämtern übertragen ist. Infolgedessen bedürfen elektrische Starkstromanlagen unter Tage zur Errichtung und zum Betriebe einer Sondergenehmigung des Oberbergamtes. Elektrische Starkstromanlagen dürfen nicht in Betrieb genommen werden, bevor eine Abnahmeprüfung durch einen anerkannten Sachverständigen stattgefunden hat. Auch die ordnungsgemäße Unterhaltung solcher Anlagen muß durch eine jährlich von einem Sachverständigen vorzunehmende Prüfung gewährleistet sein.



Über die Notwendigkeit regelmäßiger Revisionen elektrischer Anlagen siehe auch Näheres in der Zeitschrift „Der elektrische Betrieb“ 1927, S. 4, und über solche in landwirtschaftlichen Anlagen in der Bekanntmachung der Bayerischen Versicherungskammer vom 30. August 1926, die in der Bayer. Staatszeitung Nr. 204 vom 4. September 1926 abgedruckt ist.

Außer durch Revisionen und ständige Überwachung wird die Sicherheit elektrischer Anlagen auch dadurch erhöht, daß bei der Herstellung derselben sowohl wie bei der im laufenden Betriebe zeitweilig notwendigen Ergänzung abgenutzten Materials sowie bei späteren Erweiterungen nur gutes Material verwendet wird. Die Sicherheit, solches zu erhalten, hat der VDE dadurch geschaffen, daß er im Jahre 1920 eine besondere „Prüfstelle“ errichtet hat, über die in Abschnitt III unter B ausführliche Angaben gemacht sind. Es sollten tunlichst nur Materialien verwendet werden, die das Prüfzeichen des VDE tragen, wodurch man die Sicherheit hat, daß sie dessen Vorschriften, Regeln, Normen und Zeitsäßen entsprechen. Dieses Prüfstellenzeichen (VDE=Zeichen) bestand anfangs aus einem Dreieck mit abgerundeten Ecken, das die Buchstaben VDE umschließt, gemäß nebenstehender Abbildung. Die Gültigkeit dieses Zeichens ist am 30. Juni 1930 abgelaufen. Von diesem Termin ab darf es nicht mehr an den Erzeugnissen angebracht werden. Vom 1. Juli 1927 ab ist das VDE=Zeichen dahin geändert, daß an der Unterseite des Dreiecks noch ein Rechteck angefügt ist (vgl. nebenstehende Abbildung).



Außer den vorstehend behandelten Revisionen und Überwachungen, die im Interesse der Sicherheit von Personen, der Feuer- und der Betriebssicherheit gemacht werden müssen, kommen auch noch Revisionen im Interesse einer Erhaltung bzw. Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes in Frage. Hierfür kann eine ganze Reihe von Beobachtungen und Untersuchungen an Betriebsmitteln dienen, die im einzelnen zu behandeln hier zu weit führen würde. Erwähnt seien hier nur die zur Verminderung von Unkosten geeigneten Verbrauchsmessungen mit Elektrizitätszählern. Diese können sich auf einzelne Stromverbraucher wie auch auf ganze Betriebsabteilungen erstrecken. Sie können teils durch fest angebrachte, teils durch tragbare Zähler ausgeführt werden, die entweder direkt anzeigend oder registrierend gebaut sein können.

Bei der Instandhaltung elektrischer Anlagen hat die Reinigung eine besonders große Bedeutung. Staub- und Schmutzablagerungen können sehr oft Isolierungen überbrücken und so das ordnungsmäßige Arbeiten der Apparate, Leitungen usw. unmöglich machen. Es müssen infolgedessen alle Teile mit Hilfe einer Luftpistole, eines Blasebalgs oder einer Saugluft- bzw. Druckluftanlage gesäubert werden. Bei der Luftpistole oder dem Blasebalg ist es zweckmäßig, mindestens das Mundstück aus Isolier-

stoff herzustellen, wenn man sie nicht ganz daraus fertigt, um das Herbeiführen von Kurzschlüssen zu vermeiden. Neben der Reinigung mit Hilfe eines Luftstromes kommt in vielen Fällen auch das Putzen der verschiedenen Teile mit Lappen oder Putzwolle in Frage. Der Reichsauschuß für Lieferbedingungen (RAL) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit in Berlin hat Lieferbedingungen für Maschinen-Putztücher 390 A 2, für Putzlappen 390 C und solche für Putzwolle 390 E 2 aufgestellt, die im Abschnitt III unter G abgedruckt sind.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften ist die Anhäufung von gebrauchtem Putzmaterial und selbstentzündlichen oder feuergefährlichen Abfällen in den Arbeitsräumen zu verbieten. Zu vorübergehender Aufbewahrung sind unverbrennliche Behälter mit gut schließendem Deckel aufzustellen.

Die Errichtungsvorschriften des VDE wie auch eine Reihe von anderen Vorschriften, Regeln, Normen und Zeitsätzen sehen vielfach die Anwendung von Abdeckungen<sup>1</sup>, Schutzgittern u. dgl. vor. Im Betriebe werden leider erfahrungsgemäß solche Einrichtungen sehr oft vernachlässigt oder sie gehen ganz verloren und werden dann nicht wieder ersetzt. Es ist wichtig, darauf zu achten, daß diese Schutzeinrichtungen stets in ordnungsgemäßem Zustande erhalten bleiben und gegebenenfalls erneuert werden.

Nach I, § 37 der Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften sind Betriebseinrichtungen und Arbeitsgeräte nur zu dem Zweck zu benutzen, wofür sie bestimmt sind. Der Mißbrauch, die eigenmächtige Beseitigung und die absichtliche Beschädigung der Sicherheitsvorrichtungen und Schutzmittel — Brillen, Masken, Schirme u. a. m. — ist verboten. Die Schutzvorrichtungen und vorgeschriebenen Schutzmittel sind unter allen Umständen zweckentsprechend zu verwenden. Schutzvorrichtungen dürfen nur in unabwiesbaren Fällen und nur für die Dauer dieses Ausnahmezustandes entfernt werden.

Mit der Wartung und Instandhaltung elektrischer Anlagen dürfen nur Personen betraut werden, die darin unterwiesen sind. Jeder Meister und Arbeiter hat die Pflicht, die Personen, die ihm zur Hilfe oder Unterweisung beigegeben sind, auf die mit ihrer Beschäftigung verbundenen Gefahren aufmerksam zu machen und darauf zu achten, daß sie die Verhaltensvorschriften befolgen.

Da es wichtig ist, durch richtige Wartung die elektrischen Anlagen dauernd auf einer hohen Stufe zu erhalten, hat der VDE sich schon frühzeitig mit den Fragen beschäftigt, die mit der Fortbildung der Wärter elektrischer Anlagen zusammenhängen. Das Ergebnis dieser Arbeiten sind die vom 1. Juli 1910 ab gültigen „Zeitsätze betr. die einheitliche Errichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen“, die ETZ 1910, S. 492 abgedruckt

<sup>1</sup> Näheres siehe Dettmar: Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen, zweite Auflage S. 21.

sind. Dazu sind auch ausführliche Erläuterungen erschienen<sup>1</sup>. Die Zeitsätze selbst sind mit Rücksicht auf ihre große Bedeutung in Abschnitt III dieses Buches unter D. wiedergegeben. Wichtig ist es, daß alle Beteiligten immer besorgt sind, solche Fortbildungskurse möglichst häufig abzuhalten, und daß die in Frage kommenden Wärter der Anlagen an diesen Kursen auch wirklich teilnehmen. Eine große Anzahl der in Deutschland bestehenden und zum VDE gehörigen elektrotechnischen Vereine halten jährlich oder im Abstand von mehreren Jahren solche Fortbildungskurse ab, was zur Erhöhung der Sicherheit der elektrischen Anlagen von großer Bedeutung ist.

### Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Neben der Isolierung sind Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung wichtige Schutzmaßnahmen, die in den §§ 3 und 18 der Errichtungsvorschriften des VDE eingehend behandelt sind. Sie sollen 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 oder andere Ursachen wesentlich herabgesetzt ist.

Welches der hier vorgesehenen Schutzmittel im einzelnen Falle die größte Sicherheit gewährt, ist nicht allgemein zu sagen, sondern muß jeweilig geprüft werden. Dabei ist insbesondere auch zu beachten, daß die erzielte Sicherheit nicht allein von der Art des Schutzmittels, sondern auch von seiner Anwendung und Unterhaltung im Betriebe abhängt. Es genügt daher nicht, daß sie bei der Herstellung der Anlage gut ausgeführt sind, sondern sie müssen im Betriebe dauernd sorgfältig überwacht und in Ordnung gehalten werden.

Eine Schutzmaßnahme erfüllt ihren Zweck nur, wenn sie die Überbrückung zu hoher Berührungsspannung<sup>2</sup> durch einen Menschen verhindert (z. B. Isolierung), oder wenn zu hohe Berührungsspannung überhaupt unmöglich ist (z. B. Kleinspannung), oder wenn beim Auftreten zu hoher Berührungsspannung die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird (z. B. Erdung, Nullung, Schutzschaltung).

Isolierung. Der Schutz durch Isolierung kann dadurch erreicht werden, daß die der Berührung zugänglichen leitfähigen Teile durch iso-

<sup>1</sup> ETZ 1910, S. 490.

<sup>2</sup> Berührungsspannung ist die im Störfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden, leitfähigen Anlagenteil und Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

lierende 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.

Kleinspannungen sind Betriebsspannungen bis zu 42 V. In Kleinspannungsstromkreisen sollen nur Installationsmaterial und Geräte für mindestens 250 V verwendet werden.

Erdung. Die Erdung bietet, besonders bei höheren Stromstärken, nicht immer einen sicheren Schutz. Werden Erdungen verwendet, so ist ein möglichst niedriger Erdungswiderstand anzustreben. Eine gute Erdung erzielt man meistens durch Anschluß an das Wasserleitungsnetz.

In Bergwerken unter Tage 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 verbunden werden. Außerdem sollen alle übrigen der zufälligen Berührung zugänglichen Metallteile, wie Rohrleitungen, Gleise usw., tunlichst oft an die Erdungsleitung angeschlossen werden.

Nullung. Der Widerstand der Leitungen soll so bemessen sein, daß bei einem Kurzschluß zwischen einem Außenleiter und dem Nullleiter mindestens der 2,5fache Nennstrom der nächsten vorgeschalteten Stromsicherung auftritt.

In Verteilungsnetzen soll der Nullleiter, außer der allgemeinen Erdung, in jedem Ausläufer möglichst nahe am Ende eine Erdung erhalten.

Der Nullleiter 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 Nullleiter erfolgen.

In einem Netz, in dem die Nullung angewendet wird, sind reine Erdungen ohne Verbindung mit dem Nullleiter unzulässig.

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

Schutzschaltung. Die Auslösevorrichtung des Schutzschalters soll so eingestellt sein, daß beim Auftreten einer zu hohen Berührungsspannung<sup>1</sup> die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird.

In den „Leitsätzen für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, LES 1“, die ab 1. Januar 1932 gelten

<sup>1</sup> Berührungsspannung ist die im Störfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden, leitfähigen Anlagenteil und Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

und ETZ 1931, S. 745 veröffentlicht sind, ist im wesentlichen folgendes bestimmt:

Schutzmaßnahmen sind in Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde überall anzuwenden.

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

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

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

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

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

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

In älteren Anlagen, die bis 6 Monate nach Inkrafttreten dieser Leitsätze nach den jeweiligen Verbands- oder den besonderen behördlichen Bestimmungen ihrer Zeit errichtet worden sind, brauchen nachträglich Schutzmaßnahmen nicht getroffen bzw. vorhandene nicht gemäß diesen Leitsätzen verbessert zu werden, wenn dadurch unbillige Härten entstehen würden; alle zur elektrischen Anlage, aber nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Metallteile, die unmittelbar Spannung annehmen und von

einem nicht isolierten Standort aus voll umfaßt (z. B. Handräder und Griffe) werden können, müssen jedoch geschützt werden, wenn die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung vorliegt.

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

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

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

#### a) Messung mit Strom- und Spannungsmesser.

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

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

Da bei derartigen Messungen Schrittspannungen<sup>1</sup> auftreten, so ist zur Vermeidung von Unfällen Vorsicht zu üben (Absperrung, Isolierung, kleine Schrittweite).

#### b) Messung mit Erdungsmesser.

Hierbei bedient man sich am einfachsten fabrikmäßig hergestellter Meßgeräte.

Bezüglich der Herstellung von Isolierstoffen sind in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt worden, so daß es heute möglich ist, auch bei größeren Apparaten Metallteile durch Isolierstoff zu ersetzen, oder sie mit solchem zu umkleiden, wodurch die Sicherheit der Anlage wesentlich erhöht wird.

<sup>1</sup> Das ist die mit der Schrittweite (1 m) überbrückbare Spannung.

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

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

Nach den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung KPI“ müssen nichtkeramische Isolierstoffpreßteile ein Überwachungszeichen tragen, das gleichzeitig Herkunft und Klassenzugehörigkeit bzw. Type erkennen läßt. Die Führung dieses Überwachungszeichens, das als Warenzeichen eingetragen ist, wird vom Staatlichen Material-Prüfungsamt, Berlin-Dahlem, dem Hersteller der Isolierteile nur unter der Bedingung gestattet, daß er sich vertraglich der laufenden Überwachung durch dieses Amt unterzieht. Gemäß Vereinbarung zwischen dem Verband Deutscher Elektrotechniker, dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie und der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe sind die der regelmäßigen Überwachung durch das Staatliche Materialprüfungsamt unterliegenden Isolierpreßmassen typisiert. In einer ETZ 1931, S. 980 wiedergegebenen Tabelle sind die Firmen und Nummern derselben und die Typenbezeichnungen veröffentlicht. Das vorstehend erwähnte Überwachungszeichen ist vorstehend abgedruckt.



Über Isolierstoffe bestehen eine große Zahl von Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die nachstehend aufgeführt sind:

Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe. ETZ 1922, S. 445; 1923, S. 577 u. 768; 1924, S. 964 u. 1068; 1927, S. 156, 860 u. 1090.

Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen. ETZ 1929, S. 364, 912 u. 1136.

Leitsätze für die Erzeugung bestimmter Luftfeuchtigkeit zur Prüfung elektrischer Isolierstoffe. ETZ 1929, S. 868, 946 u. 1136.

Leitsätze für die Bestimmung der Glutficherheit von Isolierstoffen und -teilen. ETZ 1931, S. 364.

Leitsätze für die Prüfung der Stoffeigenschaften keramischer Isolierteile für Nennspannungen unter 1000 V. ETZ 1928, S. 630; 1929, S. 362, 766 u. 1136.

Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an. ETZ 1929, S. 400 u. 1136.

Leitsätze für die Prüfung von Hochspannungsisolatoren mit Spannungsstoßen. ETZ 1925, S. 1669; 1926, S. 688 u. 862.

Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Faser als Isolierstoff. ETZ 1929, S. 363, 765 u. 1136.

Leitsätze für die Prüfung von Glimmer-Erzeugnissen. ETZ 1929, S. 586, 912 u. 1136.

Leitsätze für die Prüfung von Elektrolackpappe. ETZ 1929, S. 368, 911 u. 1136.

Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Tafel-Preßpan. ETZ 1929, S. 360, 726 u. 1136.

Leitsätze zur Prüfung von Hartpapierplatten. ETZ 1931, S. 392.

Leitsätze zur Prüfung von gewickelten Hartpapierrohren mit kreisförmigem Querschnitt (Rundrohre). ETZ 1931, S. 423.

Leitfäße für die Bewertung und Prüfung von Holz als Isolierstoff. ETZ 1929, S. 246, 728 u. 1136.

Leitfäße für die Prüfung von natürlichen Gesteinen. ETZ 1929, S. 728, 946 u. 1136.

Leitfäße für die Prüfung und Lieferung von Asbest-Fabrikaten. ETZ 1931, S. 362.

Leitfäße für die Prüfung von Isolierbändern. ETZ 1928, S. 733, 1022 u. 1024.

Leitfäße für die Prüfung von Vergußmassen für Geräte unter 1000 V Nennspannung. ETZ 1929, S. 369, 911 u. 1136.

Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Vergußmassen für Kabelzubehörs-teile. ETZ 1927, S. 25, 857 u. 1089.

Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle. ETZ 1927, S. 473, 858 u. 1089.

Bezüglich der Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle sei auch auf § 5 hingewiesen, bei dem nähere Angaben über den Inhalt gemacht sind.

Weiter seien die einschlägigen Aufsätze ETZ 1927, S. 1590 bis 1629, sowie ETZ 1928, S. 1148 und das Buch „Gummifreie Isolierstoffe“ von Dr.-Ing. A. Sommerfeld<sup>1</sup> erwähnt.

Bei der Auswahl des Isolierstoffes für hohe Spannungen ist auch die Formgebung von Bedeutung. Man bevorzugt solche Formen, die zusammenhängende Feuchtigkeitsschichten vermeiden, wodurch eine Ableitung zwischen Teilen verschiedener Spannung (oder zwischen spannungsführenden Teilen und Erde) eintreten könnte. Bei der Formgebung ist ferner zu beachten, daß die Ansammlung von Staub vermindert und eine leichte Reinigung ermöglicht ist.

Als Schutz dienen Transformatoren oder Umformer mit elektrisch voneinander getrennten Wicklungen zur Herabsetzung der Betriebspannung auf Kleinspannung sowie Akkumulatorenbatterien, die jedoch während der Benutzung nicht unmittelbar vom Hauptnetz aus geladen werden dürfen.

Zu beachten sind die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen RETK“, die nebst Erläuterungen ETZ 1928, S. 305, 832, 958 und 1022 abgedruckt sind.

Der Kleinspannungstromkreis soll im allgemeinen nur eine beschränkte Ausdehnung haben (z. B. Betrieb von einzelnen oder wenigen Kleinmotoren, Koch- und Heizgeräten, Handleuchtern, Spielzeugen oder dergleichen).

Für Handleuchter in Kesseln und ähnlichen engen Räumen mit gut leitenden Bauteilen kommt bei Wechselstrom als Schutzmaßnahme nur Kleinspannung in Frage.

Eine Spannung unter 42 V gilt für Menschen als ungefährlich, weswegen man derartig niedrige Spannungen vielfach in Anlageteilen, die in feuchten, durchtränkten, heißen usw. Räumen ausgeführt werden, anwendet. Hierbei ist aber zu beachten, daß die Grenze von 42 V nur für erwachsene Menschen gilt. Für Kinder müssen niedrigere Werte genommen werden, ebenso für viele Tiere, die empfindlicher gegenüber elektrischen Schlägen sind als Menschen. Für solche Anlagen ist deswegen

<sup>1</sup> Herausgegeben vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, Berlin.



gemäß Beschluß der Jahresversammlung 1926<sup>1</sup> noch eine Spannung von 24 V festgelegt worden.

Da bezüglich der Verwendung von Apparaten und Geräten für Niederspannung noch wenig Erfahrungen vorliegen, hat der VDE einige Gesichtspunkte dafür zusammengestellt. Sie sind im „Wegweiser für die vorchriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, zweite Auflage, S. 28 und 29 wiedergegeben.

Aus wirtschaftlichen Gründen kommt die Erdung mittels Einzel-erder praktisch nur für Stromverbraucher in Stromkreisen mit Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) bis etwa 35 A Abschaltstrom in Frage; es sind dann andere Schutzmaßnahmen zu wählen.

Beim Anschluß an bereits in der Erde liegende Leiter großer Oberfläche ist die Anwendungsmöglichkeit entsprechend ihrem geringeren Erdungswiderstand größer.

Unter Abschaltstrom ist die Stromstärke zu verstehen, bei der die Schmelzsicherung oder der Selbstschalter innerhalb kurzer Zeit abschaltet. Infolge der großen Verschiedenheit der Charakteristiken der Schmelzsicherungen soll der Einfachheit halber als Abschaltstrom der Berechnung die 2,5-fache Nennstromstärke zugrunde gelegt werden. Dieses gilt auch für Selbstschalter, falls nicht durch Messung ein genauerer Wert festgelegt wird.

Über die Ausführung der Schutzerdung sind ausführliche Angaben im „Wegweiser“, 2. Aufl., S. 30, 77, 226 und 296 gemacht.

In begrenzten einheitlichen Anlagen, wie z. B. Fabriken mit eigener Stromerzeugung oder eigenem Transformator mit elektrisch getrennten Wicklungen, kann ein Schutz durch Verbindung aller zu schützenden Anlage-teile untereinander sowie mit den der Berührung zugänglichen Gebäudekonstruktionsteilen, Rohrleitungen und dergleichen erreicht werden. Diese Verbindungsleitungen, die das Schutzleitungssystem bilden, sind zu erden. Ist eine Isolationskontrolle vorhanden, dann genügt für die Erdung des Schutzleitungssystems ein Erdungswiderstand von 20 . . . 30  $\Omega$ . Sind vorstehende Bedingungen nicht erfüllt, so ist dafür zu sorgen, daß keine höhere Berührungsspannung als 65 V auftreten kann.

Bei der Überwachung von Erdungen ist auf die Austrocknung des Erdbodens infolge Erwärmung durch den Erdschlußstrom Rücksicht zu nehmen. Hierbei braucht nur die zur Eingrenzung und Abschaltung des Erdschlusses erfahrungsgemäß erforderliche Zeit in Rechnung gesetzt zu werden.

Für Hochspannungsanlagen hat der VDE besondere „Leitfäden für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen“ aufgestellt, die seit dem 1. Januar 1924 gelten und ETZ 1923, S. 1063 und 1081 abgedruckt sind.

<sup>1</sup> ETZ 1926, S. 658 und 862.

Nachstehend seien daraus einige für den Betrieb wichtige Angaben gemacht. Ausführlicheres ist zu finden im „Wegweiser“, 2. Aufl., S. 226 und 296.

Die Wahl der Schutzrichtungen ist vom Gefährdungsgrad und von dem Grade der verlangten Sicherheit abhängig. Der Gefährdungsgrad ist abhängig von:

1. Häufigkeit der Störungen.
2. Dauer der Störungen.
3. Größe des Erdschlußstromes.
4. Erdwiderstand.
5. Spannungsverteilung in der Umgebung der Störungstelle.
6. Wahrscheinlichkeit, ob sich Menschen zur Zeit der Störung an der Störungstelle befinden.

Der Sicherheitsgrad einer Erdung ist abhängig von:

1. Größe ihres Erdwiderstandes.
2. Art der Spannungsverteilung.
3. Sicherheit gegen Austrocknen.
4. Zustand und Zuverlässigkeit der Zuleitungen.
5. Zustand der Verbindungsstellen.

Der höchste Grad von Sicherheit muß erreicht werden, wenn der Bedienende Metallteile, die gefährliche Spannungen annehmen können, umfaßt.

In gedeckten Räumen ist das Auftreten gefährlicher Spannungen unwahrscheinlich, wenn der Fußboden aus Isolierstoff besteht. Ist er dagegen feucht oder leitend, so treten Gefahren auf. Im Freien liegen in größerem Umfange Gefahren vor, weil hier der Boden mehr oder weniger leitend ist. Dabei ist die Gefahr am größten, wenn nur die oberen Schichten feucht sind.

Bei der Wahl und Bemessung der Erdung muß die Größe des Erdschlußstromes beachtet werden, um das Austrocknen zu vermeiden.

Die Erdschlußstromstärke von Einzelerdschlüssen eines nicht geerdeten oder über hohe nicht induktive Widerstände geerdeten Drehstrom-Freileitungsnetzes ist abhängig von der Kapazität der nicht geerdeten Phasen gegen Erde und von der Spannung. Sie kann mit genügender Annäherung berechnet werden nach der Faustformel:

$$\text{Erdschlußstrom} = \frac{kV \times km \text{ Leitungslänge}}{300}$$

Unter Leitungslänge ist die Länge der mehrphasigen Einzelleitung zu verstehen. Parallel geschaltete Leitungen, z. B. 2 Leitungen aus je 3 Drähten oder Seilen beliebiger Querschnitte, zählen doppelt. Bei der Berechnung ist Rücksicht auf Erweiterung und gegebenenfalls auch auf Zusammenschluß mit Nachbarleitungen zu nehmen.

Der Zustand der Erdung soll zur Aufrechterhaltung der Sicherheit sorgfältiger, als bisher üblich, überwacht werden.

Wenn auch die Schutzerdung in den weitaus meisten Fällen Gefahren und Unfälle verhüten wird, sofern sie den Leitflächen gemäß ausgeführt ist, so können doch andere Maßnahmen sie gelegentlich wirksam unterstützen, zum Teil auch ersetzen. Als Beispiel seien erhöhte Isolation des Betriebsstromkreises, isolierender Fußbodenbelag (Linoleum) in Reichweite der Schalt- und Regelapparate usw. genannt.

Gefährliche Berührungsspannungen treten in der Regel nicht auf, wenn die Erdung so bemessen ist, daß das Produkt aus ihrem Widerstand und der durch sie abzuleitenden Stromstärke 125 V nicht überschreitet. In Fällen, in denen der Berührende in der Regel auf gut leitendem Boden steht und das Schuhwerk durchtränkt ist, empfiehlt es sich, nur geringere Werte für die Berührungsspannung zuzulassen. In Stallungen, chemischen Betrieben usw. sollte man höchstens 40 V annehmen.

In gedeckten Räumen sind alle betriebsmäßig keine Spannung führenden Metallteile, die in der Nähe von Spannung führenden Teilen liegen oder mit diesen z. B. durch Lichtbogenbildung in Verbindung kommen können, metallisch leitend untereinander und mit der Erdzuleitung zu verbinden. Dazu gehören:

- a) Die betriebsmäßig nicht unter Spannung stehenden Metallteile von Maschinen, Transformator, Meßwandlern, Apparaten.
- b) Sekundärstromkreise von Meßwandlern (je nach Schaltung).
- c) Gerüste von Schaltanlagen, Durchführungsflansche, Isolatorenträger, Kabelarmaturen.
- d) Betriebsmäßig mit den Händen anzufassende Metallteile wie: Handräder, Hebel, Kurbeln von Schaltern, Apparate, Schutzgitter, Schaltanlagen usw. (In gemauerten und Holzstationen sollen Türgriffe, Türrahmen, eiserne Treppen, Leitern u. dgl. möglichst nicht mit geerdeten Teilen der Station leitend verbunden werden.)

Es wird empfohlen, Hochspannungsfreileitungen mit einer Vorrichtung zur Unterdrückung oder Einschränkung des Erdschlußstromes auszurüsten, sofern dieser etwa 5 A übersteigt.

In Anlagen ohne lichtbogenlöschende Vorrichtungen genügt es, die Erdung an den Verbrauchsstellen für die nach der Erzeugerstelle in den unverzweigten Leitungstrecken liegende niedrigste Auslösestromstärke der Selbstschalter zu bemessen, wenn in jeder Phase ein Selbstschalter vorhanden ist.

Bei Auswechslung der Selbstschalter gegen solche höherer Stromstärke ist die Erdung dieser Stromstärke anzupassen.

Erdungswiderstand ist der Gesamtwiderstand des Erdreiches zwischen 2 Erden, wobei als zweiter Erder die Erdoberfläche unterhalb der gesunden Phasen zu denken ist, deren Widerstand für die Berechnung vernachlässigt werden kann, da er sich dem Wert Null stark nähert.

Der Widerstand eines Einzelerders kann direkt gemessen werden, wenn von einem Erder, der mit dem Erdreich in widerstandsloser Verbindung (großflächig) steht, gegen den zu untersuchenden Erder gemessen wird.

Der Zustand der Erdungsanlage ist sowohl vor der Inbetriebsetzung als auch zeitweise, d. h. einmal im Jahre, zu prüfen. Die Ergebnisse der Prüfung sind laufend aufzuzeichnen. Dieses gilt besonders bei Erdungen an Stellen erhöhter Gefahr für das Bedienungspersonal, wie an Mastschaltern auf Eisenmasten, eisernen Transformatorstationen und von außen bedienten Stationschaltern, wenn das Antriebsgestänge bzw. Handrad nicht isoliert ist.

Der Widerstand des Erdreiches zwischen zwei Erdern läßt sich wie ein Elektrolitwiderstand in bekannter Weise bestimmen. Das Spannungsfälle an der Erdoberfläche, verursacht durch den Erdschlußstrom, ist in der Nähe der Erder am größten. Es nimmt mit wachsender Entfernung von den Erdern schnell ab und nähert sich bei genügendem Abstand der Erder in zunehmendem Grade dem Wert Null. Hier kann man den Wirkungsbereich beider Erder durch Einsetzen einer Sonde (stromloser oder bei der Messung stromlos gemachter Hilfserder) abgrenzen und durch Vergleich den Anteil jedes einzelnen Erders an dem Gesamtwiderstand bestimmen (Wiherertsche Methode). Dieser so abgegrenzte Anteil des einzelnen Erders an dem Gesamtwiderstand des Erdstromkreises wird als Widerstand eines Einzelerders bezeichnet.

Der gemessene Widerstand einer Erdung ist bei bestimmter Oberfläche des Erders ausschließlich durch die Leitfähigkeit des Erdreiches bedingt. Der Erdungswiderstand ist praktisch rein Ohmscher Art. Das Telephon als Nullinstrument bei Brückenmessungen läßt sich nicht vollständig zum Schweigen bringen und das Tonminimum ist um so schärfer, je größer der Meßstrom ist, mit dem die Widerstände bestimmt werden. Daher empfiehlt es sich, die Stromquellen kräftig genug zu wählen, um die Messung auch im freien Felde bei Störungen durch Wind und andere Geräusche bequem durchzuführen zu können, oder gegebenenfalls andere Nullinstrumente (Zeigerinstrumente) zu verwenden.

Die Bestimmung des Widerstandes zwischen zwei Erdern macht im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Jede für Elektrolitwiderstände bekannte Meßart kann Verwendung finden; bei der Bestimmung von Erdungswiderständen einzelner Erder sind indessen besondere Umstände zu beachten.

Einfach gestalten sich die Meßarten, bei denen Sonden — also stromlose Hilfserder — verwendet werden. Man mißt dann den Widerstand des Erdreiches vom Erder bis zu einer Fläche, die durch die Sonde und alle die Punkte geht, die gleiche Spannung mit ihr haben. Dieser so gemessene Anteil an dem Gesamtwiderstand (der theoretische Grenzwert) hängt von dem Orte der Sonde ab und wird bei zweckmäßiger Wahl etwa 80 bis 90% des Grenzwertes je nach Form und Ausdehnung des Erders ergeben. Gedrängte Anordnung des Erders (einzelne Platten, Röhre u. dgl.) bedingt geringsten Sondenabstand. Für zusammengesetzte, verzweigte Erderformen wird man die Lage der Sonde mehrmals wechseln, um festzustellen, von welcher Stelle ab der Widerstand nicht merklich zunimmt.

Im allgemeinen wird ein Sondenabstand von 10 m bei gedrängten Erdern, deren größte wagerechte Erstreckung etwa 2 m nicht überschreitet, genügen.

Bei gestreckten Erdern, z. B. Bändern, Eisenbahnschienen u. dgl., soll der Sondenabstand senkrecht zur größten Ausdehnung in mindestens 10 m Abstand gemessen werden.

Stromführende Hilfserder müssen das Doppelte des oben angegebenen Abstandes haben; ihr Widerstand soll von dem des Haupterders nicht allzu verschieden sein.

Bei stark verzweigter Erderform gibt die Aufnahme der Linien gleicher Spannung an der Erdoberfläche ein gutes Bild der Widerstandsverteilung; sie dürfte aber nur in den seltensten Fällen in Betracht kommen und erfordert entsprechende Gewandtheit in der Ausführung.

Die bekannteste Meßart, nach der die Widerstände zwischen je drei stromführenden Erdern, dem Haupterder und zwei Hilfserdern, gemessen werden, ist umständlich auszuführen. Sie ergibt nur dann brauchbare Werte, wenn die Hilfserder vom Haupterder nicht allzu verschieden sind. Die sogenannte Wichertsche Meßart verwendet nur einen Hilfserder (stromführend) und eine Sonde (bei der Messung stromlos), die nur geringe Abmessungen zu haben braucht.

Die Bestimmung des Widerstandes aus Spannung und Strom kann nur in Betracht kommen, wenn ausreichende Energiequellen zur Verfügung stehen. Für die Spannungsmessung müssen Instrumente mit hohem Widerstand benutzt werden. Der Hilfserder, der vom Spannungstrom durchflossen wird (am besten ein Rohr), ist so weit in den Boden einzutreiben, daß die angezeigte Spannung nicht mehr merklich ansteigt.

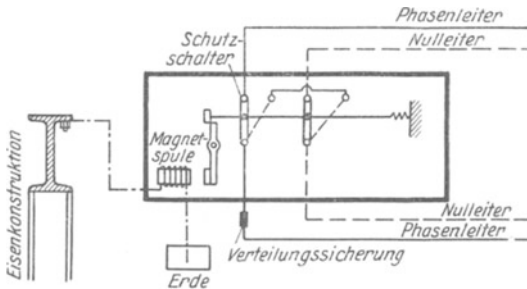
Das Ergebnis einer Widerstandsmessung an Einzelerdern ist von der Leitfähigkeit des Erdreiches in sehr hohem Maße abhängig, also zeitlich und örtlich außerordentlich verschieden. Die Leitfähigkeit wiederum unterliegt den Einflüssen der Witterung um so mehr, je näher die Erdschichten der Oberfläche liegen. Auf tiefer liegende Schichten, von etwa 1 m an, hat die Witterung kaum noch Einfluß. Infolgedessen ist die Stromverteilung an der Erdoberfläche stark von der Witterung abhängig; aus einem gemessenen Widerstand läßt sich nicht ohne weiteres auf die Spannungsverteilungen der Erdoberfläche schließen, die gerade für die Gefahren von ausschlaggebender Bedeutung sind. Außerdem verhält sich die Spannungsverteilung an der Erdoberfläche verschieden, je nachdem ein Einzelerdschluß oder ein Pfahenschluß durch das Erdreich vorliegt. Während bei dem letztgenannten die Spannungsverteilung zwischen den beiden Erdschlußstellen (Erdern) ungeändert bleibt, wenn auch die Leitfähigkeit des Erdbodens in weiten Grenzen schwankt, so ist beim Einzelerdschluß der kapazitive Spannungsabfall gegenüber dem Ohmschen im Erdreich im allgemeinen so groß, daß der Erdschlußstrom als praktisch unverändert angesehen werden kann. Ist also der Erder so verlegt,

daß auch lange andauernde trockene Witterung den Widerstand und damit das Produkt aus Erdschlußstromstärke und gemessenem Widerstand nicht über 125 V ansteigen läßt, so wird die Spannung in der Umgebung des Erders diese 125 V (höchstzulässige Berührungsspannung) nicht übersteigen können, wie auch der Zustand der Erdoberfläche sei.

Über „Mittel zur Erdung und Kurzschließung in Hochspannungsanlagen“ siehe auch „Elektrizitätswirtschaft“ 1927, S. 571.

Die Nullung kommt nur in Verteilungsanlagen mit einem geerdeten Nulleiter in Betracht. Sie wird hergestellt durch den Anschluß der zu schützenden Anlageteile an den geerdeten Leiter. Die Bestimmungen gelten auch sinngemäß für Anlagen ohne Nulleiter, in denen aber ein Außenleiter betriebsmäßig geerdet ist. Durch die Nullung soll erreicht werden, daß jeder Körperchluß zum Kurzschluß und zur Abschaltung führt. Bei Anwendung der Nullung als Schutzmaßnahme muß das Leitungsnetz drei Nullungsbedingungen genügen, über die Näheres aus dem „Wegeweiser“, 2. Aufl., S. 34 bis 36 zu ersehen ist.

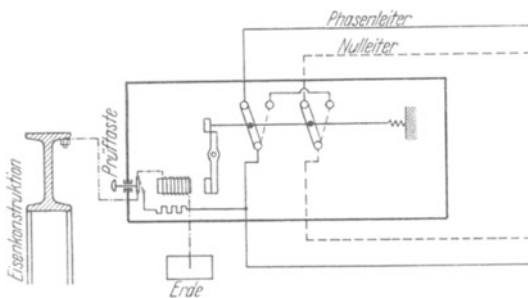
Die Schutzschaltung ist nach Angaben von Heinisch und Riedl vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk in großem Umfange benutzt worden. Sie ist ETZ 1914, S. 32 beschrieben und in nebenstehender Abbildung dargestellt. Soweit Eisenteile vorhanden sind, werden sie über ein Relais geerdet, das die Ausschaltung



der ganzen Anlage bzw. eines Teiles derselben bewirkt, wenn die Spannung der Eisenteile gegen Erde ein gefährliches Maß angenommen hat. Das Relais wird im allgemeinen so eingerichtet, daß es bei einer Spannung von 20 bis höchstens 40 V anspricht. Diese Schutzschaltung ist deswegen von großer Bedeutung, weil es viele Fälle gibt, in denen die Erdung sowohl wie die Nullung schwierig und nur mit großen Kosten durchführbar sind. Es gibt sogar Fälle, in denen diese Schutzmittel ganz versagen können. Hierzu kommt noch, daß sie dauernd gut überwacht werden müssen. Das ist natürlich auch bei der Schutzschaltung von Heinisch-Riedl notwendig. Zur einfachsten Durchführung der Überwachung ist nun diese Schaltung neuerdings noch durch die Hinzufügung einer „Prüftaste“ wesentlich verbessert worden, wie die Abbildung auf S. 47 zeigt.

Durch den Druck auf einen Knopf kann man genau den gleichen Zustand herbeiführen, der eintritt, wenn ein Körperchluß und damit eine unzulässige Berührungsspannung entsteht. Damit ist man jederzeit in der Lage festzustellen, ob die Schutzeinrichtung (Schalter und Hilfs-erde) noch wirksam ist. Es hat sich nun gezeigt, daß es sogar am ein-

fachsten ist, das Ausschalten der betreffenden Anlageteile überhaupt stets durch Betätigung der Prüftaste zu bewirken, so daß ganz von selbst dauernd eine Kontrolle durchgeführt wird. Die Prüftaste der Heinsch-Niedl-Schaltung ist somit ein einfaches Mittel zur Erfüllung der Forderung des § 2a) dieser Betriebsvorschriften, wonach die elektrischen Anlagen dauernd in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten sind. Löst beim Drücken auf die Prüftaste der Schalter aus, dann ist dies ein Zeichen, daß sowohl der Schalter wie auch die Hilfsserde in Ordnung sind.



### Isolationszustand.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Das wichtigste Schutzmittel in elektrischen Anlagen ist die Isolierung. Sie kann sich aber mit der Zeit leicht verändern, und zwar entweder durch Verstaubung, Verschmutzung usw., oder durch Änderung der Eigenschaften des Isolierstoffes infolge von Alterung, Erwärmung, Bruch usw. Es ist also Sache einer geordneten Betriebsführung, die Isolationen dauernd unter Aufsicht zu halten. Nach § 5 der Errichtungs-vorschriften VES1 muß jede fertiggestellte Starkstromanlage einen angemessenen Isolationszustand haben. Für Anlagen, die mit Spannungen unter 1000 V arbeiten, mit Ausnahme von Freileitungen, Installationen im Freien, und von Teilen in feuchten und durchtränkten Räumen gilt er als angemessen, wenn der Stromverlust auf jeder Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei der Betriebsspannung 1 mA nicht überschreitet. Der Isolationswert einer derartigen Leitungstrecke sowie jeder Verteilungstafel sollte hiernach wenigstens betragen: 1000  $\Omega$  multipliziert mit der Betriebsspannung in Volt (z. B. 220000  $\Omega$  für 220 V Betriebsspannung). Für Maschinen, Akkumulatoren und Transformatoren wird auf Grund dieser Vorschriften ein bestimmter Isolationswiderstand nicht gefordert.

Vorstehende Angabe ist für neue Anlagen gemacht und nur dafür gültig. In Anlagen, die schon längere Zeit im Betriebe sind, ist es im allgemeinen nicht möglich, diese Werte zu erhalten. Immerhin können

aber die für den neuen Zustand vorgeschriebenen Zahlen einen gewissen Anhalt dafür geben, was im laufenden Betriebe zu erreichen versucht werden sollte.

Nach weiteren Bestimmungen des § 5 der Errichtungsvorschriften VESI sollen die Isolationsprüfungen tunlichst mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 V ausgeführt werden.

Der Widerstand der Isolationen sinkt mit wachsender Meßspannung sehr stark, und zwar um so mehr, je feuchter die Anlage ist. Die gemessenen Werte hängen infolgedessen von der verwendeten Meßspannung ab. Im Isoliermaterial befinden sich oft ganz kleine Luftteilchen, die je nach der Höhe der Spannung zwischen den Leitern im elektrischen Felde durchschlagen werden.

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

Der negative Pol der Meßbatterie soll an der Leitung liegen, weil man sonst zu große Werte der Isolationen messen würde, was auf elektrostatische Vorgänge zurückzuführen ist. Durch letztere könnten unter Umständen kleine, sonst nicht feststellbare Fehler verdeckt werden.

Der Isolationszustand einer in Betrieb befindlichen Gleichstromzweileiteranlage kann durch drei Spannungsmessungen bestimmt werden. Ist

$P$  = Meßspannung,

$P_1$  = Spannung des  $+$ - Leiters gegen Erde,

$P_2$  = Spannung des  $-$ - Leiters gegen Erde,

$R$  = Eigenwiderstand des Spannungsmessers,

so gilt für den Widerstand zwischen Erde und

$$\text{ganze Anlage } R_0 = R \left( \frac{P}{P_1 + P_2} - 1 \right) 10^{-6} M \Omega,$$

$$\text{den } +\text{- Leiter } R_1 = R \left( \frac{P - P_1}{P_2} - 1 \right) 10^{-6} M \Omega,$$

$$\text{den } -\text{- Leiter } R_2 = R \left( \frac{P - P_2}{P_1} - 1 \right) 10^{-6} M \Omega.$$

Die Gesamtisolation einer Dreileiteranlage mit geerdetem Nullleiter läßt sich während des Betriebes nicht bestimmen.

Näheres vgl. Kalender für Elektrotechniker, Ausgabe 1927/28, S. 141.

Bei Isolationsmessungen mit Wechselstrom sollte die Kapazität der Anlage möglichst klein sein. Besser wäre es überhaupt, Isolationsmessungen nur mit Gleichstrom vorzunehmen. Es wäre ferner am besten, bei der Messung von Wechselstromanlagen diese vom Betriebe ganz abzuschalten, um die Gefahr für den Messenden zu verringern. Führt man die Messung



an im Betriebe befindlichen Wechselstromanlagen mit Induktor-Gleichspannung aus, so gilt nach dem Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 141 folgendes.

Während des Betriebes kann in Wechselstromanlagen nur die Gesamtisolation gegen Erde bestimmt werden. Bei Verwendung von Isolationsmeßgeräten mit Gleichstrom-Kurbelinduktor ist darauf zu achten, daß die Induktorspannung ebenso hoch ist wie die Wechselnetzspannung, weil die Wechselspannung durch den Isolationsmeßkreis einen Wechselstrom schickt, der zwar keinen Ausschlag am Drehspulinstrument erzeugt, aber doch dessen Stromwege erwärmt. Eine Isolationsmessung zweier Leiter gegeneinander oder eines Leiters gegen Erde ist während des Betriebes nicht möglich, auch darf kein Punkt der Anlage während der Isolationsmessung künstlich geerdet sein.

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 Strom verbrauchende Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise sollen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die tunlichst nahe der Mitte zu wählen ist.

Beleuchtungskörper, Sicherungen und Schalter enthalten besonders oft schlecht isolierte Stellen<sup>1</sup>. Über die Frage der mehr oder weniger weitgehenden Unterteilung einer Anlage bei der Messung des Isolationszustandes siehe auch ETZ 1920, S. 213.

Stellt man bei der Isolationsprüfung einen Fehler fest, so muß man die Anlage durch Herausnehmen von Sicherungen, Schaltern usw. in verschiedene Teile auflösen, um allmählich den Fehler zu finden<sup>2</sup>. In Stromkreisen, in die Zähler eingebaut sind, kann man einen erheblichen Erd- oder Kurzschluß auch durch Beobachtung derselben feststellen. Sind alle Stromverbraucher abgeschaltet, so darf die Scheibe des Zählers sich nicht weiter drehen.

Für die Untersuchung von Anlagen auf Isolation sind besonders Taschen-Isolationsmesser empfehlenswert. Auch gibt es eine ganze Reihe verschiedener Leitungsprüfer, bei denen durch sichtbare oder hörbare Zeichen oder durch beides das Vorhandensein von Isolationsfehlern bequem festgestellt werden kann.

Um den Isolationszustand von Wechselstromanlagen dauernd zu überwachen, begnügt man sich vielfach bei hinreichend kleiner Kapazität der Anlage mit der Einschaltung mehrerer Weicheisen-Voltmeter als Erdschlußanzeiger, die bei Niederspannung direkt, bei Hochspannung unter Zwischenschaltung von Spannungwandlern zwischen die Leiter und Erde gelegt werden. Bei guter Isolation zeigen die Instrumente bei Einphasen-

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe Erläuterungen von Weber-Jauby, S. 23.

<sup>2</sup> Weiteres darüber siehe auch ETZ 1920, S. 213 und 1926, S. 1388.

strom die halbe Netzspannung, bei Drehstrom die Phasenspannungen an. Bei Erdschluß einer Leitung zeigt der betreffende Spannungsmesser weniger, eventuell Null.

Die Messung des Isolationszustandes von Maschinen und Transformatoren ist hier nicht gefordert, weil sie schon für sich nach besonderer Bestimmung auf Isolation geprüft werden. Angaben darüber sind für die Maschinen in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen REM“ (ETZ 1928, S. 591 und 630; 1929, S. 829, 951 und 1135), und zwar in den §§ 48 bis 52 enthalten.

Die Isolationsmessungen an Akkumulatorenbatterien sind nicht einfach durchführbar. Näheres darüber siehe Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 142. Man legt zuerst den einen und darauf den anderen Pol der Batterie durch einen Strommesser von möglichst kleinem Widerstand an Erde. Die gemessenen Stromstärken seien  $J_1$  und  $J_2$ . Ist  $E$  die Klemmspannung der Batterie, so ist der Widerstand  $R = \frac{E}{J_1 + J_2}$ . Unter Verwendung einer Hilfsbatterie kann man bessere Ergebnisse erzielen. Näheres darüber siehe unter der angegebenen Stelle des Kalenders für Elektrotechniker oder ETZ 1899, S. 360.

Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber müssen sowohl insgesamt wie auch in allen ihren einzelnen Teilen eine angemessene Spannungsfestigkeit haben. Der elektrische Sicherheitsgrad braucht nicht für alle Einzelteile der gleiche zu sein.

Als Grundlage für die Feststellung der angemessenen Spannungsfestigkeit sind vom VDE besondere „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber LSG“ aufgestellt worden, die ETZ 1931, S. 427 abgedruckt sind und vom 1. Januar 1932 ab gelten. Sie waren anfangs als „Vorschriften“ entworfen<sup>1</sup>; die Beratungen haben aber dazu geführt, die Form der Leitsätze zu wählen. Bei der letzten Bearbeitung wurde es auch als bedenklich erachtet, den Sicherheitsgrad der Freileitungen den der Stationen ohne weiteres gleichzusetzen. Mit Rücksicht auf die Gewitterüberspannungen sind gerade Abstufungen empfohlen worden. Da aber solche Vorschläge nicht einheitlich, sondern z. T. in entgegengesetzten Richtungen gemacht wurden, schien es bedenklich, vor Klärung dieser Fragen eine bestimmte Festlegung für Freileitungen zu treffen. Sie würde die Entwicklung eingeengt und die Klärung der Verhältnisse auf dem Wege der Erfahrung verhindert haben. Außerdem schien es aus wirtschaftlichen Gründen billig, vor endgültiger Klärung der besten technischen Lösung vorläufig noch einen größeren Spielraum zu lassen. Mit Rücksicht auf die Schaltüberspannungen wurde jedoch eine unterste Grenze angegeben. Die wichtigsten Bestimmungen aus diesen Leitätzen sind im „Wegweiser“, 2. Aufl., S. 233 bis 237 enthalten.

<sup>1</sup> ETZ 1930, S. 1180.

## Mehrleiteranlagen.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Dem Nullleiter von Mehrleiteranlagen ist im Betriebe dauernd besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Er muß ab und zu auf seiner Länge verfolgt werden, um feststellen zu können, ob schädliche Einflüsse etwa zu seiner Beschädigung oder Zerstörung geführt haben können.

Bezüglich der Nullleiter von Gleichstromanlagen hat der VDE besondere „Leitsätze betr. Anfreßungsgefährdung des blanken Nullleiters von Gleichstrom-Dreileiteranlagen“ aufgestellt, die seit dem 1. Oktober 1923 gelten und ETZ 1923, S. 345 und 953 abgedruckt sind. Der Inhalt dieser Leitsätze soll weiter unten wiedergegeben werden, da er für den Betrieb von Anlagen von großer Bedeutung ist.

Der Mittelleiter ist elektrolytisch dadurch gefährdet, daß bei Isolationsfehlern an einem der Außenleiter Ströme durch die Erde übergehen. Das kann zu Anfreßungen führen, deren Stärke von der austretenden Strommenge abhängt. Während die Überwachung eines isolierten Nullleiters durchführbar ist, macht die eines blanken erhebliche Schwierigkeiten. Es können aber auch rein chemische Gefährdungen des blanken Nullleiters eintreten sowie elektrolytische Zerstörungen durch Fremdströme. Eine eingehende Darstellung der sehr verwickelten Verhältnisse findet man ETZ 1923, S. 329 und 770, wo das Ergebnis einer Rundfrage der Kommission für Erdstrom des VDE von Dr. C. Michalke veröffentlicht ist.

Nachstehend seien nun die Leitsätze betreffend Anfreßungsgefährdung des VDE wiedergegeben:

Gefährdet ist der blank in die Erde gelegte Nullleiter durch unmittelbaren chemischen Angriff, durch Elementebildung, durch Eigen- und durch Fremdströme.

Angriffsfähige Boden sind insbesondere Schluff, Kohlenaschen, durchfeuchter Boden in der Nähe undichter Aborte, Sulfate, Altkalke, frischer Zement, Moorboden. Angriffsfähig kann der Boden werden, wenn aus Abdecksteinen, die wasserlösliche Bestandteile enthalten, diese ausgelaugt werden. Gefährdete Stellen sind ferner Einführungen durch feuchte Mauern und bei vorhandenen Gleichstrombahnen mit Stromrückleitung durch die Schienen eine große Annäherung an die Gleise im Anfreßungsgebiete.

Am widerstandsfähigsten haben sich verzinnte Kupferleiter erwiesen. In angriffsfähigem Boden kann, wenn nicht Elektrolyse durch austretende Ströme stattfindet und der Boden nicht kalkhaltig oder moorig ist, Verbleiben des Kupferleiters Vorteile bringen.

Reine Metalle sind legierten vorzuziehen. Schon geringe Beimengungen fremder Metalle von wenigen Prozenten haben sich als schädlich erwiesen.

Aluminiumdrähte, Zinkdrähte, Eisendrähte, auch verbleit, haben sich nicht so bewährt wie reine Kupferdrähte.

Dünne Drähte unterliegen der Anfreßungsgefahr durch die Elektrolyse austretender Ströme in stärkerem Maße als dicke Drähte. Der Gesamtquerschnitt soll daher möglichst nicht unter  $16 \text{ mm}^2$  gewählt werden. Seile mit dünnen Einzelleitern sind mehr gefährdet als solche aus starken Drähten.

Zu vermeiden ist die gleichzeitige Verwendung verschiedenartiger Drähte, wie Eisen- und Kupferdrähte.

Sind verschiedenartige Drähte nicht zu umgehen, so sollen sie nicht in großer Nähe verlegt werden.

Ebenso wie Kabel sind die blanken Nulleiter vorteilhaft in reinen Sand zu betten. Durch allseitiges Abdecken wird das Eindringen gefährdender Streuströme vermindert.

An besonders gefährlichen Stellen ist Isolierung des Nulleiters zu empfehlen, falls nicht Kabel vorgezogen werden.

Isolierschichten auf dem Nulleiter müssen dauerhaft sein. Sie müssen das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern, fest gegen chemische Angriffe der Bodenfeuchtigkeit und gegen zufällige mechanische Verletzungen sein. Handelt es sich um kurze Strecken, so genügt Einbetten des blanken Leiters in Asphaltteer, wenn durch einen Träger, wie Juteumhüllung, für dauerndeshaften gesorgt ist.

Lötstellen sind auf einer Strecke von mindestens 30 cm zu isolieren, wenn verschiedenartige Metalle verbunden sind.

Loose Berührung des Nulleiters mit den Außenleiterkabeln sowie bei Vorhandensein einer elektrischen Bahn auch lose Berührung mit Gas- und Wasserleitungen ist zu vermeiden.

Durch Verbindung des blanken Nulleiters mit den Bleimänteln der Außenleiterkabel kann ein gefährdender Stromausgleich zwischen Nulleiter und Kabelbewehrung durch den Erdboden als Elektrolyten (bei Kabel Fehlern) vermieden werden, dafür wird die Gefährdung des Bleimantels verstärkt.

Die Belastung zwischen dem Nulleiter und den Außenleitern soll gut ausgeglichen sein, um dauernd in gleicher Richtung fließende Ströme im Nulleiter zu vermeiden.

Zweileiterabzweige von dem Nulleiter und einem Außenleiter sollen dort, wo der Nulleiter aus dem Erdboden heraustritt, isoliert sein. Werden solche Zweileiterabzweige im Erdboden weitergeführt, so ist der blanke Nulleiter durch austretende Ströme gefährdet, wenn der Spannungsverlust in der blanken Leitung etwa mehr als 2 V beträgt.

Fremdströme, die bei ihrem Austritt aus dem Nulleiter diesen anfreßen können, können von Fehlern der Außenleiter herrühren, wobei insbesondere Fehler des negativen Leiters oder von Streuströmen elektrischer Bahnen gefährdend wirken.

Falls der Nulleiter nicht mit den Bleimänteln der Außenleiter elektrisch leitend verbunden ist, ist von diesen ein Abstand von mindestens 10 cm zu halten.

Bei Verbindung des Nulleiters mit den Bleimänteln der Außenleiter sind die Bleimäntel an den Muffen und Kabelkasten fortlaufend leitend zu verbinden. Die Bleimäntel sind gegen etwa auftretende Kurzschlußströme zu sichern.

Der geringste Abstand des Nulleiters von stromführenden Gleisen soll 1 m sein. Bei Kreuzungen mit den Gleisen ist der Nulleiter zweckmäßig zu isolieren oder durch Isolierschichten, Abdeckungen zu trennen.

Erdungen des Nulleiters sind zweckmäßig nur im Anfreßungsgebiet, nicht im Einzugsgebiet vorzunehmen. Gegen Schäden durch Streuströme schützen solche Erdungen nur, wenn durch sie die Spannungen zwischen Gleisen und Nulleiter wesentlich herabgedrückt werden.

Abfugen eingedrungener Fremdströme durch Zinkplatten oder besondere Sauggeneratoren ist in den meisten Fällen unwirtschaftlich.

Unmittelbares Verbinden des Nulleiters mit den Gleisen oder dem negativen Pol des Generators vermehrt die Stärke des Fremdstromes im Nulleiter, wodurch anderweitige Gefährdungen entstehen können. Das Eindringen von Fremdströmen in den Nulleiter wird verstärkt, wenn er an verschiedenen Stellen mit den Gleisen verbunden wird. Die Spannungsschwankungen in den Gleisen können so in unzulässiger Weise auf das Lichtnetz übertragen werden.

Zur Begegnung der dem Nulleiter drohenden Anfreßungsgefährdung ist es notwendig, ihn regelmäßig zu überwachen. Um dies zu ermöglichen, ist in § 3<sup>7</sup> der Errichtungsvorschriften empfohlen, daß man den Nulleiter in seinem ganzen Verlauf fabrikmäßig kennzeichnen soll. Für die Durchführung der Überwachung hat der VDE am Schluß seiner „Leitfätze“ folgende Maßnahmen zusammengestellt.

Starke Schäden äußern sich in Spannungsänderungen im Netz. Durch Messungen der Leitfähigkeit können unter Umständen beginnende Zerstörungen des Nulleiters entdeckt werden.

Bei Aufgrabungen ist der Nulleiter insbesondere an gefährdeten Stellen zu besichtigen.

Zwischen Nulleiter einerseits und Kabelbewehrung oder stromführenden Gleisen andererseits sind die Spannungen zu messen unter Berücksichtigung der Richtung.

Bei Spannungen etwa über 1 V zwischen Gleis und Nulleiter sind Stromdichten zu messen.

Bei Kabelfehlern, insbesondere Fehlern des negativen Leiters, ist der benachbarte Nulleiter zu untersuchen.

Der von der Erzeugungstelle ausgehende Nulleiterstrom ist zeitweise nach Betriebschluß zu messen, um zu erkennen, ob sich ein schädlicher Dauerstrom gleicher Richtung, etwa infolge Kabelfehlers, zeigt. Gleiche

Messungen sind bei geerdetem Nullleiter in der Erdzuleitung zeitweise vorzunehmen.

Der VDE hat in seinen „Normen für umhüllte Leitungen in Starkstromanlagen“ ein besonderes Material für im Erdboden verlegte Nullleiter geschaffen, das für solche Fälle geeignet ist, in denen Schutz gegen chemische Einwirkungen erforderlich ist. Diese Nullleiter für Erdverlegung werden in Querschnitten bis 500 mm<sup>2</sup> hergestellt. Für den Leiter wird Kupfer verwendet, und es werden zwei Sorten geliefert, die einen mit der Bezeichnung NE, bei der der Leiter mit zäher Asphaltmasse überzogen und darüber mit mindestens vier Lagen gut vorgetränktem Papier und einer Lage asphaltierter Jute bewickelt ist. Bei der anderen Sorte, die die Bezeichnung NBE trägt, wird der Leiter zunächst mit einem Bleimantel versehen und bekommt dann eine Umhüllung wie bei der Bauart NE.

Wie schon vorstehend ausgeführt, ist es im Interesse der Vermeidung der Anreißungsgefährdung des blanken Nullleiters wichtig, die Belastung der beiden Zweige eines Dreileiter Systems möglichst gut auszugleichen. Dieser Ausgleich ist aber nicht nur aus diesem Grunde zweckmäßig, sondern auch zur Verminderung von Spannungsschwankungen. Der Nullleiter wird gewöhnlich mit geringerem Querschnitt ausgeführt, so daß bei erheblichen Ausgleichströmen in diesem starke Spannungsabfälle entstehen. Der geringere Querschnitt des Nullleiters ist aber gewählt unter der im allgemeinen berechtigten Annahme, daß die Unterschiede in der Belastung der beiden Dreileiterhälften nicht übermäßig groß werden. Es muß also im Betriebe auch dafür gesorgt werden, daß diese Voraussetzung erfüllt bleibt.

Für Fünfleiteranlagen, die in manchen industriellen Anlagen, in denen starke Veränderung der Drehzahl von Motoren erwünscht wird (Textilindustrie, Papierindustrie usw.), benutzt werden, gilt natürlich das vorstehend für Dreileiteranlagen Gesagte sinngemäß.

#### Akkumulatoren.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten. Ferner sei auf die Bestimmungen der §§ 4 und 8 der VES1 und auf § 8 der VES2 hingewiesen.

Während nach den alten Errichtungsvorschriften die Akkumulatorenräume als „abgeschlossene elektrische Betriebsräume“ gelten, rechnen sie jetzt zu den „elektrischen Betriebsräumen“.

Bei der Bedienung von Akkumulatoren ist darauf zu achten, daß keine Explosion infolge Entzündung des Knallgases eintritt, daß die Bedienungsgänge, Konstruktions- und Gebäudeteile gegen die zerstörende Einwirkung der Säuren tunlichst geschützt werden, und das

Personal vor gesundheitsschädlichen Einflüssen der Bleisalze und der Säuren bewahrt wird. Die Explosionsgefahr ist erfahrungsgemäß gering, da die gefährlichen Gase nur während des letzten Teiles der Ladung gebildet werden und durch die vorgeschriebene Lüftung leicht entfernt werden können. Dem Einfluß der Säuren unterliegt besonders der Fußboden, der zweckmäßig aus Eisenklinkern oder säurefesten Fliesen hergestellt wird. Wände, Decken sowie Konstruktionsteile sind am besten durch säurebeständigen Anstrich geschützt, der von Zeit zu Zeit zu erneuern ist.

Der Batterieraum muß sehr sauber gehalten werden. Insbesondere ist etwa verschüttete Säure sofort zu entfernen. Zum Auffaugen von Säure, die auf den Fußboden geraten ist, verwendet man zweckmäßig Sägemehl, das alsbald wieder zu entfernen ist.

Zur guten Erhaltung der Holzkästen, Gestelle, Laufbühnen ist es nötig, sie öfter mit doppelt gekochtem Leinöl zu streichen oder abzureiben, damit das Holz dem Angriff der Säure und dem Säurenebel besser widerstehen kann, was insbesondere für warme Räume unbedingt zu beachten ist. Bei Mangel an Leinöl darf Maschinenöl genommen werden.

Sind bei Holzkästen die Abtropfkanten durch Unvorsichtigkeit an die Kastenwand angedrückt worden, so kann die Säure nicht mehr abtropfen, sondern wird am Kasten herunterlaufen. Bei längerer Dauer dieses Zustandes würde unbedingt eine Schädigung des Holzkastens die Folge sein, weshalb stets darauf zu achten ist, daß die Abtropfkanten abgebogen sind; auch empfiehlt es sich, sie öfter mit einem öligen oder fettigen Lappen abzureiben.

Holzgestelle, Glasgefäße, Zellen- und Gestellisolatoren sind von Zeit zu Zeit, soweit es möglich ist, trocken abzureiben.

Hartgummikästen sollen in größeren Zeitabständen leicht mit Maschinenöl abgerieben werden, und auch Steinzeugkästen erfordern eine häufigere Behandlung mit Öl.

Leitungen aus Kupfer oder anderen Metallen in Batterieräumen, gleichgültig ob mit Anstrich versehen oder blank, schützt man gegen den Einfluß der Säure am wirksamsten dadurch, daß man sie von Anfang an mit dickem Öl oder Vaseline abreibt. Diese Schutzmaßnahme ist später von Zeit zu Zeit zu wiederholen, jedenfalls so rechtzeitig, daß lästige Oxidbildungen an den Leitungen nicht erst eintreten. Auch bei gestrichenen Leitungen ist es empfehlenswert, das unterste Stück, etwa 10 cm hoch über dem Polschuh, blank zu lassen und mit Öl einzureiben.

Das gleiche bezüglich des Anstriches und Überzuges gilt für Eisen träger, Isolatorenstützen und sonstige Metallteile im Raume.

Bei Arbeiten an den Leitungen, Trägern usw. müssen die Zellen gut abgedeckt sein, damit nichts hineinfällt.

Die Säuretemperatur darf in Zellen, die zur Plattentrennung mit Holzplättchen ausgerüstet sind, nicht über 40° C steigen. Es darf deshalb nach Beginn der Gasentwicklung nicht mit zu hohem Strom geladen werden. Auch übermäßig lange Ladungen sind zu vermeiden.

Wenn sich die Polfschrauben warm anfühlen, sind sie nachzuziehen. Fremdkörper irgendwelcher Art dürfen nicht in die Zellen gelangen. Werkzeuge dürfen nicht auf diese gelegt werden.

Die Schraubenverbindungen zwischen den einzelnen Zellen und die Schraubstellen der Leitungsanschlüsse müssen stets sauber sein. Zeigt sich an den Schraubstellen im Laufe der Zeit eine Oxidbildung, so sind sie zu lösen und nach gründlicher Reinigung gut eingefettet wieder zu befestigen.

Eine ausreichende Lüftung des Akkumulatorenraumes ist unerlässlich. Neben dauernder Lüftererneuerung ist besonders am Ende der Ladung, wenn in den Zellen kräftige Gasentwicklung stattfindet, für genügenden Abzug der Säurenebel zu sorgen.

Die Anwendung des natürlichen Zugs durch Öffnen der Fenster und Türen ist meistens ausreichend, vorausgesetzt, daß die Akkumulatorenräume reichlich mit Fenstern ausgestattet sind. Ist eine genügende Lüftung durch solche Mittel allein nicht zu erzielen, so kann man unter Umständen durch Luftschächte oder auch durch mehrere Tonröhren von 20 bis 25 cm Durchmesser, die über Dach bis zur Windhöhe zu führen sind, die für Lüftererneuerung erforderliche Saugwirkung erreichen, wenn an der entgegengesetzten Seite des Raumes durch eine passende Öffnung frische Luft von außen eintreten kann.

Staub, Straßenschmutz, schädliche Dämpfe von mit Spiritushaltigen Brennstoffen betriebenen Motoren, von Eismaschinen, Düngergruben, Pferdeställen, Brennereien, Essigfabriken, chemischen Fabriken usw. sind fernzuhalten.

Bezüglich der Feststellung des Isolationszustandes von Akkumulatoren sei auf das S. 50 Gesagte verwiesen.

Nach § 8 der Errichtungsvorschriften VES1 müssen bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde die Akkumulatorenbatterien mit einem isolierenden Bedienungsgange umgeben sein; dieser muß naturgemäß dauernd in ordnungsmäßigem Zustande erhalten werden, da gerade durch die Einwirkung der Säuren usw. die Isolierung leicht Schaden leiden kann.

### Elektrowerkzeuge, Hand- und Hausgeräte.

Die Elektrowerkzeuge, Hand- und Hausgeräte sind meistens einer sehr rauen Behandlung ausgesetzt. Dazu kommt noch, daß die Gefahr des Herunterfallens eine große ist. Die Abnutzung der Zuleitungen ist ferner sehr beträchtlich, wodurch einerseits Betriebsstörungen, andererseits Gefahren entstehen können. Daraus geht hervor, daß diese Geräte und ihre Zuleitungen besonders gut instandgehalten werden müssen.

Über die genannten Geräte besteht eine große Zahl von Arbeiten des VDE, deren Inhalt hier, auch nur auszugsweise, wiederzugeben, zuviel Platz in Anspruch nehmen würde. Es sollen daher nachstehend nur die Titel und die entsprechenden Literaturstellen aufgeführt werden:



- Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde VEWz/1932. Gültig ab 1. Januar 1932. ETZ 1930, S. 1693; 1931, S. 581 u. 677.
- Regeln für die Bewertung und Prüfung von Schleif- und Poliermaschinen. Gültig ab 1. Juli 1927. ETZ 1926, S. 569 u. 862; 1929, S. 398, 793 u. 1135.
- Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren VGKM/1933. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1930, S. 220; 1931, S. 617 u. 677.
- Vorschriften für elektromedizinische Nebenschlußgeräte zur Galvanisation, Faradisation, Sinusstrombehandlung, Glühkathode und Endoskopie VEMed/1933. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1930, S. 152; 1931, S. 615 u. 677.
- Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heißgeräten. Gültig ab 1. Juli 1928. ETZ 1928, S. 591, 875 u. 1623; 1929, S. 658, 949 u. 1136; 1930, S. 520.
- Vorschriften für 2-polige Gerätesteckboxen 10 A 250 V mit Schutzkontakt. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1931, S. 331 u. 648.
- Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1930, S. 1214 u. 1601; 1931, S. 555 u. 677.
- Vorschriften für Geräteschalter. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1930, S. 1116; 1931, S. 587 u. 677.
- Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde. VWG/1933. Gültig ab 1. Januar 1933. ETZ 1930, S. 101; 1931, S. 518 u. 677.
- Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen (Stehleuchter). Gültig ab 1. Juli 1926. ETZ 1925, S. 1322 u. 1526; 1929, S. 400 u. 1136.
- Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen. Gültig ab 1. Dezember 1928. ETZ 1925, S. 864, 1323 u. 1526; 1928, S. 1726.

Weiter sei noch auf die in Kürze erscheinenden Leitfäden für Handleuchter aus Weichgummi, auf die in § 15 der VES1 behandelten ortsveränderlichen Geräte sowie auf die durch § 18 der VES1 erlassenen ausführlichen Bestimmungen über die Handleuchter, Maschinenleuchter und Werktischleuchter hingewiesen. Über die beiden letztgenannten Bestimmungen befinden sich nähere Angaben im „Wegweiser für die vorchriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, Verlag von Julius Springer.

### Maschinen.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Es ist von besonderer Bedeutung, daß die im Betriebe befindlichen Maschinen ständig sauber gehalten werden, damit keine Überbrückung der Isolationen eintreten kann. Besonders die Wicklungen sind von Staub reinzuhalten. Auf sie soll auch kein Öl kommen, weil dadurch die Isolation leiden kann. Das Reinigen der Maschinen kann entweder mit einer Luftpistole, einem Blasebalg oder einer Druckluftanlage ausgeführt werden. Die zur Reinigung verwendeten Einrichtungen sollen keine Metallmundstücke besitzen, weil dadurch leicht die Isolation verlegt werden könnte.

Im Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft des VDE ist ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Motoren öfter gereinigt werden sollen, und daß von ihnen vor Inbetriebsetzung Stroh, Heu, Häcksel, Staub usw. entfernt werden soll. Nach § 6 der Errichtungsvorschriften VES1 und VES2 des VDE sind elektrische Maschinen so aufzustellen, daß etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündungen von brennbaren Stoffen in der Umgebung hervorrufen können. Daraus geht also hervor, daß im Betriebe immer dafür gesorgt werden muß, daß brennbare Stoffe nicht nachträglich in solche Nähe der Maschinen gebracht werden, daß sie entzündet werden können. Das ist besonders wichtig für feuergefährdete Betriebstätten und Lagerräume.

Die Bayerische Versicherungskammer hat in ihrem „Merkblatt für die Errichtung und Behandlung elektrischer Anlagen in der Landwirtschaft“ folgende Anmerkung gemacht:

Bei der Aufstellung von Motoren innerhalb von Räumen mit leichtentzündlichem Inhalt (Heu, Stroh und dergleichen) wird nur dann von einer Beitragserhöhung abgesehen, wenn folgende drei Bedingungen (a, b, c) erfüllt sind:

a) Es müssen verwendet sein:

entweder 1. geschlossene Motoren im Sinne des § 19 Abs. III der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen“ (REM 1930),

oder 2. solche Sonderbauarten von Motoren, bei welchen wenigstens alle blanken, ständig oder zeitweise spannungsführenden Teile derart gekapselt sind, daß diese Schutzkapselungen (außer bei einer vollständigen Zerlegung der Motoren, z. B. durch Abnahme eines Lagerschildes usw.) nicht ganz oder teilweise entfernt, abgeschraubt oder ausgehängt, sondern nur durch drehbare oder schiebbare, beim Betrieb geschlossen zu haltende Klappen, Türen oder dergleichen geöffnet werden können,

oder 3. Drehstrom-Kurzschlussanker-Motoren (ohne Schleifringe, Bürsten und andere funkenbildende Teile) mit geschlossenen Anschlußklemmen.

b) Motoren aller Bauarten müssen so aufgestellt sein, daß etwa auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können; ferner müssen die isolierten, ständig oder zeitweise spannungsführenden Teile der Motoren durch besondere Vorkehrungen (Schutzgitter oder dergleichen) gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden, soweit dieser Schutz nicht schon durch die Bauart der Maschinen selbst erzielt wird.

c) Die Motor-Zubehörteile (Schalter, Anlasser und in Ausnahmefällen auch Sicherungen) müssen innerhalb von Stäbeln, Scheunen usw. in besonderen, an Umfassungen, Decken und Türen aus feuerhemmenden Stoffen hergestellten verschließbaren Nischen oder Kammern verwahrt sein oder

das Zubehör muß vollständig gußeisengekapselt und an einer stets von leichtentzündlichen Stoffen freibleibenden Stelle auf feuerbeständiger, schlecht wärmeleitender Unterlage (Mauerwerk oder dergleichen) angebracht sein.

An Stelle von gußeisengekapseltem Zubehör ist auch isoliertgekapseltes Zubehör zulässig, wenn die Abdeckungen aus feuerfestem Isolierstoff mit ausreichender mechanischer Festigkeit bestehen.

Nach den Errichtungsvorschriften sind behelfsmäßige Verschläge möglichst zu vermeiden.

In Fabriken, in denen beim Betrieb Staub oder Späne entstehen, sowie in der Landwirtschaft hat sich vielfach der Mißbrauch herausgebildet, nachträglich Schutzkästen aus Holz oder Blech über die Motoren zu setzen. Das ist aber nicht zu empfehlen, da man nicht die Sicherheit hat, daß der Motor dafür gebaut ist, in einem solchen Kasten zu arbeiten. Wenn das nämlich nicht der Fall ist, wird der Motor viel zu warm, weil ja die Wärmeabfuhr behindert ist. Richtiger ist, die Motoren von vornherein in einer, den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Schutzart ausführen zu lassen.

Die Bayerische Versicherungskammer hat für Räume mit leicht entzündlichem Inhalt folgende Bestimmungen aufgestellt:

Die Wände, Decken, Böden und Türen der feuersicheren Kammern müssen aus feuerbeständigen oder mindestens feuerhemmenden Baustoffen bestehen. Als feuerhemmend gelten bei derartigen Kammern z. B.:

Wände aus ausgemauertem Fachwerk,  
 Kalkzement- und -Wände,  
 Zement- und Gipsböden,  
 Weißputz,  
 Hartholz mit Eisenblechauskleidung,  
 Zementestrich auf Holzunterlage,  
 Eisenblech mit glutfester Auskleidung.

Die feuersicheren Kammern müssen mindestens den 15-fachen Inhalt des Raumes haben, der den Motor in den drei Raumrichtungen äußerlich umgrenzt. Ist z. B. ein 3 PS-Schleifringmotor 0,5 m lang, 0,3 m breit und 0,37 m hoch, so berechnet sich der erforderliche Raum auf mindestens  $15 \times 0,5 \times 0,3 \times 0,37 = 0,83$  cbm. Die Kammer muß also mindestens etwa  $1,0 \times 1,0 \times 0,83$  m groß sein.

Abhebbare oder sonstige nicht ortsfeste Schutz-„Kästen“ (auch mit unverbrennlicher Verkleidung) gelten nicht als Kammern im Sinne des Vorstehenden. Sie haben in jedem Falle eine Erhöhung der Brandversicherungsbeträge zur Folge.

Für schlagwettergeschützte Maschinen gelten besondere Bestimmungen des VDE, die ETZ 1928, S. 1378 und 1417; 1929, S. 512, 873 und 1135 abgedruckt sind. Nach § 6 derselben sind im Betriebe Maßnahmen

gegen zufällige Beschädigung und Verschmutzung der Plattenstuhlkapselung zu treffen. Sie muß also von Zeit zu Zeit gesäubert werden.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes deutscher Berufsgenossenschaften IV, § 2 müssen Räume für Kraftmaschinen gut beleuchtet, wirksam entlüftet und, wenn die Maschinen darin einer dauernden Wartung bedürfen, in kalter Jahreszeit erwärmt sein.

Der Aufstellungsraum von Maschinen muß nicht nur mit Rücksicht auf die Bedienung derselben, sondern auch mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Isolierung gegen zu starken und häufigen Temperaturwechsel geschützt sein; die Temperatur solcher Räume soll im allgemeinen nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$  sinken und nicht über  $35^{\circ}\text{C}$  steigen. Für letzteren Wert sind die Vorschriften für elektrische Maschinen des VDE aufgestellt, und dementsprechend werden alle Maschinen für diesen Höchstwert der Raumtemperatur bemessen. Wird der Wert von  $35^{\circ}\text{C}$  überschritten, so ergibt sich eine geringere Ausnutzungsfähigkeit der Maschinen, worüber später noch genauere Angaben gemacht werden. Bei zu starkem Temperaturwechsel tritt leicht ein Beschlagen von Wälzungen und Metallteilen mit Wasser ein, wodurch die Isolierung der Maschine leidet.

Der Aufstellungsort von Maschinen soll trocken sein, da etwaige Feuchtigkeit die Isolierung verschlechtert. Ist eine Maschine feucht geworden, was besonders dann eintreten kann, wenn sie längere Zeit außer Betrieb war, dann muß sie getrocknet werden. Das kann entweder dadurch geschehen, daß die Maschine von außen her erwärmt wird, z. B. in einem Trockenofen, oder daß Strom zur Trocknung durch sie hindurchgeschickt wird. Dadurch wird die Trocknung von innen heraus erreicht. Man kann auch den Strom zum Trocknen der Maschine durch diese selbst erzeugen lassen, indem man sie kurz geschlossen laufen läßt und so erregt, daß die geeignete Stromstärke zustande kommt. Bei Hochspannungsmaschinen muß man hierbei aber darauf achten, daß auch in einer kurz geschlossenen Maschine schon beträchtliche Spannungen auftreten können. Es sind dann also besondere Vorsichtsmaßnahmen notwendig.

Bei bewegter Luft wird das Trocknen erleichtert, weswegen es zweckmäßig ist, dies bei rotierender Maschine zu machen. Bei zu starker Lüftung wird natürlich die Erwärmung nicht genügend sein. Andererseits darf bei der Trocknung die Erwärmung nicht zu weit getrieben werden. Zu diesem Zwecke muß man sich unter Umständen durch Temperaturmessungen von der Einhaltung der richtigen Erwärmung überzeugen. Über die Temperaturen, die die Isolierstoffe noch aushalten, gibt die weiter unten wiedergegebene Tabelle Aufschluß.

Die Isolierung einer neuen Maschine wird in der ersten Betriebszeit zunächst im allgemeinen etwas besser werden, da sie durch den Gebrauch gut austrocknet. Später wird aber der Isolationswert wieder fallen, ohne daß man daraus schließen kann, daß der Isolierstoff gelitten hätte. Der Grund ist darin zu suchen, daß sich allmählich Staub ansetzt, und so Brücken

für Stromübergänge gebildet werden. Man hält es deswegen auch für bedenklich, Prüfungen von Maschinen mit gesteigerter Spannung, wie sie für neue Maschinen vom VDE vorgeschrieben sind, nach längerem Betriebe zu wiederholen. Man prüft daher die schon im Betriebe befindlichen Maschinen zweckmäßig nur mit der normalen Spannung, und zwar Wicklung gegen Körper. Dann hat jede einzelne Isolierung die volle Spannung auszuhalten, während sie im normalen Betriebe im allgemeinen nur der halben Spannung ausgesetzt ist, da ja gewöhnlich zwei Isolierungen hintereinander liegen. Auf diese Weise kann man schleichende Fehler leicht herausfinden, ohne die Isolierung einer gefährlichen Überanspruchung auszusetzen.

Eine zeitweilige Messung des Isolationswertes einer Maschine hat insofern eine Bedeutung, als derartige Zahlen einen ungefähren Anhalt über den Zustand derselben geben können, so daß das Entstehen größerer Fehler rechtzeitig erkannt werden kann.

Nach Beschluß der Kommission für Maschinen und Transformatoren des VDE sollen die von ihr aufgestellten Prüfvorschriften auf alte Maschinen, die repariert worden sind, nicht angewendet werden.

Wenn Maschinen für hohe Spannung isoliert aufgestellt sind, so sollten sie von einem isolierten Bedienungsgange umgeben sein. Die Isolierung des letzteren muß natürlich dauernd überwacht und in Ordnung gehalten werden, da hier die Gefahr des Verschmutzens groß ist.

### Transformatoren.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

In feuergefährdeten Betriebstätten und Lagerräumen muß gemäß § 34 der VES1 die Umgebung von Transformatoren von entzündlichen Stoffen freigehalten werden.

Vor Berührung der Kästen (Kessel) von Öltransformatoren ist es unbedingt notwendig, sich davon zu überzeugen, ob die Erdung noch in ordnungsmäßigem Zustande ist und einen wirklichen Schutz bietet. Das Herausnehmen von Öltransformatoren aus dem Kessel muß mit besonderer Vorsicht ausgeführt werden. Empfehlenswert ist es, dies durch einen Spezialisten machen zu lassen.

Transformatorenkammern müssen gut gelüftet werden. Angaben über die dafür notwendige Luftmenge sind im „Wegweiser für die vorchriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“<sup>1</sup>, zweite Auflage, S. 64 enthalten.

<sup>1</sup> Berlin: Julius Springer.

Wenn die natürliche Lüftung eines Transformators durch Aufstellung in einem zu engen Raume, oder durch einen nachträglich angebrachten Schutzkasten gehindert wird, so kann der Transformator dauernd nur eine geringere Leistung oder seine Nennleistung nur kurzzeitig abgeben.

Es dürfen also solche Schutzkästen nur dann verwendet werden, wenn die dadurch bedingte geringere Wärmeabfuhr beim Bau des Transformators berücksichtigt worden ist. Richtiger ist es, die Transformatoren von vornherein in einer den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Schutzart auszuführen zu lassen, wozu eine genügende Anzahl verschiedener Ausführungsformen in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren RET“ vorgesehen ist.

Eine zeitweilige Messung des Isolationswertes eines Transformators hat insofern eine Bedeutung, als derartige Zahlen einen ungefähren Anhalt über den Zustand derselben geben können, so daß das Entstehen größter Fehler rechtzeitig erkannt werden kann.

Die Isolierung eines Trockentransformators wird in der ersten Betriebszeit zunächst im allgemeinen etwas besser werden, da er durch den Gebrauch gut austrocknet. Später wird aber der Isolationswert wieder fallen, ohne daß man daraus schließen kann, daß der Isolierstoff gelitten hätte. Der Grund ist darin zu suchen, daß sich allmählich Staub ansetzt, und so Brücken für Stromübergänge gebildet werden. Man hält es deswegen auch für bedenklich, Prüfungen solcher gebrauchter Transformatoren mit gesteigerter Spannung, wie sie für neue vom VDE vorgeschrieben sind, nach längerem Betriebe zu wiederholen. Man prüft daher schon im Betriebe befindliche Transformatoren zweckmäßig nur mit der normalen Spannung, und zwar Wicklung gegen Körper. Dann hat immer noch jede einzelne Isolierung die volle Spannung auszuhalten, während sie im normalen Betriebe im allgemeinen nur der halben Spannung ausgesetzt ist, da ja gewöhnlich zwei Isolierungen hintereinander liegen. Auf diese Weise kann man schleichende Fehler leicht herausfinden, ohne die Isolierung einer gefährlichen Überanspruchung auszusetzen.

Nach Beschluß der Kommission für Maschinen und Transformatoren sollen die von ihr aufgestellten Prüfvorschriften auf alte Transformatoren, die repariert worden sind, nicht angewendet werden.

Die Entzündung auslaufenden Oles wird zweckmäßig durch Anordnung einer mit Schotter ausgefüllten Fanggrube verhindert bzw. ungefährlich gemacht. Auf die Abführung des bei einem Ölbrand entstehenden Qualmes ist besonders zu achten.

Die in landwirtschaftlichen Anlagen vielfach benutzten, auf Wagen montierten Transformatorenstationen sind in der vom VDE aufgestellten „Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft“, die in der ETZ 1925, S. 1320 und 1748 abgedruckt ist, behandelt. Näheres darüber siehe bei § 8 „Arbeiten unter Spannung“.

## Apparate.

Da die Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Soweit Apparate zur Stromunterbrechung dienen, müssen sie nach den Errichtungsvorschriften so gebaut sein, daß bei ordnungsmäßiger Bedienung kein Lichtbogen bestehen bleibt, was unter Umständen Gefahr bringt. Das ist in den VES 1 in § 11a für Schalter, § 12a für Anlasser und Widerstände, § 14b für Schmelzsicherungen und Selbstschalter vorgeschrieben. Für Räume, in denen Feuergefährdung besteht, ist in §§ 34b und 36d besonders die Anbringung von Abdeckungen oder Schutzkästen gefordert. Es ist nicht nur wesentlich, daß diesen Vorschriften bei der Errichtung der Anlagen entsprochen wird, sondern auch im Betriebe muß dauernd darauf geachtet werden, daß diese Einrichtungen, auch wenn sie durch Abnutzung gelitten haben, die Forderungen noch erfüllen, oder sie müssen ausgewechselt werden.

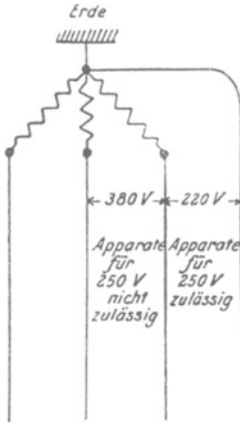
In den allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik wird in § 153 die Forderung gestellt, daß in explosionsgefährdeten Räumen nur explosionsichere Apparate verwendet werden, wie das auch in § 35a der Errichtungsvorschriften verlangt ist. Diese Bestimmung wird bei der Betriebsüberwachung immer im Auge zu behalten sein, weil die Sicherheit mit der Zeit nachlassen kann, z. B. durch Verstaubung.

Erfahrungsgemäß werden Schutzkappen und sonstige Abdeckungen von Apparaten im Betriebe oft verlegt, so daß sie nicht mehr als Schutz wirken. Oft kommt es sogar vor, daß sie ganz fehlen und nicht wieder ersetzt werden. Vielfach beobachtet man auch, daß die von Anfang an vorgesehenen Schutzkappen und Schutzabdeckungen auf die Dauer sich als nicht genügend fest erweisen. Darauf ist bei der laufenden Betriebsüberwachung immer achtzugeben. Bezüglich der Festigkeit von Schutzkappen sei auch auf ETZ 1926, S. 1281 verwiesen.

Eine weitere Fehlerquelle, die sich erst im Laufe des Betriebes herausbildet, sind vielfach die Einführungstellen der Leitungen an den Apparaten usw. Namentlich wenn scharfe Kanten vorhanden sind, ist es unbedingt notwendig, daß eine Schutzeinrichtung an der Leitungseinführung vorhanden ist.

Bei der Ergänzung schadhafte oder verbrauchte Apparate wird es wesentlich sein, auf den richtigen Anschluß des Ersatzes zu achten. Dabei können die vom VDE aufgestellten „Normen für die Bezeichnung von Nennern bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren“, die in Abschnitt III dieses Buches unter C. abgedruckt sind, sehr wertvoll sein.

In den Drehstromanlagen von 380 V Außenspannung mit geerdetem Nullleiter wird öfters der Fehler gemacht, daß Apparate für 250 V Nennspannung an 380 V angeschlossen werden, in der Meinung, daß sei deshalb zulässig, weil es sich infolge der Erdung des Nullleiters um eine Anlage mit weniger als 250 V Spannung gegen Erde handelt. Diese Anwendung der Apparate für 250 V ist falsch. Wenn auch die Spannung gegen Erde nur 220 V beträgt, sind doch Apparate für 250 V bei Anschluß zwischen zwei Phasen nicht zulässig, weil die Betriebsspannung, welcher der Apparat ausgesetzt ist, in diesem Falle 380 V ist. Die Apparate für 250 V sind nur zwischen Außenleiter und geerdetem Nullleiter zulässig (vgl. nebenstehende Abbildung). Die gleichen Ausführungen gelten auch für Dreileiteranlagen von  $2 \times 220$  V für den Anschluß zwischen den Außenleitern.



Für die Reinigung von Apparaten verwendet man zweckmäßig Putztücher oder Putzlappen und nicht Putzwohle, weil letztere lose Fasern hat. Über Putztücher und Putzlappen sind vom Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL) normale Lieferbedingungen aufgestellt worden, die in Abschnitt III dieses Buches unter G. abgedruckt sind. Metallene Kontakteile sollen in angemessenen Zeitabschnitten gesäubert, von Schmelzperlen befreit und leicht (hauchartig) mit reiner Vaseline geschmiert werden. Haben sich durch besondere Vorgänge Brandflecke oder Schmorstellen gebildet, so sind sie durch Schmirgelleinen vorsichtig zu beseitigen. Die Feile ist hier zweckmäßig nicht zu verwenden. Bei den Arbeiten entstandener Schmirgel- oder Kupferstaub muß vorsichtig entfernt werden. Es ist weiter darauf zu achten, daß die Kontakte möglichst mit der ganzen Fläche aufliegen und der Auflagedruck richtig ist.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften müssen nach V, § 5 Schalthebel, die infolge ihrer ungünstigen Stellung leicht unbeabsichtigt eingeschaltet werden können, dagegen geschützt sein.

Bei der Betriebsüberwachung ist stets darauf zu achten, daß Schaltergriffe nicht zum Aufhängen irgendwelcher Gegenstände, Kleidungsstücke usw. benutzt werden. Das Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft macht hierauf unter Nr. 5 für solche Anlagen noch besonders aufmerksam.

Nach den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften muß die elektrische Anlage eines landwirtschaftlichen Betriebes im ganzen oder in ihren Teilen in allen unter Spannung gegen Erde stehenden Polen abschaltbar sein. Zur Abschaltung können Schalter, Sicherungen, Selbstschalter und Stecker dienen.



Der Zugang zu den Schaltern muß jederzeit frei, ihre Lage außer dem Besitzer auch seinen Familienangehörigen und einigen zuverlässigen Arbeitnehmern bekannt sein.

In Anlagen mit Spannungen von 1000 V und darüber soll nach § 11 der VES2 der Betätigungssinn der Öl-Schalterantriebe und seiner Steuerorgane überall der gleiche sein. Beim Ersatz solcher Apparate im Betriebe und bei der Erweiterung von Anlagen ist darauf besonders zu achten.

Weiter müssen nach VES2 Öl-Schalter so eingerichtet sein, daß Ein- und Ausfaltung aller Phasen praktisch gleichzeitig erfolgt. Da in dieser Beziehung mit der Zeit Veränderungen vorkommen können, ist es zweckmäßig, die Apparate von Zeit zu Zeit daraufhin zu untersuchen.

### Schaltanlagen.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

In Schaltanlagen ist es besonders wichtig, daß die im Betriebe notwendigen Arbeiten ohne jede Störung ausgeführt werden können. Infolgedessen hat der VDE in § 9 der Errichtungsvorschriften VES1 bestimmt, daß sie, soweit sie betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, hinreichend breite und hohe Gänge haben müssen, die von Gegenständen freigehalten werden, die die freie Bewegung stören können. Um einen guten Überblick bei vorzunehmenden Schaltungen zu haben, ist weiter bestimmt, daß in jeder Verteilungsanlage für die einzelnen Stromkreise Bezeichnungen anzubringen sind, die näheren Aufschluß über die Zugehörigkeit der angeschlossenen Leitungen mit ihren Schaltern, Sicherungen, Meßgeräten usw. geben. Nachträglich zu der Schaltanlage hinzukommende Apparate sollen entweder auf die bestehenden Unterlagen und Umrahmungen oder auf ordnungsmäßig gebaute und installierte Zusatztafeln oder -gerüste gesetzt werden.

In den Errichtungsvorschriften ist weiter bestimmt, daß bei Schaltanlagen, die von der Rückseite betriebsmäßig zugänglich sind, die Polarität oder Phase von Leitungsschienen und dergleichen kenntlich gemacht sein sollen. Die Bedeutung der benutzten Farben und Zeichen soll bekanntgegeben werden. Über diese Kennfarben für blanken Leitungen in Starkstromschaltanlagen ist ein besonderes Normenblatt DIN VDE 705 aufgestellt worden. Für die verschiedenen Stromarten sind nachstehende Farben festgelegt, wobei die Bezeichnungen und Zahlen in Klammer sich auf die hundertteilige Ostwaldsche Farbenskala beziehen. Es sind zu bezeichnen bei:

- Gleichstrom, positive Leitung (P) rot (25).  
 „ negative Leitung (N) ublau (54).  
 Drehstrom, Phase R. gelb (00).  
 „ „ S. laubgrün (88).  
 „ „ T. Weiß m. weiß (38 ± 1a).  
 Wechselstrom, Phase R. gelb (00).  
 „ „ T. Weiß m. weiß (38 ± 1a).

Für geerdete positive und negative Leitungen, bei Gleichstrom, Phasenleitungen bei Wechselstrom und Drehstrom sowie für geerdete Nulleiter bei allen Stromarten ist weiß, hellgrau oder schwarz zu verwenden, mit Querstreifen in laubgrün (88). Für ungeerdete Nulleiter ist gleichfalls weiß, hellgrau oder schwarz zu verwenden, aber mit Querstreifen in rot (25).

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 bzw. grünen Querstrieche 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 in Farben gestrichen werden, die sich von den Farben der Tafel deutlich abheben.

Da diese Farben mit der Zeit sich verändern können, ist es notwendig, daß für deren dauernde Erhaltung gesorgt wird, damit sie erkenntlich bleiben.

Wenn bei Anlagen, die mit anderen zusammengeschaltet sind, von den Kennfarben nach DIN VDE 705 abgewichen ist, so sind dort neben den Werkstoffkennfarben noch Farbringe in den genormten Kennfarben anzubringen.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der Berufsgenossenschaften V, § 5 müssen Schalthebel, die infolge ihrer ungünstigen Stellung leicht unbeabsichtigt eingeschaltet werden können, dagegen geschützt werden.

Schaltanlagen müssen naturgemäß sauber gehalten und vor Staub und Feuchtigkeit geschützt werden. Von besonderer Bedeutung ist das bei höheren Spannungen. Wenn der in Schaltanlagen häufig verwendete Marmor Dflecken erhalten hat, so ist es leicht möglich, diesen mit Hilfe eines Breies aus Pfeisenerde und Benzin (eventuell auch Wasser) zu entfernen. Der Brei wird auf den Fleck aufgetragen und so lange darauf gelassen, bis er getrocknet ist.

Nach § 11 der VES2 müssen in Schaltanlagen Einrichtungen zum Feuerlöschen vorhanden sein.

In den „Leitfäden für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen“ ist über Schaltanlagen bestimmt, daß Fehlschaltungen durch übersichtliche Anordnung der Schaltanlage, selbsttätige Schalterverriegelungen und zuverlässige Überwachung möglichst verhindert werden sollen.

### Installationen im Freien.

Unter Installationen im Freien fallen auch die an und auf Häusern angebrachten Reklamebeleuchtungen.

Gemäß § 2h dieser Betriebsvorschriften sind die Leitungen für Installationen im Freien als Freileitungen anzusehen.

Die in § 23 der Errichtungsvorschriften VES1 besonders behandelten Installationen im Freien sind den Witterungseinflüssen stark ausgesetzt. Deswegen wird auch besonders verlangt, daß Apparate tunlichst im Freien nicht untergebracht werden sollen. Läßt sich dies jedoch nicht vermeiden, so soll für besonders gute Isolierung, zuverlässigen Schutz gegen Berührung und gegen schädliche Witterungseinflüsse Sorge getragen werden. Solche Teile von Anlagen werden also dauernd einer besonders guten Aufsicht bedürfen.

Mit Rücksicht auf Erwärmung sind nach den vom VDE aufgestellten Leitfähigkeiten für die Errichtung von Fahrleitungen für Hebezeuge und Transportgeräte folgende Höchstbelastungen zulässig.

Profil	Querschnitt mm <sup>2</sup>	Höchstzulässige Stromstärke in h bei	
		100% ED	40% ED
Kupferdraht . . . . .	35	140	220
	50	180	280
	65	220	345
	80	250	390
	100	295	465
	120	340	530
	150	415	655
Kupferschiene . . . . .	480	1200	1900

In den „Leitfähigkeiten für die Anlage und Einrichtung von Leitungskanälen elektrischer Hafenkräne“, die von einem technischen Beirat der westdeutschen Binnenschiffahrts-Berufsgenossenschaft und der Lagerei-Berufsgenossenschaft aufgestellt sind, wird für bewegliche Stromführungen empfohlen, diese mit Holzrollen zu bewehren, die etwa 1 m voneinander entfernt sitzen. Damit wird eine erhebliche Schonung der beweglichen Leitung erreicht. Dieses Mittel wird nicht nur für bewegliche Leitungen bei Hafenkränen wertvoll sein, sondern zweckmäßig bei vielen anderen ähnlichen Leitungen benutzt werden können.

### Freileitungen.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Bezüglich der Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an Freileitungen seien nachstehend noch die notwendigen Angaben gemacht. Freileitungen sollten mindestens einmal jährlich genau besichtigt werden; außerdem empfiehlt es sich, mindestens vierteljährlich eine Begehung derselben vorzunehmen. Eine solche erscheint weiter zweckmäßig nach jedem Sturm bzw. besonderem Unwetter. Es ist wichtig, im Leitungsnetz entstehende Fehler möglichst frühzeitig zu entdecken und zu beseitigen und nicht zu warten, bis schwere Betriebsstörungen eingetreten sind<sup>1</sup>.

Bei der regelmäßigen Begehung der Strecken ist auch darauf zu achten, ob die Isolatoren sich in gutem Zustande befinden und ob Äste an den Leitungen hängen. Die Isolatoren sind von Zeit zu Zeit daraufhin zu untersuchen, ob sich etwa Risse gebildet haben. Bäume in der Nähe von Freileitungen müssen zeitweilig ausgeästet werden. Das ist auch schon in § 16 der „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstrom-Anlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen“ des VDE, die ETZ 1925, S. 818, 1126 und 1526 veröffentlicht sind, vorgeschrieben. Dort ist ausdrücklich bestimmt, daß die Leitungen so weit von Baumzweigen, Blättern und mit Erde in Verbindung stehenden Körpern entfernt sein sollen, daß Berührungen zwischen diesen und den Leitungen vermieden werden und Bäume, Äste und Zweige möglichst nicht in die Drähte fallen. Beim Ausfällen der Bäume ist die Berührung der Freileitungen zu vermeiden. In dem Merkblatt für Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft ist auch besonders darauf hingewiesen, daß die Berührung von Drahtzäunen und metallenen Gittern mit Masten und anderen Trägern bei Hochspannungsleitungen zu vermeiden ist.

Durch Vögel können oft Störungen von Starkstromleitungen herbeigeführt werden. Nach § 19 der vom VDE aufgestellten „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen“ werden alle Leitungsanlagen schon mit Rücksicht auf Vogelschutz konstruiert. Alle Befestigungsteile, Quertträger, Stützen usw. werden möglichst derartig ausgebildet, daß Vögeln eine Sitzgelegenheit dadurch nicht gegeben wird. Auch wird der wasserrechte Abstand zwischen einer Hochspannung führenden Starkstromleitung und geerbten Eisenteilen mindestens 300 mm gemacht. Durch Anbringung von Sitzgelegenheiten für Vögel in größeren Entfernungen von den Leitungsdrähten (z. B. durch Sitzstangen an den Mastspitzen in Richtung der Leitungen), können sowohl Schäden für die Vogelwelt wie auch Betriebsstörungen der Anlage verhütet bzw. vermindert werden.

Bezüglich empfehlenswerter Ausführungen mit Rücksicht auf den Vogelschutz<sup>2</sup> sei auf die Veröffentlichung „Elektrizität und Vogelschutz“ hingewiesen, die kostenlos bei der Geschäftsstelle des Bundes für Vogelschutz in Stuttgart, Jägerstraße, erhältlich ist.

Bei Leitungsstrecken, die wiederholt vom Blitz getroffen sind, empfiehlt sich nach den vom VDE aufgestellten Leitsätzen für den Schutz elektrischer

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1921, S. 1484 und El. Be. 1925, S. 214.

<sup>2</sup> Weiteres siehe auch ETZ 1918, S. 655 und El. Be. 1925, S. 201.

Anlagen gegen Überspannung die Aufstellung besonderer Fangstangen, das sind Holzmasten mit kräftiger geerdeter Eisen Spitze, die in geringem seitlichen Abstände  $a$  von der Freileitung aufgestellt sind und diese an ihrem Aufstellungsorte in der Höhe um einen Betrag  $h$  überragen.

Seitlicher Abstand in m $a$	Überragende Höhe in m $h$
5	8
7	10
10	15

In § 12 der „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen“ wird darauf hingewiesen, daß der Überschlagwert der Isolatoren durch größere Höhenlage des Verwendungsortes und in nebelreichen Niederungen, ferner durch Ruß und sonstige leitende Ablagerungen, wie sie in der Nähe von chemischen Fabriken oder an der Meeresküste auftreten, herabgesetzt werden kann und, daß die Isolatoren in gewitterreichen Gegenden in erhöhtem Maße gefährdet sind.

Über die Untersuchung von Isolatoren auf Fehler sind Hinweise enthalten ETZ 1917, S. 470; 1919, S. 317; 1920, S. 357 und 1924, S. 959. Als sehr vorteilhaft hat sich die Führung einer graphischen Statistik über Isolatorenschäden erwiesen, wie aus El. Be. 1923, S. 78 zu ersehen ist.

Vielfach ist die Vermutung ausgesprochen worden, daß Porzellanisolatoren durch Alterungserscheinungen leiden können. Auf Grund eingehender Untersuchungen hat Dr.-Ing. K. Dräger, ETZ 1926, S. 1097 gezeigt, daß ein Altern bei dem üblichen deutschen Hartporzellan nicht nachzuweisen ist.

Zur Prüfung von Isolatoren sind verschiedene Meßstangen entworfen worden, über die ETZ 1922, S. 268; 1927, S. 283 und S. 1005 berichtet ist. Auch durch Beckstrommelder können bei Eisenmasten schadhafte Isolatoren herausgefunden werden<sup>1</sup>.

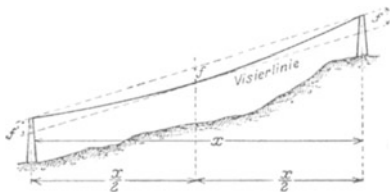
Die richtige Spannung von Freileitungen kann man nach ETZ 1908, S. 1218 leicht dadurch kontrollieren, daß man dieselben in Schwingung versetzt. Letzteres kann bei kleinen Spannweiten von Hand geschehen, bei großen Spannweiten und bei schweren Leitungen durch eine besondere Schnur. Zwischen der Schwingungszahl in der Minute  $n_1$  und dem Durchhang  $f$  der Leitung (in cm) besteht die Beziehung  $f = \frac{447300}{n_1^2}$  und zwar unabhängig vom Material der Leitung. Weiter gibt es auch verschiedene Apparate zur Feststellung des Durchhanges, worüber ETZ 1930, S. 1241 Angaben gemacht sind.

Liegen die Stützpunkte nicht auf gleicher Höhe, so wird unter Spannweite die Entfernung der Stützpunkte, waagrecht gemessen, und unter

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1918, S. 297; 1921, S. 552; und EKB 1921, S. 190.

Durchhang der Abstand zwischen der Verbindungslinie der Stützpunkte und der dazu parallelen Tangente an die Durchhangslinie, senkrecht gemessen, verstanden.

Spannweite  $x$  und Durchhang  $f$  bei Stützpunkten verschiedener Höhe ergeben sich aus der nebenstehenden Abbildung.



Die Erfahrungen an Leitungen und die meteorologischen Beobachtungen lehren, daß es in Deutschland sowohl durch Eislast besonders gefährdete Gegenden als auch kleinere, örtlich eng begrenzte Rauheisgebiete gibt, die durch größere Wasserflächen, Flußniederungen, Moore und dergleichen gekennzeichnet sind. Besonders gefährdet sind Hänge, die nach solchen feuchten Gebieten zu abfallen, zumal wenn die vorwiegende Windrichtung von dort kommt [Näheres siehe Merkblatt der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen (Elektrizitätswirtschaft 1927, S. 91)].

Die Gefahren bestehen darin, daß einzelne Leitungen im Augenblick des Abfallens der Eislast hochschnellen und darüberliegende Leitungen berühren oder sich ihnen bis zum Überschlag nähern. Auch kann bei teilweisem Abfallen der Eislast der Belastungszustand in benachbarten Feldern verschieden sein, so daß sich die Ketten in der Leitungsrichtung schiefe stellen und dadurch die gegenseitigen Leitungsabstände an einzelnen Stellen stark verringern.

Die Gefahren bestehen darin, daß einzelne Leitungen im Augenblick des Abfallens der Eislast hochschnellen und darüberliegende Leitungen berühren oder sich ihnen bis zum Überschlag nähern. Auch kann bei teilweisem Abfallen der Eislast der Belastungszustand in benachbarten Feldern verschieden sein, so daß sich die Ketten in der Leitungsrichtung schiefe stellen und dadurch die gegenseitigen Leitungsabstände an einzelnen Stellen stark verringern.

Beim Auswechseln von Masten sind die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen, die für solche Arbeiten wichtig sind, zu beachten. Die Unfallverhütungsvorschriften für Montagebetriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik schreiben darüber in den §§ 16 und 17 folgendes vor:

Beim Aufrichten oder Umlegen von Masten müssen zur Unterstützung Gabelstützen, Leitern oder andere geeignete Mittel verwendet werden. Die Stützen usw. sind gegen Abgleiten zu sichern. Das Fußende der Masten ist gehörig festzulegen, so daß ein Emporschnellen ausgeschlossen ist. Es ist verboten, zum Zwecke des Festlegens auf den Mast zu treten. Werden die Drähte von einem Mast abgebunden, so ist dieser allseitig zu stützen, auch wenn Fäulnis nicht nachweisbar ist. Das Aufgraben auszuwechselnder Masten hat erst nach dem Lösen sämtlicher Leitungsbindungen zu erfolgen. Werden Drähte an Winkelpunkten abgebunden, so sind sie vorher abzufangen (Flaschenzug usw.). Die Leiter ist in diesem Falle an der dem Drahtzug abgekehrten Seite anzulegen. Umzulegende Masten sind nicht vollständig aus der Erde herauszuheben, sondern von einer Seite schräg anzugraben und unter Anwendung einer am Zopfende befestigten Leine nach und nach umzulegen. Bei Erdarbeiten ist für sichere Absteifung des stehenbleibenden Erdreichs und auch für sichere Abgrenzung der Gruben zu sorgen.

Für das Besteigen von Masten bzw. anderer erhöhter Standpunkte, an denen Schutzgeländer nicht angebracht werden können, schreiben die Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik folgendes vor: Das Besteigen von Masten, an denen Hochspannung führende Leitungen unter Spannung sind, ist verboten. Auch sind die Masten vor dem Besteigen auf ihre Haltbarkeit zu untersuchen.

Zur Sicherung der Personen, die auf Dächern oder erhöhten Standpunkten, wo Schutzgeländer nicht angebracht werden können, zu arbeiten haben, müssen Sicherheitsgürtel und Seile zur Verfügung gestellt und die Arbeitnehmer zu deren Benutzung angehalten werden. Zu derartigen Arbeiten dürfen Personen, welche nach eigener Angabe nicht schwindelfrei sind, nicht verwendet werden.

Von einigen Regierungsstellen war verlangt worden, daß an Holzmasten ein Kletterschutz angebracht wird, welcher aus einem Stacheldraht bestand, der um den Mast in mehreren Windungen herumgeschlungen wurde. Dieser Schutz hat sich nicht bewährt, weil er das Besteigen der Masten durch Monteure erschwerte und zu Verletzungen derselben führte. Die Kommission für Errichtungsvorschriften des VDE hat einen solchen Kletterschutz nicht für erforderlich gehalten und ihn als unzweckmäßig abgelehnt. Dieser Ansicht haben sich auch die verschiedenen Behörden angeschlossen und Verfügung erlassen, durch die die Forderung des Kletterschutzes aufgehoben wurde<sup>1</sup>.

Eisenmasten müssen nach Entrostung durch Anstrich gegen Rostbildung geschützt werden. Die Dauerhaftigkeit dieses Anstriches ist von der Art des Materials abhängig; in Zeiträumen von 4 . . . 5 Jahren muß der Anstrich erneuert werden. An Stelle desselben kann auch eine galvanische Verzinkung oder eine Verzinkung nach dem Schoop'schen Spritzverfahren angewandt werden. Besonders ist auf die Übergangstellen an Beton bzw. die Austrittsstellen der Masten aus der Erdoberfläche zu achten, da dies die am meisten gefährdeten Stellen sind. Gegebenenfalls müssen die Masten etwas freigegeben werden, um den Anstrich ordentlich erneuern zu können.

Die zuverlässigste Entrostung wird durch Sandstrahlgebläse oder durch maschinelle Reinigung mit umlaufenden Stahlbürsten erreicht. Zum mindesten muß mit der Handstahlbürste sorgfältig entrostet sowie Roststaub, loser Walzzunder und Schmutz vollkommen entfernt werden. Bei Verwendung von Ölfarbe muß das Anstreichen der Maste im Freien bei feuchtem Wetter möglichst vermieden werden.

Eine ausführliche Anleitung für die Reinigung und den Anstrich von Bauteilen aus Stahl ist zu finden in den „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenbauwerken“ (siehe DIN 1000).

<sup>1</sup> Näheres siehe Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1922, S. 502 und El. Be. 1923, S. 112.

Holzgestänge haben nur eine begrenzte Lebensdauer, die von der Beschaffenheit des Holzes, den Bodenverhältnissen, den klimatischen Verhältnissen und der Imprägnierung abhängt. Als fäulnisgefährdet sind vor allem hölzerne Bauteile anzusehen, die ganz oder teilweise eingegraben sind oder mit der Erdoberfläche in Berührung kommen. Unter Umständen können aber auch solche hölzernen Bauteile fäulnisgefährdet sein, die mit Pflanzentwuchs in Berührung kommen oder von Spritzwasser (wegen der von diesem mitgeführten Keime) erreicht werden, besonders wenn bei diesen hölzernen Bauteilen das Austrocknen durch mangelnden Luftzutritt erschwert ist. Das gleiche gilt für solche hölzernen Bauteile, die dieser Gefährdung selbst nicht ausgesetzt sind, aber gefährdete hölzerne Bauteile unmittelbar berühren.

Der Gesundheitszustand der Holzmasse muß deshalb überwacht werden. Dabei ist auf Wurmfraß und Fäulnis sowie auf den Zustand des Mastkopfes zu achten. Für Masse, die nicht gegen Fäulnis wirksam geschützt sind, und für solche gegen Fäulnis geschützte Masse, deren durchschnittliche Lebensdauer sich nach Art des Schutzverfahrens auch nicht ungefähr schätzen läßt, wird Untersuchung in Zwischenräumen von etwa 1 Jahr empfohlen. Bei anderen Masten ist es angängig, die jährliche Untersuchung so lange auf Stichproben zu beschränken, als sich nicht aus dem jährlichen Abgang die Notwendigkeit ergibt, zur regelmäßigen allgemeinen Untersuchung überzugehen. Bei der in Stichproben vorzunehmenden Untersuchung sind solche Masse zu bevorzugen, die in nicht natürlich gewachsenem Boden, in Ortschaften oder deren unmittelbaren Nähe, an Stellen, für die erhöhte Sicherheit vorgeschrieben ist, oder an solchen Stellen stehen, an denen sie mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Standortes häufigem Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit ausgesetzt sind.

Angefaulte Masse sind auszuwechseln oder durch Mastfüße instandzusetzen, sobald anzunehmen ist, daß während des Zeitraumes bis zur nächsten Untersuchung die zulässigen Spannungen überschritten werden.

Bei der Instandsetzung ist darauf zu achten, daß die bereits angegriffenen Holzteile entfernt werden. Es empfiehlt sich, auch noch einen Teil des anscheinend gesunden Holzes wegzuschneiden, um alle möglicherweise eingedrungenen Fäulniskeime zu beseitigen.

Zur Erhöhung der Lebensdauer der nicht mit Leeröl geschützten Masse wird empfohlen, die fäulnisgefährdete Zone mit einem Schutzmittel zu versehen oder alle 2...3 Jahre in trockenem Zustande mit heißem Karbolineum oder einem gleichwertigen Mittel zu streichen.

Die Beschaffenheit des Holzes ist in angemessenen Zwischenräumen durch Beklopfen der Stangen mit einem Hammer zu untersuchen. Geben die Stangen einen hellen Ton, so ist das Holz gesund. Ist der Ton jedoch dumpf, so muß eine nähere Untersuchung des Holzes vorgenommen werden. Dieses kann durch Einstoßen eines geeigneten Stiehels oder Messers geschehen. Aus dem Widerstand, den das Holz diesem Eingriff



entgegensetzt, kann man einen Schluß auf seinen Zustand ziehen. Ist das Holz äußerlich gesund und das Beklopfen ergibt doch einen dumpfen Ton, so läßt dies auf Kernfäule schließen; dann muß die Stange mit einem dünnen Bohrer angebohrt werden, wobei das Bohrmehl Aufschluß über den inneren Zustand des Mastes gibt. Stellt sich letzterer auf Grund des Befundes des Bohrmehls als gesund heraus, so muß das Loch wieder verschlossen werden.

Von der Vereinigung der Elektrizitätswerke sind für die Lieferung von Masten-Karbolineum technische Bedingungen aufgestellt worden, die in den Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1925, S. 1089 abgedruckt sind. Danach wären nachstehende Mindestforderungen an ein zum Streichen von Masten geeignetes Karbolineum zu stellen:

1. Als „Masten-Karbolineum“ darf nur ein hochsiedendes Steinkohlenteeröl verwendet werden.
2. Bei der Destillation dürfen bis 250° C höchstens 10% überdestillieren.
3. Der Flammpunkt, im offenen Tiegel gemessen, muß mindestens 100° C betragen.
4. Das spezifische Gewicht des Karbolineums bei 20° C muß mindestens 1,08 betragen.
5. Der Gehalt an sauren, in Natronlauge von 1,15 spez. Gewicht löslichen, phenolartigen Bestandteilen darf höchstens 10% betragen.
6. Das Karbolineum muß bei 30° C saßfrei sein.
7. Beim Vermengen mit gleichem Raumteil kristallisierenden Benzols dürfen sich höchstens Spuren ungelöster Substanz abcheiden. Werden 2 Tropfen des Karbolineums im Anlieferungszustand auf mehrfach zusammengefaltetes Filtrierpapier gegossen, so müssen sie von diesem völlig aufgesogen werden und dürfen höchstens Spuren von kohlenstoffartigen Rückständen hinterlassen.

In „Ausführungsbestimmungen“ hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke die Durchführung solcher Untersuchungen eingehend festgelegt. Diese sind an der vorstehend angegebenen Stelle abgedruckt.

Über die Zerstörung von Holzmasten durch Käferlarven hat der VDE ein Merkblatt aufgestellt, aus dem nachstehend der für den Betrieb und die Unterhaltung wichtigste Inhalt wiedergegeben ist. In vollem Wortlaut ist dieses Merkblatt ETZ 1927, S. 517, 708 und 1089 wiedergegeben und seit dem 1. Juli 1927 in Geltung. Es enthält insbesondere noch genaue Angaben über Vorkommen, Aussehen, Lebensweise usw. der Käfer und der Larven. Die im Leitungsbau beschäftigten Personen sollen über die Entstehung des Wurmfraßes und über die daraus für den Leitungsbau folgenden Nachteile aufgeklärt und angewiesen werden, besonders beim Auswechseln wurmfraßbeschädigter Masten die zur Verhütung von Unfällen erforderlichen Vorichtsmaßnahmen zu treffen.

Befallen werden Masten aus Nadelhölzern, und zwar gleichmäßig kieferne, fichtene und tannene.

Von zubereiteten Masten werden am meisten solche mit Luftstrichen, die über die imprägnierte Zone in die Tiefe gehen, heimgesucht.

Von zubereiteten Masten zeigen die mit Teeröl getränkten kiefernen Masten am wenigsten Wurmfraß. Sie halten sich, weil sie bis zum Kern getränkt sind, in käferversuchten Linien am besten. Da die Tränkung

im geschlossenen Kessel unter Luftleere, Anwendung heißen Teeröles und Luftdruck geschieht, müssen die etwa im Rohholz vorhandenen Eier und Larven des Käfers während der Tränkung absterben.

Wurmfraß zeigt sich in Leitungsmasten überall in Deutschland, und zwar innerhalb geschlossener Orte häufiger als auf freier Strecke. Die Verfeuchtung der Maste geht in Dörfern und Städten mit vorwiegend Holzbauten von käferbefallenen Häusern, sonst von befallenen Holzdäunen, Holzlagern, Leitungsmasten usw. aus.

### Bisherige Maßnahmen zur Bekämpfung des Wurmfraßes.

#### Mittel.

a) Anstrich der nicht mit Teeröl getränkten Maste mit Karbolineum, Barol, Teer usw. innerhalb der gefährdeten Zone bis etwa 2 m über dem Erdboden.

b) Bedecken der nicht mit Teeröl getränkten Maste innerhalb der gefährdeten Zone bis 2 m über der Erde mit einer asphaltartigen Kruste, dem sogenannten „Stockschutz“.

c) Zur Abtötung der in Masten fressenden Larven Einspritzen heißer, besonders teerölhaltiger Stoffe in die Fluglöcher und, soweit zugänglich, auch in die Bohrgänge; Verstopfen der Fluglöcher und Mastrisse mit Zement usw.

d) Auswechseln von Masten mit Wurmfraß.

#### Ergebnis.

Keine sichtbaren Erfolge. Es zeigten sich dennoch Fluglöcher.

Trotz des Stockschutzes ist in einzelnen Fällen Wurmfraß beobachtet worden, auch haben sich Fluglöcher gezeigt.

Das Verfahren hat keine nennenswerten Erfolge gezeigt. Es ist zu umständlich und kostspielig und für große Netze nicht wirtschaftlich.

—

### Weitere Maßnahmen zur Bekämpfung des Wurmfraßes in Masten.

a) Bei der Abnahme im Walde, in der Tränkungsanstalt vor der Tränkung soll eine gründliche Prüfung der zu Leitungsmasten bestimmten Rohhölzer auf Wurmfraß erfolgen; hierbei sollen alle Maste, die Fluglöcher oder Bohrgänge holzzerstörender Insekten zeigen, zurückgewiesen werden.

b) Von Holzlieferern und Besitzern von Tränkungswerken wird mit Nachdruck verlangt, wurmfraßiges Holz von den Lager- und Brachplätzen zu entfernen und solches wie auch faule Hölzer weder zu Unterlagen noch zu Streckstangen usw. beim Stapeln von Starkstrommasten, Telegraphenstangen u. dgl. zu verwenden.

c) In den Tränkungswerken usw. soll für gründliche Tränkung und sachgemäße Stapelung usw. der rohen und fertigen Maste gesorgt werden.

d) In den Lagern sollen sämtliche von Käfern befallenen „wurmstichigen“ Maste und Unterlagen sowie andere Hölzer, die Wurmfraß zeigen, sofort entfernt werden; sie dürfen auch nicht im Umkreis von 1 km gelagert werden. Aus den Strecken gewonnene Wurmfraßmaste oder Teile von solchen dürfen unter keinen Umständen — auch nicht vorübergehend — den Lagern zugeführt werden.

e) Im Leitungsbau sollen zunächst aus den käferverseuchten Strecken solche mit Wurmfraß behafteten Maste entfernt werden, die die Standhaftigkeit der Strecke gefährden. Empfohlen wird, als Ersatz teerölgetränkte Kieferne Maste zu verwenden, oder, wenn es genügt, nur den schadhafte unteren Mast zu beseitigen, Mastfüße einzubauen.

Abschnitte von Wurmfraßmasten dürfen keinesfalls zu Streben oder als Hilfsgehölze in den Strecken verwendet werden.

f) Die Entfernung der Wurmfraßmaste hat nur dann den gewünschten Erfolg, wenn alle Unternehmungen, die sich mit Leitungsbau befassen (Starkstromunternehmungen, Post, Bahn, Besitzer von Privatanlagen), bereit sind, ihre Strecken zu reinigen, weil sonst die Gefahr besteht, daß die nicht verseuchten Strecken von den wurmfraßbefallenen Stangen und Masten anderer Anlagen aus immer wieder verseucht werden.

g) Die von Bockkäferlarven beschädigten Teile eines Mastes sollen durch Feuer vernichtet, das übrige Holz zu Brenn zwecken verkauft werden. Da in ihm auch noch Larven vorhanden sein können, darf es nicht wieder als Nutzholz verwendet werden. Kaufbedingung ist, daß es binnen 3 Tagen kurzstüdig zu zerlegen und brennholzmäßig aufzuspalten ist.

h) Da die Käferlarven die äußeren Holzschichten der Maste schonen, läßt sich durch Anbohren der Maste mit einem Stahldorn vielfach nicht sicher feststellen, ob Käferfraß vorliegt. Bei Untersuchung der Maste in käferverseuchten Strecken bietet bei einiger Übung das Beklopfen der einzelnen Maste ein geeignetes Prüfungsmittel, um die Zerstörung im Innern festzustellen.

Wird das Ohr an den Mast gelegt und dieser in etwa  $\frac{3}{4}$  m Höhe vom Erdboden ab mit einem Zweipfundhammer angeschlagen, so ergibt sich ein klarer Ton, sofern der Mast gesund ist, dagegen ein dumpfer, wenn er im Innern Larven- oder Pilzangriffen ausgesetzt ist. Außerdem stäubt bei anhaltendem Klopfen Wurmmehl aus den Fluglöchern oder den Maststrichen heraus. Mit Vorteil kann man zu dieser Prüfung auch einen Zuwachsbohrer verwenden, mit dem man Bohrerne aus dem Mast herausnimmt.

Holzmaсте, die nur an der Austrittsstelle aus der Erde schlecht geworden sind, können durch Benutzung von Mastfüßen wieder brauchbar gemacht werden<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe unter anderem auch ETZ 1921, S. 828 und El. Be. 1924, S. 87.

Werden bestehende Leitungen durch nachträgliche Aufbauten, Errichtung von Gerüsten usw. der Berührung zugänglich, so müssen natürlich die notwendigen Schutzmaßnahmen getroffen werden. Näheres darüber siehe ETZ 1925, S. 514.

Da ein großer Teil der Bevölkerung mit elektrischen Freileitungen oft in Berührung kommen kann, hat der VDE „Merksblätter für Verhaltensmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen“, die seit dem 1. Oktober 1925 gültig sind und ETZ 1925, S. 63, 394 und 1526 abgedruckt sind, aufgestellt. Der Inhalt derselben ist nachstehend wiedergegeben, unter Hinzufügung der vom VDE zu den Verhaltensmaßregeln für Kinder aufgestellten Erläuterungen.

Die Berührung aller elektrischen Leitungen ist grundsätzlich zu vermeiden.

Nicht nur die Berührung solcher Leitungen, deren Masten durch rote Blitzpeile oder Warnungsschilder gekennzeichnet sind, ist lebensgefährlich; auch nicht gekennzeichnete Leitungen können unter Umständen, die der Nichtfachmann nicht beurteilen kann, Gefahren bringen.

Bei allen Arbeiten in der Nähe von elektrischen Leitungen, z. B. beim Fällen und Ausästen von Bäumen, beim Aufstellen von Gerüsten für Bauten und Brunnenbohrungen, bei allen Instandsetzungsarbeiten an Gebäuden, beim Fensterputzen, beim Be- und Entladen von Erntewagen, beim Errichten von Getreidemieten, beim Aufrichten von Leitern zum Obstpflücken und zum Feuerlöschen sowie beim Bau von Luftleitern (Antennen) für Funkanlagen u. dgl., ist die Berührung der Leitungen, der Isolatoren und der an Holzmasten angebrachten Eisenteile, auch der Ankerdrähte, zu vermeiden. Besonders ist beim Fällen von Bäumen darauf zu achten, daß diese nicht gegen die Leitungen oder Masten stürzen. Besteht eine derartige Berührungsgefahr, so ist die nächste Betriebsstelle der Überlandzentrale (des Elektrizitätswerkes) vor Beginn der Arbeiten so rechtzeitig zu verständigen, daß diese entweder die Leitung abschalten oder sonst geeignete Schutzmaßnahmen treffen kann.

Bei Bränden ist die nächste Betriebsstelle sofort zu benachrichtigen. Hochspannungsleitungen sollen nicht angespitzt werden.

Transformatorhäuschen dürfen durch Unbefugte nicht betreten, Leitern an diese Häuschen nicht angelegt werden.

In der Nähe elektrischer Leitungen Drachen steigen zu lassen, ist lebensgefährlich, ebenso das Erklettern von Leitungsmasten.

Gerissene, von den Masten herabhängende oder am Erdboden liegende Leitungen zu berühren oder sich ihnen zu nähern, ist gefährlich. Vorübergehende sind in derartigen Fällen zu warnen. Die nächste Betriebsstelle der Überlandzentrale (des Elektrizitätswerkes) ist auf schnellstem Wege, womöglich telephonisch oder telegraphisch, zu benachrichtigen. Die gleiche Benachrichtigung ist notwendig bei etwa an den Leitungen oder den Isolatoren beobachteten Licht- und Feuererscheinungen.

Einen Verunglückten, der unmittelbar oder mittelbar mit der Leitung noch in Berührung steht, anzufassen, ist lebensgefährlich; nur durch sachgemäßes Eingreifen kann ihm geholfen werden.

Bei der Hilfeleistung ist zu beachten:

Die Leitung ist, wenn irgend möglich, sofort spannungsfrei zu machen; ist dieses geschehen, so kann der Verunglückte ohne weiteres von ihr getrennt werden. Für den Fall, daß die Leitung nicht sofort spannungsfrei gemacht werden kann, wird dem Nichtfachmann abgeraten, die Trennung trotzdem zu versuchen, da die Gefahr, daß noch weitere Personen dabei zu Schaden kommen, größer als die Aussicht auf Erfolg ist. Man warte vielmehr die Ankunft des Betriebspersonals ab und helfe diesem.

Bei Bewußtlosen ist so schnell wie möglich künstliche Atmung anzuwenden und bis zu vier Stunden fortzusetzen, wenn nicht inzwischen der Arzt aus sicheren Anzeichen den Tod festgestellt hat.

Um die künstliche Atmung einzuleiten, legt man den Verunglückten auf den Rücken<sup>1</sup>, öffnet alle beengenden Kleidungsstücke und schiebt ein Polster (z. B. einen zusammengerollten Rock) unter die Schultern, faßt mit einem Taschentuch die Zunge des Betäubten, zieht sie kräftig heraus, um die Luftwege freizumachen, und bindet die Zunge mit dem Tuche an dem Kinn fest. Man kniet hinter dem Verunglückten nieder, das Gesicht dem Verunglückten zugewendet, faßt sodann dessen Arme am Ellenbogen, zieht sie über den Kopf, führt sie zurück und drückt sie an den Brustkasten. Die Bewegungen müssen langsam vorgenommen werden, etwa 15 mal in der Minute.

Auf alle Fälle ist schleunigst ein Arzt zu holen und die nächste Betriebsstelle zu benachrichtigen.

#### Besondere Verhaltensmaßregeln für Kinder.

1. Du sollst weder an Leitungsmaßen hinaufklettern noch an ihnen herumspielen!
2. Du sollst nicht auf Bäume, Gerüste od. dgl. klettern, an denen Freileitungen vorbeiführen!
3. Du sollst nicht auf Transformatorenhäuschen und ihre Umzäunungen klettern!
4. Du sollst nicht in der Nähe von Freileitungen Drachen steigen lassen!
5. Du sollst nie einen von einem Leitungsmaßt herabhängenden oder am Erdboden liegenden Draht berühren oder auch nur in dessen Nähe gehen!
6. Du sollst die Verankerungen von Leitungsmaßen nicht berühren, auch nicht an ihnen rütteln oder schaukeln!
7. Du sollst nicht mit Steinen oder anderen Gegenständen nach den Porzellanisolatoren oder nach den Leitungsdrähten werfen!

<sup>1</sup> Vgl. die Abbildungen in „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“.

8. Du sollst Transformatorenhäuser und Schalträume nicht betreten, auch wenn sie offen stehen und unbewacht sind!

9. Du sollst einen an elektrischen Leitungen Verunglückten nicht anfassen, aber du sollst sofort Erwachsene zu Hilfe holen!

Erläuterungen zu vorstehenden Verhaltensmaßregeln.

Nicht nur die Berührung der durch rote Blitzpfeile und durch Warnungsschilder der Masse gekennzeichneten Leitungen ist lebensgefährlich, sondern auch nicht gekennzeichnete Leitungen können unter Umständen, die der Nichtfachmann nicht beurteilen kann, Gefahren bringen.

Zu 2. Nicht nur durch die unmittelbare Berührung der Leitungen, sondern auch durch die Berührung von Ästen und Zweigen in der Nähe von Hochspannung führenden Leitungen können Menschen zu Schaden kommen. Besondere Vorsicht ist daher auch beim Abernten der Obstbäume geboten, wenn sie sich in der Nähe von Freileitungen befinden.

Zu 3. An den Transformatorenhäusern führen häufig die Leitungen herunter, die beim Erklettern der Häuschen oder Zäune erreichbar sind. Diese Leitungen sind zwar vielfach isoliert, doch bietet auch die Isolierung keinen zuverlässigen Schutz, schon deshalb, weil sie im Freien leicht verwittert und dann von der Spannung durchschlagen wird.

Zu 4. Die Drachenschnüre können, besonders wenn sie etwas feucht sind, im Falle einer Berührung mit einer Leitung den Strom gut leiten und so eine Verletzung oder den Tod des die Drachenschnur haltenden Kindes herbeiführen.

Zu 5. Auch von einem die Erde berührenden Draht können starke Ströme in das Erdreich übertreten und die in die Nähe der Berührungsstelle tretenden Personen in höchstem Maße gefährden.

Zu 6 und 7. Dieses könnte das Reißen und Herabfallen der Drähte und damit eine Gefährdung der Vorüberkommenden zur Folge haben. Außerdem kann das Reißen auch nur eines einzigen Drahtes die öffentliche Stromversorgung eines großen Bezirkes und somit die Stilllegung vieler landwirtschaftlicher und gewerblicher Betriebe nach sich ziehen.

Zu 8. Die Transformatoren- und Schaltstationen sollen stets verschlossen gehalten werden, so daß sie Unbefugten unzugänglich sind. Jedoch kann durch Fahrlässigkeit, infolge Abbrechens eines Schlüssels oder aus einem ähnlichen Grunde die Tür eines Transformatorenhäuschens einmal unverschlossen bleiben. In einem solchen Falle würde sich, da ein großer Teil der Einrichtung in einer Transformatorenstation unter Hochspannung steht, ein den Raum betretender Nichtfachmann in unmittelbare Lebensgefahr begeben.

Da es vielfach vorgekommen ist, daß elektrische Leitungen mit Rücksicht auf ihren hohen Metallwert gestohlen worden sind, hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke sich darum bemüht, daß derartige Diebstähle an Leitungsanlagen besonders schwer bestraft werden. Diesen

Anregungen folgend, sind in das Gesetz über den Verkehr mit unedlen Metallen, in Geltung vom 15. Juli 1923 ab, nachfolgende neue Paragraphen aufgenommen worden.

- § 18. Wer einen Diebstahl an einem Gegenstand aus unedlem Metall begeht, der zum öffentlichen Nutzen dient oder öffentlich aufgestellt ist, oder der einen Teil eines Gebäudes bildet oder in einem Gebäude zu dessen Ausstattung angebracht ist, wird wegen schweren Diebstahls (§ 243 des Strafgesetzbuches) bestraft. Das Gleiche gilt für den Diebstahl von Maschinenbestandteilen und sonstigen Betriebsmitteln aus unedlem Metall, deren Wegnahme die gesicherte Fortführung des Betriebes erheblich gefährdet.
- § 19. Wer beim Betrieb eines Gewerbes der in § 1 bezeichneten Art einen Gegenstand aus unedlem Metalle, von dem er aus Fahrlässigkeit nicht erkannt hat, daß er mittels einer strafbaren Handlung erlangt ist, verheimlicht, antauft, zum Pfande nimmt oder sonst an sich bringt oder zu seinem Absatz bei anderen mitwirkt, wird mit Gefängnis bis zu einem Jahre und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen bestraft.

Bei elektrischen Leitungsnetzen werden meist Betriebsfernsprechanlagen eingerichtet<sup>1</sup>. Die Ausführung solcher für Elektrizitätsunternehmungen zur öffentlichen Versorgung mit Licht und Kraft ist durch das am 14. Januar 1928 erlassene „Gesetz über Fernmeldeanlagen“, das im Reichsgesetzblatt vom 20. Januar 1928 bekanntgegeben worden ist, erleichtert worden. Die §§ 2 und 3 desselben sind mit Rücksicht auf die große Bedeutung für die Betriebe nachstehend wiedergegeben:

### § 2.

(1.) Die Befugnis zur Errichtung und zum Betrieb einzelner Fernmeldeanlagen kann verliehen werden. Die Verleihung kann für bestimmte Strecken oder Bezirke erteilt werden.

(2.) Die Verleihung sowie die Festsetzung der Bedingungen der Verleihung stehen dem Reichspostminister oder den von ihm hierzu ermächtigten Behörden zu. Sie muß für Fernmeldeanlagen, die von Elektrizitätsunternehmungen zur öffentlichen Versorgung mit Licht und Kraft, die der allgemeinen Versorgung von Gemeinden oder größerer Gebietsteile zu dienen bestimmt sind, zum Zwecke ihres Betriebs verwendet werden sollen, erteilt werden, soweit nicht Betriebsinteressen der Deutschen Reichspost entgegenstehen; dies gilt nicht für Funthanlagen.

### § 3.

(1.) Ohne Verleihung (§ 2) können errichtet und betrieben werden (genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen):

1. Fernmeldeanlagen, welche ausschließlich dem inneren Dienste von Behörden der Länder, der Gemeinden oder Gemeindeverbände sowie von Deichkorporationen, Ziel- und Entwässerungsverbänden gewidmet sind;

2. Fernmeldeanlagen, welche von Transportanstalten auf ihren Linien ausschließlich zu Zwecken ihres Betriebs oder für die Vermittlung von Nachrichten innerhalb der bisherigen Grenzen benutzt werden;

3. Fernmeldeanlagen

a) innerhalb der Grenzen eines Grundstücks,

<sup>1</sup> ETZ 1926, S. 1337.

b) zwischen mehreren einem Besitzer gehörigen oder zu einem Betriebe vereinigten Grundstücken, deren keines von dem anderen über 25 km in der Luftlinie entfernt ist, wenn diese Anlagen ausschließlich für den der Benutzung der Grundstücke entsprechenden unentgeltlichen Verkehr bestimmt sind.

(2.) Die Vorschriften des Abs. 1 gelten nicht für Funkanlagen.

(3.) Für die Frage, ob die Voraussetzungen des Abs. 1 vorliegen, ist der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten gegeben.

Bezüglich der rechtlichen Seite der Gefährdung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromfreileitungen sei auf den Aufsatz „Rechtsschutz gegen elektrische Fernwirkungen“, der in der Elektrizitätswirtschaft 1931, S. 383 abgedruckt ist und über den ETZ 1931, S. 1071 berichtet, hingewiesen.

Soweit Starkstromleitungen Postleitungen kreuzen, muß dies nach den „Vorschriften für die bruchsiclere Führung von Starkstromleitungen mit Betriebspannungen von 1000 V und mehr über Postleitungen“ geschehen, die vom Reichs-Postministerium auf Grund gemeinsamer Beratungen mit dem VDE erlassen und ab 1. Juli 1924 gültig sind; sie sind ETZ 1924, S. 938; 1926, S. 744; 1928, S. 489 und 1929, S. 726 abgedruckt. In diesen Vorschriften ist über die Unterhaltung solcher Postkreuzungen folgendes bestimmt:

Die bruchsicleren Überführungen sind dauernd in gutem Zustande zu erhalten. Eisen- und Stahlseile müssen ausgewechselt werden, sobald aus einem Kostensatz auf Zerstörung des Zinküberzuges geschlossen werden kann. Holzmaße sollen mindestens zweimal im Jahre in bezug auf die Beschaffenheit des Holzes, den senkrechten Stand in der Linie, den Zustand der Querträger usw. untersucht werden. Mängel, die hierbei zutage treten, müssen sofort beseitigt werden. Der Anstrich der Eisenteile ist rechtzeitig zu erneuern.

Weiter sind hinsichtlich der Fernmeldeleitungen noch folgende Bestimmungen zu beachten:

Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen (ETZ 1908, S. 876);

Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu den „Allgemeinen Vorschriften“ (ETZ 1928, S. 1132);

Leitfätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen (ETZ 1925, S. 818, 1126 u. 1526).

Die international gültigen „Leitfätze für Maßnahmen zum Schutze der Telegraphenanlagen gegen die störenden Einflüsse elektrischer Bahnen und Starkstromanlagen“ siehe ETZ 1931, S. 1194.

Freileitungen, die Eisenbahnen kreuzen, müssen an der Kreuzungsstelle nach den vom Reichsverkehrsministerium, auf Grund gemeinsamer Beratungen mit dem VDE erlassenen „Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen BKV“, die ETZ 1922, S. 62; 1928, S. 1023;



1929, S. 409; 1930, S. 260 u. 1314; 1931, S. 124 veröffentlicht sind, gebaut werden. In diesen Vorschriften sind auch in § 5 bestimmte Angaben über die Unterhaltung der Kreuzungen festgelegt. Danach muß zu allen Änderungs- sowie Unterhaltungsarbeiten, die die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes gefährden können, vor Inangriffnahme die Genehmigung eingeholt und vor Beginn der Arbeiten Anzeige erstattet werden. Arbeiten, die die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes gefährden können, dürfen nur unter Aufsicht eines Beauftragten der Reichseisenbahn ausgeführt werden. Die hierdurch entstehenden Kosten hat der Unternehmer der Starkstromanlage zu tragen; er hat den Weisungen der mit der Aufsicht Beauftragten Folge zu leisten. Arbeiten im Bereich der Bahngleise, Zufuhrstraßen und Vorplätze können nach dem Ermessen der Reichsbahn von dieser selbst auf Kosten des Unternehmers der Starkstromanlage bewirkt werden. Der Reichsbahn steht das Recht zu, alle oberirdischen genehmigungspflichtigen Starkstromanlagen alle drei Jahre auf ihren ordnungsmäßigen Zustand zu prüfen. Der Unternehmer der Starkstromanlage hat auf Anfordern diese Prüfung vorzubereiten und sich daran zu beteiligen. Das Ergebnis dieser Prüfungen ist in besondere Prüfbücher einzutragen, die auf Anfordern der Reichsbahn jederzeit vorzulegen sind. Ergibt eine solche Prüfung den begründeten Verdacht, daß sich die Anlage in einem nicht ordnungsmäßigen, den Bahnbetrieb gefährdenden Zustande befindet, so ist sie auf Anfordern der Reichsbahn zu Prüfungszwecken alsbald außer Spannung zu setzen. Werden die Anlagen nach Ansicht der Reichsbahn nicht ordnungsgemäß unterhalten, so kann sie die erforderlichen Arbeiten auf Kosten des Beliehenen ausführen lassen.

Ferner sind für Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs noch die Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen zu beachten, die in ETZ 1922, S. 62; 1928, S. 1023; 1929, S. 409; 1930, S. 260 u. 1314; 1931, S. 124 abgedruckt sind.

Hinsichtlich der Kreuzungen wird die Reichsbahn durch die nachfolgenden Amtsstellen vertreten:

im Bereich der Reichsbahndirektionen in Preußen,	} durch die Reichsbahndirektionen
"    "    "    Hessen, Schwerin u. Oldenburg	
"    "    "    Gruppenverwaltung Bayern	} durch die Reichsbahn-Betriebsämter oder Neubauämter
"    "    "    Reichsbahndirektionen Dresden und Stuttgart	
"    "    "    Reichsbahndirektion Karlsruhe	} durch die Reichsbahn-Bauämter oder Neubauämter

Über Leitungen, die Reichswasserstraßen kreuzen, sind vom DVE gleichfalls Vorschriften aufgestellt worden unter der Bezeichnung „Vorschriften<sup>1</sup> für die Kreuzung von Wasserstraßen durch fremde Starkstrom-

<sup>1</sup> ETZ 1928, S. 515. Diese Vorschriften können bezogen werden durch Carl Heymann's Verlag, Berlin W 8, Mauerstr. 44.

anlagen WKV 1927". In § 5 dieser Vorschriften sind Angaben über die Unterhaltung der Kreuzungen wie folgt festgelegt:

1. Bei Unterhaltungsarbeiten, die die Vorflut oder die Schifffahrt beeinträchtigen oder gefährden können, hat der Unternehmer zuvor die Genehmigung der Reichswasserstraßenverwaltung einzuholen und dieser vor Beginn der Arbeiten rechtzeitig Anzeige zu erstatten.

2. Alle oberirdischen Starkstromanlagen sollen mindestens alle drei Jahre auf ihren ordnungsmäßigen Zustand geprüft werden. Der Zeitpunkt der Prüfung ist der Verwaltung so rechtzeitig bekanntzugeben, daß sie einen Beamten hierzu abordnen kann.

3. Das Ergebnis dieser wiederkehrenden Prüfungen hat der Unternehmer in das Prüfungsbuch einzutragen, das er für seine Leitungsanlage führt, und von dem bei der Prüfung anwesenden Beamten der Reichswasserstraßenverwaltung bestätigen zu lassen. Der Reichswasserstraßenverwaltung ist Einsicht in die Prüfungsbücher zu gestatten.

4. Werden die Anlagen nach Ansicht der Reichswasserstraßenverwaltung nicht ordnungsmäßig unterhalten, so wird diese die Genehmigung widerrufen oder die erforderlichen Arbeiten auf Kosten des Unternehmers nach Ablauf einer gestellten angemessenen Frist ausführen lassen. Dem Unternehmer muß vor erfolgendem Widerruf eine angemessene Frist zur Ausführung der Arbeiten gesetzt werden.

5. Mängel sind unverzüglich abzustellen. Ist dieses nicht möglich, so ist umgehend der Reichswasserstraßenverwaltung Mitteilung zu machen.

Besonderere Aufsicht bedürfen die Einführungen der Freileitungen in die Unterstationen und Transformatorhäuschen, sowie die Einführung der Niederspannungsfreileitungen in die Häuser. Werden letztere als Dachständerführungen hergestellt, so ist besonders für gute Abdichtung zu sorgen. In dem Dachständerrohr auftretendes Kondens- oder Spritzwasser darf nicht an die Hausanschlusssicherungen gelangen, und der Zugang zu letzteren muß stets freigehalten werden.

Die Transformatorhäuschen müssen fortgesetzt gut überwacht werden. Insbesondere ist auch dafür zu sorgen, daß diese Häuschen dauernd gut abgeschlossen sind<sup>1</sup>.

Mehrfach ist bei größeren Freileitungsnetzen beobachtet worden, daß die angeschlossenen Drehstrommotoren plötzlich rückwärts laufen. Diese Erscheinung ist auf das sogenannte „Rippen“ zurückzuführen; reißt nämlich eine Leitung derart, daß das heruntergebrochene Ende nach der Seite des Kraftwerkes hin an Erde liegt, während das von der Erde isoliert bleibende Ende auf der Reihseite sich befindet, so wird die Spannung an der offenen Phase höher als die doppelte Spannung zwischen Leitung und Leitung. Das Spannungsdreieck ist dadurch vollkommen verändert, so daß die Motoren die umgekehrte Drehrichtung annehmen können<sup>2</sup>. Die

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe El. Be. 1925, S. 131.

<sup>2</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1915, S. 353 und 1916, S. 259.

Leitfäße für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen des VDE schreiben daher vor, daß zur Verhütung von Rippüberspannungen längere Leitungen nicht einpolig durch Trennschalter oder Sicherungen abgetrennt werden dürfen. Aus dem gleichen Grunde ist auch auf das Vermeiden von Leitungsbrüchen infolge Abbrandes Bedacht zu nehmen, und bei Mehrkesselölschaltern ist besonders darauf zu achten, daß sie zuverlässig in allen Polen zugleich schalten. Das Schalten mit einpoligen Trennschaltern ist nur bei kleinen Transformatoren und Spannungswandlern bis etwa 20 kV zulässig.

Nach den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften müssen Gerüste, Stroh- und Getreidediemen (Schober, Feimen) sowie sonstige Aufbauten (dazu gehören auch Feldscheunen, Leitern zum Obstpflücken und zum Feuerlöschen) von Freileitungen einen Mindestabstand von 10 m haben, damit nicht Personen unmittelbar oder mit Geräten die Leitungen berühren können. Sind Leitungen niedriger als 2,5 m über Dächer geführt, so muß sichtbar eine Warnungstafel aufgehängt sein mit der Aufschrift: „Das Berühren der Leitungen ist lebensgefährlich“.

Ausbesserungs- und andere Arbeiten an Dächern und Gebäudeteilen, bei denen Freileitungen so nahe vorbeigehen, daß sie unmittelbar oder mit Geräten unabsichtlich berührt werden können, dürfen erst ausgeführt werden, nachdem diese Leitungen spannungslos gemacht oder gegen Berührung gesichert sind.

Die Vornahme von Instandsetzungs-, Ausbesserungs-, Revisions- und Reinigungsarbeiten an Teilen der elektrischen Anlage in landwirtschaftlichen Betrieben ist erst nach Ausschaltung des betreffenden Teils der elektrischen Anlage statthaft.

Sind Leitungen spannungslos gemacht worden, um Arbeiten auszuführen, so ist für die Dauer der Arbeiten an dem betreffenden Ausschalter ein Schild anzubringen mit der Aufschrift: „Nicht schalten!“. Die spannungslosen Leitungen selbst sind in der Nähe der Arbeitsstelle kurz zu schließen und zu erden.

Für die Beachtung dieser Vorschriften ist der Betriebsunternehmer, bei dem die Arbeiten ausgeführt werden, verantwortlich.

### Umhüllte Leitungen.

Umhüllte Leitungen gelten nicht als isolierte Leitungen. Man unterscheidet folgende Arten von umhüllten Leitungen:

Wetterfeste Leitungen . . . . .	(LW und PLW)
Nullleiterdrähte (hellgraue Umhüllung). . . . .	(NL)
Nullleiter für Verlegung im Erdboden . . . . .	(NE und NBE)

Die wetterfesten Leitungen sind geeignet zur Verwendung als Freileitungen, zu Installationen im Freien sowie in Fällen, in denen Schutz gegen chemische Einflüsse oder Feuchtigkeit erforderlich ist.

Die Nullleiterdrähte sind vorgesehen für Verwendung als Nullleiter in Starkstromanlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde, aber nicht zur Verlegung im Erdboden.

Die Nullleiter für Verlegung im Erdboden sind dagegen, wie der Name schon sagt, zur Verlegung im Erdboden bestimmt. Sie sind aber auch in solchen Fällen geeignet, in denen Schutz gegen chemische Einwirkung erforderlich ist. Bei der Ausführung NBE ist der Leiter zunächst mit einem Bleimantel und dann mit einer Umhüllung wie bei Bauart NE umgeben. Diese Maßnahme ist durchgeführt worden mit Rücksicht auf die Anfrissgefährdung, weil Blei einen größeren Widerstand gegen die chemische Einwirkung des Erdbodens bietet. In zweifelhaften Fällen empfiehlt sich die Einsendung einer Bodenprobe an das Lieferwerk.

### Isolierte Leitungen.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Für gummiisolierte Drähte sollten grundsätzlich nur Fabrikate verwendet werden, die eine den Verbandsvorschriften entsprechende Gummihülle besitzen. Eine solche ist sichergestellt, wenn die isolierten Leitungen mit den vorgeschriebenen Kennfäden versehen sind. Der Kennfaden, welcher die richtige Gummimischung und die normalen Abmessungen der Gummischicht anzeigt, bestand bis Ende Dezember 1926 aus einem weißen Faden, der vom 1. Januar 1927 ab durch einen schwarz-roten ersetzt worden ist. Neben diesem muß jede Leitung auch noch einen Firmenkennfaden besitzen, den die Prüfstelle des VDE dem betreffenden Hersteller verleiht und der für jede Firma eine andere Farbe bzw. Farbenzusammenstellung besitzt. Beide Kennfäden müssen unmittelbar unter der inneren Beflechtung, bei Gummischlauchleitungen unter dem inneren Gummimantel eingelegt sein. Kennfäden, deren Farben durch Tränkung nicht mehr deutlich zu unterscheiden sind, können durch Abwaschen mit Benzin kennbar gemacht werden.

Die Gummihülle der Leitungen muß nach Fertigstellung folgender Zusammenetzung entsprechen:

Mindestens 33,3% Rohkautschuk, höchstens 66,7% Füllstoffe einschließlich Schwefel. Von organischen Zusatzstoffen ist ein Gehalt an festen Paraffinkohlenwasserstoffen bis zu einer Höchstmenge von 5% gestattet. Außerdem ist es zulässig, organische Beschleuniger, Antioxydantien und ähnliche Stoffe der Kautschummischung zuzusetzen. Diese Zusatzstoffe müssen jedoch so gewählt sein, daß, nach dem vereinbarten Analysenverfahren ermittelt, die Grenzwerte von 4% für den scheinbaren Harzgehalt und 1,5% für verseifbare Stoffe, beides bezogen auf die 33 1/3% proz. Mischung, eingehalten werden.

Das spezifische Gewicht  $S$  der Gummisolation muß mindestens sein:

$$S = \frac{178 - 0,85r}{100},$$

wobei  $r$  der Gehalt an Kautschuk in Prozenten ist. Bei einem Kautschukgehalt von 33,3% muß also das spezifische Gewicht mindestens 1,50 sein.

Einzelheiten über die Gummimischung, ihre Eigenschaften usw. sind den Erläuterungen von Dr. R. Apt „Isolierte Leitungen und Kabel“, 3. Auflage, 1928, Verlag Julius Springer, S. 51 bis 57 zu entnehmen.

Über die Untersuchung der Gummimischung auf ihre richtige Zusammensetzung sind eingehende Festsetzungen getroffen worden, über die gleichfalls in den genannten Erläuterungen von Dr. R. Apt auf S. 57 bis 70 genaue Angaben gemacht sind. Die Untersuchung erstreckt sich auf:

1. Bestimmung des spezifischen Gewichts.
2. Bestimmung der in Azeton löslichen Anteile. Hierin werden bestimmt:
  - a) Paraffinkohlenwasserstoffe und der darin enthaltene Schwefel,
  - b) der gesamte im Azetonauszug enthaltene Schwefel.
3. Bestimmung der in Chloroform löslichen Anteile.
4. Bestimmung der Füllstoffe.
5. Bestimmung der in  $n/2$ -alkoholischer Kalilauge löslichen Anteile.

Zu einer Untersuchung sind mindestens 30 g Kautschukmaterial erforderlich, das den fertigen Drähten zu entnehmen ist. Das Abziehen der Umklöppelung und des gummierten Bandes der Drähte soll nacheinander erfolgen und hat mit besonderer Vorsicht zu geschehen, damit die Imprägniermasse nicht mit dem Abergummi in Berührung kommt.

Über die fünf vorstehend aufgeführten Untersuchungen sind vom VDE eingehende Ausführungsbestimmungen nebst Erläuterungen dazu aufgestellt worden.

Es ist auch die Möglichkeit gegeben, Überprüfungen gummiisolierter Leitungen, die mit den Verbands- und Firmenkennfäden versehen sind, vornehmen zu lassen. Diesbezüglich wende man sich an die Prüfstelle des VDE Berlin.

Ein Antrag auf Überprüfung ist schriftlich bei der Prüfstelle einzureichen, wobei anzugeben ist:

1. Genaue Adresse des Antragstellers.
2. Ob der Antragsteller Mitglied eines der an der Gründung der Prüfstelle beteiligten Verbände ist oder nicht.
3. Genaue Adresse für die Rücksendung der geprüften Leitungen.

Nach schriftlicher Bestätigung des Antrages durch die Prüfstelle zahlt der Antragsteller die Gebühr ein und sendet eine von der Prüfstelle anzugebende Probenlänge an die in der Bestätigung des Antrages angegebene Adresse. Nach erfolgter Prüfung verständigt die Prüfstelle den Antragsteller schriftlich vom Prüfergebnis und sendet einen Teil der geprüften Ware an den Antragsteller zurück.

Die Einzeladern in Mehrfachleitungen sind durch Färbung voneinander unterscheidbar. Die Kennzeichnung erfolgt durch Färbung der Baumwollbespinnung über der Kupferseele oder durch Färbung des gummierten Bandes über der Gummihülle oder durch verschiedene Färbung der Gummihülle selbst.

Die zur Kennzeichnung verwendeten Farben sollen sein:

- 2 Adern: hellgrau-schwarz.
- 3 Adern: hellgrau-schwarz-rot.
- 4 Adern: hellgrau-schwarz-rot-blau.

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

Man unterscheidet folgende Arten von isolierten Leitungen:

### I. Leitungen für feste Verlegung.

Gummiaderleitungen . . . . .	(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 . . . . .	(NRA)
Kabelähnliche Leitungen für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde (für Verlegung im Erdboden nicht zulässig):	
Rohrdrähte mit besonderer Umhüllung über dem Metallmantel . . . . .	(NRU)
Bleimantelleitungen zur festen Verlegung über Fuß	
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)

### III. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher.

Gummiaderschnüre mit gemeinsamer Beflechtung für sämtliche Adern (Zimmer schnüre) für geringe mechanische Beanspruchung in trockenen Wohnräumen . . . . .	(NSA)
Werkstatt schnüre für mittlere mechanische Beanspruchung in Werkstätten und Wirtschaftsräumen . . . . .	(NWK)
Gummischlauchleitungen:	
Leichte Ausführung zum Anschluß von Tischlampen und leichten Zimmergeräten (Bügeleisen, Heizkissen, Heizluftgeräten, 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, Sandbohrmaschinen, Handleuchtern usw.) für mittlere mechanische Beanspruchungen. . . . .	(NMH)
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)
Diebstahlsichere Theaterleitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Beleuchtungskörper	
Soffittenleitungen . . . . .	(NTK)
Verfahrsleitungen . . . . .	(NTSK)
Leitungstrassen für besonders hohe mechanische Anforderungen . . . . .	(NT)

Da die isolierten Leitungen leicht mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sein können, verlangen die Errichtungsvorschriften, daß sie tunlichst geschützt werden müssen. Weiter ist darin bestimmt, daß jede neue Starkstromanlage einen angemessenen Isolationszustand haben muß, und die Betriebsvorschriften fordern in § 2, daß die elektrischen Anlagen, den Errichtungsvorschriften entsprechend, in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten sind. Dementsprechend bestimmen die allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik in § 151, daß die elektrischen Anlagen dauernd in gutem Isolationszustande zu erhalten sind.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften V, § 9 ist verlangt, daß besondere Vorsichtsmaßregeln dagegen zu treffen sind, daß in feuchten oder solchen Räumen, in denen Säuren, Gase oder Dämpfe auftreten, die die Isolationsstoffe angreifen, die isolierenden Leitungshüllen nicht zerstört werden.

Besonders gefährdet sind die beweglichen Leitungen, weil sie oft sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Es empfiehlt sich daher, nur kräftige, am besten runde Zuleitungsschnüre zu verwenden. Gummischlauchleitungen sind besonders zu empfehlen, weil sie weniger Knick bilden. Zerfranste, verknotete oder verwurzelte Zuleitungen oder Leitungen mit blanken Stellen müssen umgehend durch neue ersetzt werden. Besonders ist auch auf die Einführungsstellen der Leitungen zu achten. An diesen sollten immer Schutzvorrichtungen vorhanden sein, so daß scharfe Kanten die Leitungen nicht beschädigen können. Bewegliche Leitungen sollten auch nie auf Heizkörper oder Öfen gelegt werden, weil dadurch die Isolierhülle Schaden leidet. In dem Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft ist auch besonders darauf hingewiesen, daß die beweglichen Anschlußkabel vor jeder Benutzung daraufhin geprüft werden sollten, ob die Schutzhülle (und der Stecker) noch in Ordnung ist. Sie sollten im landwirtschaftlichen Betriebe über kleine Holzgabeln od. dgl. geführt werden, und nicht mit Stroh od. dgl. bedeckt sein. Wichtig ist ferner, daß sie vor Überfahren und Betreten geschützt werden, was man leicht dadurch erreichen kann, daß die beweglichen Leitungen mit Holzrollen bewehrt werden, die etwa in 1 m Abstand anzubringen sind.

Leitungen und deren Träger sollten nicht zum Aufhängen von Kleidungsstücken oder Geräten, wie Peitschen, Ketten, Stricken usw., benutzt werden.

Wie vorstehend erwähnt, sind die beweglichen Leitungen häufig Beschädigungen ausgesetzt. Soweit diese bei Gummischlauchleitungen nur den äußeren Gummimantel betreffen, lassen sie sich in verhältnismäßig einfacher Weise durch Umwickeln mit schnell vulkanisierbarem Gummiband und Vulkanisieren in einer Compoundmasse von ca. 180° C leicht wieder herstellen<sup>1</sup>.

Zur Bestimmung des Fehlerortes in einer isolierten Leitung dienen hauptsächlich die Spannungsabfallmethode und die Schleifenmethode. Näheres über diese ist aus dem Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 441 bis 446 zu ersehen.

Zum direkten Auffuchen von Isolationsfehlern in Leitungsanlagen dient der Diebe-Anleger oder das Induktionsdreieck in Verbindung mit einem Telefon oder Meßinstrument. Näheres darüber ist auch aus dem Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 446 und 447 zu ersehen.

Bei Verlegung isolierter Leitungen in Rohren in zeitweilig feuchten landwirtschaftlichen Räumen müssen nach den Leitfäden für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft die Rohre einen Schutzanstrich erhalten. Ein solcher muß naturgemäß in gewissen Zwischenräumen erneuert werden, da ja seine Schutzwirkung mit der Zeit nachläßt.

Nach dem Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft sollen Einführungsstellen von Leitungen in Gebäude von entzündlichen Stoffen freigehalten werden und der ständigen Beobachtung zugänglich bleiben.

Während des Krieges und eine kurze Zeit nachher mußten infolge des herrschenden Materialmangels vielfach Ersatzleitungen aus Zink und Eisen benutzt werden. Über den Zeitpunkt, bis zu dem diese Ersatzleitungen wieder zu beseitigen sind, besteht keine Vorschrift. Es gilt dafür nur das in § 2a der Betriebsvorschriften Erwähnte betr. Beseitigung erheblicher Mängel, wenn sie das Leben und die Gesundheit von Personen gefährden. Ob dies zutrifft, ist im Einzelfalle zu entscheiden<sup>2</sup>.

Es kommt zuweilen vor, daß Anlagen, die zunächst mit Gleichstrom betrieben worden sind, bei Vergrößerung auf Drehstrom umgeschaltet werden sollen. Es ist dann Vorsicht geboten, im Hinblick auf die Bestimmung des § 21h der Errichtungsvorschriften, weil leicht eine Erwärmung von eisenumhüllten oder durch Eisenrohre geschützten Leitungen eintreten kann<sup>3</sup>.

### Kabel.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer

<sup>1</sup> Vpt, Dr. R.: Isolierte Leitungen und Kabel. 3. Aufl., S. 113.

<sup>2</sup> ETZ 1925, S. 1513.

<sup>3</sup> Näheres darüber ist aus Dettmar, Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen, zweite Auflage, S. 170 zu ersehen.



Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Da Gummibleikabel wie NGA- bzw. NSGA-Leitungen aufgebaut sind, ist ihre vorchriftsmäßige Isolierung aus dem Vorhandensein der Kennfäden ersichtlich. Das gleiche gilt auch für Gummibleikabel bei Reflamebeleuchtung, die den Fassungsadern (NFA) entsprechen.

Bei Papierbleikabeln war früher der vorchriftsgemäße Aufbau dann gewährleistet, wenn zwischen Bleimantel und Bewehrung (bei Herstellung des Kabels vor dem 1. Januar 1928) ein längslaufender verzinkter Eisendraht vorhanden war, während bei solchen, die nach diesem Termin ausgeführt sind, die vorchriftsgemäße Herstellung gesichert ist, wenn sich unter dem Bleimantel ein Kennstreifen mit dem Firmenaufdruck des Herstellers und dem Vermerk VSK/1928 befindet.

Es wurden folgende Kabelarten unterschieden:

Gummibleikabel.

Normale Gummibleikabel.

Gummibleikabel für Reflamebeleuchtung.

Papierbleikabel.

Einleiter-Gleichstrombleikabel.

Einleiter-Wechselstrombleikabel.

Verseilte Mehrleiterbleikabel.

Zur Kennzeichnung der verschiedenen Ausführungsformen dient folgende Bezeichnung:

- NK für Kabel mit blankem Bleimantel,
- NKA für Kabel mit asphaltiertem Bleimantel,
- NKBA für Kabel mit asphaltierter Bandeisengewehrung,
- NKFA für Kabel mit asphaltierter Flachdrahtbewehrung,
- NKRA für Kabel mit asphaltierter Runddrahtbewehrung,
- NKRRA für Kabel mit asphaltierter doppelter Runddrahtbewehrung,
- NKZA für Kabel mit asphaltierter Z-förmiger Profildrahtbewehrung,
- NKZRA für Kabel mit asphaltierter Z-förmiger Profildrahtbewehrung und darüberliegender Runddrahtbewehrung.

Erhalten die Kabel eine doppelte Zuteasphaltierung, wird der jeweiligen Bezeichnung wie oben noch ein „A“ angehängt. Wenn die Leiter aus Aluminium bestehen, wird hinter dem „N“ ein „A“ eingefügt. Der allgemeinen Bezeichnung folgen die Leiterzahl, Querschnittsangabe, die Leiterform

„r“ für Leiter kreisförmigen Querschnittes,

„s“ für Leiter sektorförmigen Querschnittes

und die Angabe der Betriebsspannung in kV, für die das Kabel gebaut ist. Z. B.: NKBA 3 × 150 r · 15 kV.

Die Einzeladern von Mehrfach-Papierbleikabeln sind durch Färbung voneinander unterscheidbar, und zwar ist verwendet bei

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.

Zur Bestimmung des Fehlerortes in einer Leitung dienen vornehmlich die Spannungsabfallmethode und die Schleifenmethode<sup>1</sup>. Zum direkten Auffuchen von Isolationsfehlern kann auch der Anleger von Diege oder das Induktionsdreieck in Verbindung mit einem Telephon oder einem Meßinstrument dienen. Man schickt einen Wechselstrom oder pulsierenden Gleichstrom so in die fehlerhafte Leitung, daß er nur auf diesem Wege zur Fehlerstelle fließen kann und dann diese durchfließen muß. Geschlossene Netzmaschen sind aufzulösen. Es lassen sich so bereits Fehlerströme von 0,01 A abhören. Bei Gleichstromanlagen kann man den Fehlerstrom über den Betriebsstrom lagern.

Eine weitere Methode zur Auffindung von Isolationsfehlern an armierten Kabeln ist die von Wurnbach, die ETZ 1919, S. 212 beschrieben ist.

Unterbrechungen in Kabeln werden in einem geschlossenen Netz oft erst sehr spät wahrgenommen<sup>2</sup>.

Über ein Verfahren zur Auffindung unterirdisch oder verdeckt verlegter metallischer Leitungen ist Näheres ETZ 1920, S. 435 angegeben.

Kabel können leicht durch Erdströme elektrischer Bahnen, durch Fremdströme von Nachbarkabeln, durch Eigenströme bei Kabelfehlern sowie durch Elementbildung infolge ungünstiger Bodenbeschaffenheit gefährdet werden. Näheres darüber ist zu ersehen aus ETZ 1921, S. 1451; 1928, S. 1750, El.Be. 1924, S. 190; 1926, S. 41; 1931, S. 1418. Ferner ist Blei gegen Kalk (Verputz des Mauerwerkes) sowie gegen Ammoniak und einige organische Säuren zu schützen, da es von ihnen stark angegriffen wird.

Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Instandhaltung der Muffen und Endverschlüsse deswegen anzuraten, weil diese erst an Ort und Stelle fertig gemacht werden können und insolgedessen die Güte der Ausführung wesentlich von der Tüchtigkeit und der Sorgfalt des betreffenden Kabelmonteurs abhängt. Ganz besonders wichtig ist das bei Muffen und Endverschlüssen für höhere Spannungen und bei Abzweigmuffen. Über die Vergußmassen, die bei Kabelzubehörteilen verwendet werden, sind vom VDE besondere „Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Vergußmassen für Kabelzubehörteile“ aufgestellt worden, die ETZ 1927, S. 25, 857 und 1089 abgedruckt und seit dem 1. Juli 1927 in Geltung sind. Die wichtigsten Bestimmungen dieser Vorschriften sind nachstehend wiedergegeben:

Unter Vergußmassen für Kabelzubehörteile sind hochisolierende, homogene und gleichmäßig schmelzbare Massen zu verstehen, die dazu dienen sollen, Verbindungsmuffen, Endverschlüsse und sonstige Zubehörteile von Kabeln auszugießen oder Kabelenden abzubrühen.

Es werden je nach dem Verwendungszweck folgende Arten von Massen unterschieden:

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 441—446.

<sup>2</sup> Näheres siehe ETZ 1915, S. 445.

A. Vergußmassen für Zubehörteile von Starkstromkabeln zur Verwendung unter Erde,

B. Vergußmassen für Zubehörteile von Starkstromkabeln zur Verwendung in Innenräumen,

C. Vergußmassen für Zubehörteile von Fernmeldekabeln.

D. Abbrüßmassen.

Die Massen dürfen keine Steinkohlen-, Generator- und Braunkohlen-Teerpeche enthalten.

Die Massen dürfen keine Glycerin- und Zellpeche und wasserlöslichen Salze enthalten.

Die Massen dürfen keine wasserlöslichen Säuren oder Basen enthalten.

Der Abdampfverlust der Massen darf nicht größer als 1,5% sein.

Die Massen müssen im erstarrten Zustande blasenfrei und von homogener Struktur sein.

Der Tropfpunkt nach Ubbelohde muß mindestens betragen bei Masse:

A. 65° C

B. 90° C

C. 50° C

D. 35° C

Die Haftfestigkeit der Massen muß so groß sein, daß sie der Bleistreifenprobe bei folgenden Versuchstemperaturen genügt:

A. 0° C

B. 20° C

C. 20° C

D. 0° C

Der Flüssigkeitsgrad, bezogen auf Wasser von 20° C und gemessen im Engler'schen Apparat mit 5 mm Ausflußöffnung, darf bei nachstehend angegebenen Ausflußtemperaturen folgende Werte nicht überschreiten:

Temperatur	Flüssigkeitsgrad
A. 150° C	12
B. 190° C	18
C. 135° C	4
D. 120° C	1,5

Die Versuchstemperatur der Engler'schen Probe entspricht der zweckmäßigen Verarbeitungstemperatur der Masse:

Die Massen C und D müssen so beschaffen sein, daß nach dem Ausschmelzen oder Abbrüßen die Farbe des Folierpapiereß noch erkennbar ist.

Es ist davon abgesehen worden, den vorstehenden Prüfungsvorschriften noch eine solche anzufügen, die zur Beurteilung der elektrischen Qualität dient, da es sich gezeigt hat, daß die erforderliche Durchschlagsfestigkeit und das Foliervermögen der Massen durch die im vorstehenden niedergelegten physikalischen und insbesondere auch die chemischen Prüfverfahren in solchem Maße sichergestellt ist, daß eine Untersuchung in dieser Hinsicht sich erübrigt.

Die Massen sind in Blechgefäßen zu liefern, auf denen Ursprungszeichen, VDE-Zeichen (soweit dieses erteilt ist) sowie die Bearbeitungs-

temperatur und das Volumengewicht (bis zur 2. Dezimale) deutlich und klar angegeben sind.

Die Massen können mit den verschiedensten physikalischen Eigenschaften hergestellt werden, je nach den Betriebstemperaturen oder sonstigen Einflüssen, welchen sie ausgesetzt sind.

Da namentlich die Betriebstemperatur für die zweckmäßige Auswahl der Vergußmasse von Bedeutung ist und diese in direkter Beziehung zu der Verarbeitungstemperatur steht, so stellt diese ein die Masse kennzeichnendes Kriterium dar und soll deshalb auf jeder Packung deutlich lesbar angegeben sein. Zur Beurteilung der Ausgiebigkeit ist ferner die Angabe des Volumengewichtes erforderlich.

Weiterhin sind in diesen Vorschriften noch ausführliche Prüfbestimmungen enthalten, in denen Angaben über die Probenahme und Probevorbereitung, über die Untersuchung der Vergußmassen auf Steinkohlen-Generator- und Braunkohlenteerpeche, über die Untersuchung auf Glycerin- und Zellpeche und auf wasserlösliche Salze, über die Untersuchung auf wasserlösliche Säuren oder Basen, über die Bestimmung des Abdampfverlustes, über die Untersuchung auf blasenfreie und homogene Struktur, über die Bestimmung des Tropfpunktes, über die Untersuchung auf Haftfestigkeit, über die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades und über die Bestimmung des Volumengewichtes gemacht werden.

Über das Ausgießen der Muffen für liegende Anordnung ist in dem Normenblatt betr. Montageanweisung für Kabelmuffen bis zu 10000 V DIN VDE 7689 folgendes angegeben:

„Beim Ausgießen soll die Muffe wagerecht liegen. Die Masse darf nicht kochen, sondern nur bis zu der für sie vorgesehenen Vergußtemperatur vorsichtig erwärmt werden. Anbrennen ist unter allen Umständen zu vermeiden. Kleine Blasen auf der Oberfläche der Masse zeigen an, daß die Vergußtemperatur erreicht ist. Der Masetopf ist danach vom Feuer zu nehmen. Nach etwa 10 Minuten verschwinden die Blasen und die Masse ist vergußfertig. Gegebenenfalls kann die Temperatur der Masse mit einem Thermometer geprüft werden. Falls die Masse beim Erwärmen sich schäumt — ein Zeichen vorhandener Feuchtigkeit —, so ist sie unter ständigem Umrühren so lange warm zu halten, bis der Schaum vergeht. Angebrannte oder aus alten Garnituren entnommene Masse darf nicht verwendet werden. Die Muffe ist vor dem Vergießen, namentlich bei kalter Witterung, gut anzuwärmen. Hiernach ist die Verbindungsstelle im Muffenunterteil (ohne Oberteil) derart mit Masse zu begießen, daß sämtliche Teile der Aßern und des Bleimantels gut bedeckt sind. Die Enden der Erdzuleitung sind durch die Entlüftung-, Erdungsschrauben des Oberteils hindurchzuführen, das Oberteil ist aufzuschrauben und anzuwärmen. Die Masse wird bis zu den Öffnungen der Entlüftungsschraube nachgegossen. Je nach Größe der Muffe ist in Zwischenpausen so viel Masse nachzugießen, daß die Kabelader dauernd mit Masse bedeckt bleibt. Hierauf ist die Erdzuleitung in der Erdungsschraube durch eine

Kupferbeilage festzukeilen und zu verlöten. Die durchgeführten Enden der Erdzuleitung sind außerhalb der Muffe zu verbinden und gegebenenfalls an einer Erdplatte od. dgl. zu befestigen. Die Masse zum Nachfüllen darf keine zu hohe Temperatur haben. Es genügt, sie so warm zu machen, daß sie sich gerade gießen läßt. Vor dem jeweiligen Nachgießen ist die Eingußöffnung anzuwärmen. Während des Nachgießens ist der Deckel mit einem Luftzwischenraum aufzulegen und mit einem Lappen zu überdecken, so daß weder Staub noch Feuchtigkeit in die Muffe eindringen können. Der Deckel darf während des Erhaltens der Masse auf keinen Fall fest verschlossen sein. Vor dem Erkalten der Muffe sind sämtliche Befestigungsschrauben nochmals nachzuziehen, da durch die Erhitzung des Gehäuses das Material in allen Dichtstellen erweicht. Durch das Nachziehen der Schrauben wird dann eine gute Dichtung erzielt. Die Schrauben sind zum Schutz gegen Rost mit Füllmasse leicht zu übergießen. Bei stehender Anordnung der Muffe gelten entsprechend dem Verwendungszweck besondere Vorschriften."

Über Kabelgarniturteile hat der VDE eine große Anzahl von Normenblättern aufgestellt, über die nachstehendes Verzeichnis Aufschluß gibt.

DIN VDE	Aufschrift	Veröffentlicht ETZ	Letzte Ausgabe
7600	Verbindungs-muffen für Einleiterkabel 6 bis 1000 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 750 V	—	VII. 25.
7601 Bl. 1, 2	Verbindungs-muffen für Mehrleiterkabel 6 bis 400 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25.
7602	Wleiverbindungs-muffen für Einleiterkabel bis 1000 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 750 V	—	VII. 25.
7603	Schutzverbindungs-muffen zu Wleiverbindungs-muffen für Einleiterkabel bis 1000 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 750 V	—	VII. 25.
7604	Wleiverbindungs-muffen für Mehrleiterkabel bis 400 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25. X. 25.
Bl. 1 Bl. 2		—	
7605	Schutzverbindungs-muffen zu Wleiverbindungs-muffen für Mehrleiterkabel bis 400 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25.
7620	Abzweig-muffen für ungeschchnittene Einleiterkabel bis 1000 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 750 V	—	VII. 25.
7621	Abzweig-muffen für Mehrleiterkabel bis 400 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25. X. 25.
Bl. 1 Bl. 2		—	

VDE DIN	Aufschrift	Veröffentlicht ETZ	Letzte Ausgabe
7630	Hausanschlußmuffen für Mehrleiterkabel bis 120 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 750 V	—	VII. 25.
7635	Dichtungsnuten und Falze für Kabelmuffen	—	VII. 25.
7640 Bl. 1, 2	Stege für Verbindungsmuffen, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25.
7641 Bl. 1, 2	Stege für Abzweigmuffen, Spannungen bis 10000 V	—	VII. 25.
7650	Schraubhülsen für Kabelleiter 6 bis 1000 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7651	Abzweig-Schraubhülsen für Kabelleiter 6 bis 1000 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7652	Rappen-Schraubhülsen für Kabelleiter 6 bis 400 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	X. 25.
7653	Befestigungsring und Dichtscheibe für Rappen- Schraubhülsen für Durchführungen nach DIN VDE 8080	—	X. 25.
7655	Lötlöhnen für Prüfdrähte und Kabelleiter 1 bis 4 mm <sup>2</sup> Kupfer-Leiterquerschnitt	—	VII. 25.
7660	Isolierhülsen für Prüfdrähte und Kabelleiter 1 bis 4 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7670	Deckel-Abzweigklemmen für Einleiterkabel 16 bis 1000 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7671	Lagen-Abzweigklemmen für Kabelleiter 6 bis 120 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7675	Entlüftungs-Erdungsschrauben für Kabelmuffen und Endverschlüsse	—	VII. 25.
7676	Gewindestift mit Regelanlaß für Regel-End- verschlüsse nach DIN VDE 7692	—	X. 25.
7680	Kabelschuhe für Kabelleiter 10 bis 50 mm <sup>2</sup> Kupfer-Rundleiterquerschnitt	—	VII. 25.
7689	Montageanweisungen für Kabelmuffen bis 10000 V	—	X. 25.
7690	Flach-Endverschlüsse für Innenräume und blanke Anschlußleitung für Dreileiterkabel 6 bis 400 mm <sup>2</sup> Leiterquerschnitt, Spannungen bis 10000 V	—	X. 25.
7691	Fassungen mit Dichtscheiben für Flach-End- verschlüsse nach DIN VDE 7690	—	X. 25.
7692 Bl. 1, 2	Regel-Endverschlüsse für Ein- und Mehrleiter- kabel in Innenräumen, Spannungen bis 10000 V	—	X. 25.
7693	Deckel für Regel-Endverschlüsse nach DIN VDE 7692	—	X. 25.

VDE DIN	Aufschrift	Veröffentlicht ETZ	Letzte Ausgabe
7694 Bl. 1, 2	Zylinder-Endverschlüsse für Ein- und Mehrleiterkabel in Innenräumen, Spannungen bis 750 V	—	X. 25.
7695	Dedeln für Zylinder-Endverschlüsse nach DIN VDE 7694	—	X. 25.
7696	Befestigungsschellen für Zylinder-Endverschlüsse nach DIN VDE 7694	—	X. 25.
7699	Montageanweisungen für Kabel-Endverschlüsse bis 10000 V	—	X. 25.

## Zähler.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Die einer rascheren Abnutzung unterworfenen Teile von Zählern, wie Kugelpapfen, Unterlager, Kollektor und Bürsten, sind meist leicht auswechselbar, um zur billigen Instandhaltung der Zähler an Ort und Stelle ersetzt werden zu können, wie dies nach 2- bis 3-jährigem Betriebe erforderlich wird. Die ausbesserungsbedürftigen Teile werden in Werkstätten instandgesetzt. Dort werden Lagersteine und Kugelpapfen unter einem Mikroskop von 50- bis 100facher Vergrößerung untersucht, fehlerhafte Lagersteine erneuert und die Papfen auf einem Drehstuhl mit Diamantine und Polierrot nachpoliert. In das Lager muß nach dem Zusammensetzen ein Tropfen feinstes, säurefreies Uhrenöl gegeben werden. Staub ist von den Arbeitsplätzen, Werkzeugen und Zählerteilen sorgfältig zu entfernen. Der Kommutator und die Bürsten werden mit einem ungesteiften, auf Hartholzstäben abgezogenen Leinenband nachpoliert, oder bei stärkeren Brandflecken mit feinstem Schmirgelpapier Nr. 00000 behandelt, das vor Gebrauch an einem Silberstück abgezogen wird. Staub- und Schmutzflecken sind mit einem sauberen Haarpinsel zu entfernen.

Die Zählwerke sind zeitweilig gründlich zu reinigen. Bei Pendelzählern genügt es in der Regel, etwa alle 3 Jahre Räder und Platinen in Benzin zu waschen.

Bei Quecksilbermotorzählern wird meistens eine sorgfältige Reinigung des Quecksilbers nach einigen Jahren nötig.

Bei elektrochemischen Zählern ist im Falle eines Fehlers an oder innerhalb der Glaszelle Einsendung an den Hersteller nicht zu umgehen.

Die Vereinigung der Zählertechniker deutscher Elektrizitätswerke G. V. Dresden hat folgende Richtlinien für die Überwachung der Zähler beim

Gletrizitätswerk aufgestellt, die auch für andere Anlagen, soweit Zähler darin verwendet werden, sinngemäß Bedeutung haben.

Richtlinien für die Überwachung der Zähler bei Gletrizitätswerken.

1. Alle Zähler sollen vor ihrer Inbetriebsetzung oder wenigstens im ersten Monat nach derselben geprüft werden. Die Prüfung kann im Eichraum erfolgen, wenn die Anbringung der Zähler bei den Abnehmern durch sachverständiges Personal erfolgt. Wird dies aber durch nicht sachverständiges Personal bewirkt, muß die Prüfung am Aufstellungsorte selbst erfolgen, damit etwa vorhandene Schalt-, Montage- oder sonstige Fehler sowie Transportschäden entdeckt werden. Hierbei ist auch zu untersuchen, ob der angebrachte Zähler sich nach Meßbereich, Schaltung und Gattung für die Anlage überhaupt eignet.

Unter „sachverständig“ wird solches Personal verstanden, welches mit Schaltung und Behandlung der Zähler genau vertraut ist (Zählermonteure), also nicht das mit Installationen beschäftigte Montagepersonal.

Unter Prüfung im Sinne dieser Richtlinien wird die mit Hilfe von Zeigermessgeräten oder Eichzählern vorgenommene Untersuchung der Zähler auf richtige Anzeige verstanden, ohne daß die Zähler geöffnet werden.

Dagegen wird unter Eichung die nur bei geöffnetem Zähler vorgenommene Regelung des Ganges verstanden, welche zum Ziele hat, den Zähler richtig zeigend zu machen.

2. Nachprüfungen sollen spätestens vorgenommen werden, wenn

bei Induktionszählern	6 Jahre,
bei Gleichstromzählern mit Kollektor	3 Jahre,
bei Gleichstromzählern ohne Kollektor	4 Jahre,
bei Elektrolitzählern	6 Jahre

seit der Inbetriebsetzung oder der letzten Prüfung verfloßen sind. Diese „Prüfperioden“ stellen das höchste Zeitmaß dar, während dessen die Zähler sich selbst überlassen werden dürfen. Zähler für große Leistungen oder stark beanspruchte Zähler sollen entsprechend ihrer Wichtigkeit öfter geprüft werden.

3. Die Eichung ist streng nach den gesetzlichen Bestimmungen bzw. nach den auf Grund derselben erlassenen Ausführungsbestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vorzunehmen. Die Zähler müssen also „richtig“ sein. Richtig im Sinne des Gesetzes über die elektrischen Maßeinheiten ist ein Zähler nur dann, wenn er die Beglaubigungsfehlergrenzen innehält. Jede andere Eichung mit höheren Fehlern, insbesondere die Eichung nach Verkehrsfehlergrenzen, ist verboten und strafbar!

4. Werden bei der Prüfung von Zählern am Verwendungsort oder bei zur Prüfung außer Betrieb gesetzten Zählern Fehler gefunden, welche



die Beglaubigungsgrenzen überschreiten, so muß der betr. Zähler nachge Eichet werden. Die Nichtbeseitigung des Fehlers ist strafbar, auch wenn er noch innerhalb der Verkehrsgrenzen liegt.

Die Verkehrsgrenzen haben nur den Zweck, den für die Eichung Verantwortlichen vor Strafe zu schützen, wenn ein ursprünglich richtig gehender Zähler im Laufe der Zeit falsch geht, wie es z. B. durch Nachlassen der Bremsmagnete vorkommen kann.

Eine Bestrafung des Verantwortlichen kann also eintreten, wenn der Zähler zwar ursprünglich richtig ging, aber im Laufe der Zeit immer größere Fehler annahm, welche schließlich die Verkehrsgrenzen überschreiten. Trotzdem also der Zähler nicht absichtlich falsch geeicht wurde, kann ein schuldhaftes Verhalten des Verantwortlichen darin erblickt werden, daß er den Zähler nicht rechtzeitig nachgeprüft hat.

5. Es wird empfohlen, alle Eichungen nach den Vorschriften auszuführen, welche die Physikalisch-Technische Reichsanstalt für die elektrischen Prüfämter erlassen hat bzw. erläßt. Dies ist um deswillen erforderlich, weil dann im ganzen Reich nach einheitlichen Regeln gearbeitet wird und bei Prüfungen, welche von verschiedenen Stellen vorgenommen werden, mehr gleiche Resultate erzielt werden, als wenn nach verschiedenen Regeln geprüft wird.

6. Es wird empfohlen, alle Zähler, welche nicht zur amtlichen Beglaubigung zugelassen sind, nach und nach aus dem Verkehr zu entfernen. Wenn auch den Eltwerken nicht zugemutet werden soll, diese Zähler auf einmal durch neue zu ersetzen, so werden sich doch im Laufe der Zeit ohne fühlbare Kosten neue Zähler beschaffen lassen, deren Anschaffungskosten überdies durch größere Meßgenauigkeit und geringere Verluste durch Stromdiebstahl in wenigen Jahren hereingebracht werden.

In Anlagen, in denen viele Zähler verwendet werden, empfiehlt es sich, besondere Eichstationen dafür aufzustellen, während in Anlagen mit wenigen vorhandenen Zählern die Kontrolle zweckmäßig einem der vorgenannten elektrischen Prüfämter übertragen wird. Über die Organisation des Zählerwesens, wie es bei großen Elektrizitätswerken üblich ist, ist Näheres aus ETZ 1922, S. 1521 zu ersehen. Für Werke, bei denen das Zählerwesen keine so große Rolle spielt, kann sinngemäß das dafür Nützliche den dort gemachten Angaben entnommen werden.

Durch ein Reichsgesetz vom 1. Juni 1898 sind Grundlagen für die Einführung amtlicher Beglaubigungen von Elektrizitätszählern festgelegt worden. Danach ist der Gebrauch unrichtiger Meßgeräte verboten. Der Bundesrat hat nach Anhörung der physikalisch-technischen Reichsanstalt die äußersten Grenzen der zu duldbenden Abweichungen festzusetzen und ist ermächtigt worden, Vorschriften darüber zu erlassen, inwieweit die genannten Meßgeräte amtlich beglaubigt oder einer wiederkehrenden amtlichen Überwachung unterworfen sein sollen. Von der Befugnis, einen gesetzlichen Eichzwang einzuführen, hat der Bundesrat keinen Gebrauch gemacht, so daß die Abnehmer elektrischer Arbeit sich im allgemeinen

darauf verlassen müssen, daß der Lieferer für die Richtigkeit der Zähler sorgt.

Auf Grund des vorgenannten Gesetzes sind von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt nachstehende Bestimmungen über die Beglaubigungsfehlergrenzen mit Wirkung vom 1. Januar 1921 ab erlassen worden, zu denen ETZ 1920, S. 638 Erläuterungen erschienen sind.

I. Beglaubigungsfehlergrenzen für Gleichstromzähler. Ein Zähler wird beglaubigt, wenn sein System von der Reichsanstalt zur Beglaubigung zugelassen worden ist, und wenn er bei einer Raumtemperatur von 15 bis 20° C den folgenden Bedingungen genügt:

a) Die Abweichung der Verbrauchsanzeige von dem wirklichen Verbrauche darf bei Belastungen zwischen der Nennlast und ihrem 20. Teil nirgends mehr betragen als

$$\pm F = 3 + 0,3 \frac{P_N}{P} \text{ Prozente}$$

des jeweiligen wirklichen Verbrauches.

Hierin ist

$P_N$  die Nennlast des Zählers,  
 $P$  die jeweilige Last.

b) Wird die Nennstromstärke um  $x$  Prozent überschritten, so darf der zulässige Fehler  $\frac{x}{10}$  Prozent mehr betragen, als sich für ihn nach der unter a) angeführten Formel ergibt. Diese Bestimmung gilt nur für Stromstärken bis zum 1,25fachen Betrage der Nennstromstärke.

c) Die kleinste Belastung, bei der der Zähler noch anlaufen muß, darf 1%, bei einem Gleichstromwattstundenzähler 2% seiner Nennlast nicht überschreiten.

d) Während einer Zeit, in der kein Verbrauch stattfindet, darf der Vorlauf oder Rücklauf eines Zählers nicht mehr betragen, als  $\frac{1}{500}$  seines Nennverbrauches entspricht. Diese Bestimmung ist gültig bis zu Spannungen, die die Nennspannung um  $\frac{1}{10}$  ihres Wertes übersteigen.

II. Beglaubigungsfehlergrenzen für Wechselstromzähler. Ein Zähler wird beglaubigt, wenn sein System von der Reichsanstalt zur Beglaubigung zugelassen worden ist, und wenn er bei einer Raumtemperatur von 15 bis 20° C den folgenden Bedingungen genügt:

a) Die Abweichung der Verbrauchsanzeige von dem wirklichen Verbrauche darf bei Belastungen zwischen der Nennlast und ihrem 20. Teil nirgends mehr betragen als

$$\pm F = 3 + 0,2 \frac{P_N}{P} + \left(1 + 0,2 \frac{J_N}{J}\right) \cdot \text{tg } \varphi$$

Prozente des jeweiligen wirklichen Verbrauches.

Hierin ist

$P_N$  die Nennlast des Zählers,

$P$  die jeweilige Last,

$J_N$  die Nennstromstärke des Zählers,

$J$  die jeweilige Stromstärke,

$\operatorname{tg} \varphi$  die trigonometrische Tangente des Winkels, dessen Kosinus gleich dem Leitungsfaktor ist;  $\operatorname{tg} \varphi$  ist unabhängig vom Sinne der Phasenverschiebung stets positiv einzusetzen.

Bei Mehrphasen- und Mehrleiterzählern ist als jeweilige Stromstärke der arithmetische Mittelwert der in den einzelnen Leitern mit Ausnahme des Nullleiters fließenden Stromstärken einzusetzen.

Bei einphasigem Wechselstrom ist der Leistungsfaktor das Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung, bei Mehrphasen- und Mehrleitersystemen wird an Stelle des Leistungsfaktors das Verhältnis der gesamten Wirkleistung zu der arithmetischen Summe der Scheinleistungen in den einzelnen Phasen oder Leitern der Berechnung von  $\operatorname{tg} \varphi$  zugrunde gelegt.

Für Belastungen mit einem kleineren Leistungsfaktor als 0,2 gelten diese Bestimmungen nicht.

b) c) d) Für die zulässigen Fehler bei Überschreiten der Nennstromstärke sowie für den Anlauf, Vorlauf und Rücklauf gelten die gleichen Bedingungen wie unter Ziffer I b, c, d. Die Bedingungen für den Anlauf gelten für induktionsfreie Last.

III. Bestimmungen über die Beglaubigung von Zählern in Verbindung mit Meßwandlern.

1. Ein Aggregat aus Zählern und Meßwandlern als Ganzes gilt für beglaubigt, wenn die Meßwandler für sich beglaubigt und die Zähler als Meßwandlerzähler (s. IV) beglaubigt sind und bei dem Anschluß der Apparate folgende Bedingungen erfüllt werden:

- a) Es dürfen keinerlei Apparate außer Zählern angeschlossen werden.
- b) An einen Stromwandler darf für je 7,5 VA Belastbarkeit ein Zähler angeschlossen werden. Der Gesamtwiderstand der sekundären Verbindungsleitungen darf nicht mehr als 0,15  $\Omega$  betragen.
- c) An jede Phase eines Spannungwandlers darf für je 10 VA Belastbarkeit ein Zähler angeschlossen werden; der Widerstand der Zuleitung von einer Klemme des Spannungwandlers bis zum Zähler darf nicht mehr als 0,3  $\Omega$  betragen.

2. Für Zähler, die mit den dazugehörenden Meßwandlern zusammen geprüft werden, gelten die gleichen Bestimmungen wie unter II; die Beglaubigung hat wiederum zur Voraussetzung, daß das System der Meßwandler und der Zähler oder die Vereinigung beider von der Reichsanstalt zur Beglaubigung zugelassen ist.

## IV. Beglaubigungsfehlergrenzen für Meßwandlerzähler.

Zähler, die für sich geprüft, in Verbindung mit beglaubigten Meßwandlern ein beglaubigtes Meßaggregat darstellen sollen (s. III, 1), werden beglaubigt, wenn ihr System von der Reichsanstalt zur Beglaubigung zugelassen worden ist, und wenn sie bei einer Raumtemperatur von 15 bis 20° C folgenden Bedingungen genügen:

Die Abweichung der Verbrauchsanzeige von dem wirklichen Verbrauch darf bei Belastungen zwischen der Nennlast und ihrem 20. Teil nirgends mehr betragen als

$$\pm F_{MZ} = 2 + 0,2 \frac{P_N}{P} + \frac{1}{2} \left( 1 + 0,2 \frac{J_N}{J} \right) \cdot \text{tg } \varphi$$

Prozente des jeweiligen wirklichen Verbrauches.

Im übrigen gelten die gleichen Bestimmungen wie unter II.

Über die Beglaubigung von Meßwandlern hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt besondere Bestimmungen erlassen, die ETZ 1915, S. 358 und 1922, S. 944 abgedruckt sind.

Durch § 13 der Prüfordnung für elektrische Meßgeräte von Dezember 1901 sind ferner die sogenannten Verkehrsfehlergrenzen für Elektrizitätszähler festgesetzt worden. Sie sind gegenüber den Beglaubigungsfehlergrenzen beträchtlich erweitert. Überschreitungen der Verkehrsfehlergrenzen sind gesetzlich strafbar und es sollte möglichst dafür Sorge getragen werden, daß die Beglaubigungsfehlergrenzen innegehalten werden. Als Verkehrsfehlergrenzen sind zulässig:

bei Gleichstrom	bei Wechselstrom
1. Leerlauf bis zu $\pm 0,005 P_N$	$\pm 0,005 P_N$
2. Abweichung der Angaben vom Sollwert:	
bei $P = 0,04 P_N$	
50% von $P$	(50 + 2 tg $\varphi$ )% von $P$
bei $P = 0,1 - 1,0 P_N$	
$\left( 6 + 0,6 \frac{P_N}{P} \right)$ % von $P$	$\left( 6 + 0,6 \frac{P_N}{P} + 2 \text{tg } \varphi \right)$ % von $P$ .

Die Bestimmungen unter 2. gelten für Lichtstromzähler nur für  $P \geq 30$  Watt.

Während einer Zeit, in welcher kein Verbrauch stattfindet, darf der Leerlauf (Vor- oder Rücklauf) des Zählers nicht mehr als 0,5% seines Höchstverbrauches (Nennlast  $P_N$ ) betragen.

Außer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Charlottenburg sind zur Beglaubigung von Elektrizitätszählern noch folgende Prüfämter zugelassen.

Elektrisches Prüfamt	1,	Erfurt, Prüfstelle des Mitteldeutschen Bezirksverbandes der Vereinigung der Elektr. Werke in Erfurt,
"	"	2, Hamburg 5, Lübecker Tor 24,
"	"	3, München 08, Zweibrückenstr. 33a,
"	"	4, Nürnberg 2, Bayerische Landesgewerbeanstalt, Gewerbemuseumsplatz 2,
"	"	5, Kaiserslautern, Pfälz. Gewerbemuseum,
"	"	6, Frankfurt a. M., Gutleutstr. 280,
"	"	7, Bremen 5, Findorffstr. 27 — Ecke Schlachthofstraße,
"	"	8, Königsberg i. Pr., Neue Dammgasse 10, Ostpreuß. Revisionsverein,
"	"	9, Halle a. S., Magdeburger Str. 50, Sächs.-Thür. Dampfessel-Revisions-Verein,
"	"	10, Essen, Viehoferstr. 125, Betriebsverwaltung Essen des Rhein.-Westfäl. Elektr.-Werkes,
"	"	11, Ravensburg, Bezirksverband Oberchwäbische Elektr.-Werke in Viberach (Riß), Prüfstelle Ravensburg,
"	"	12, Barmen, Städt. Elektr.-Werk in Wuppertal-Oberbarmen, Mohrenstr. 42,
"	"	13, Kassel, Kommunalen Elektrozweckverband Mitteldeutschland in Kassel,
"	"	14, Dranienburg, Märkisches Elektr.-Werk A.G. in Berlin, Prüfstelle in Dranienburg.

Ausführliche Angaben bezüglich der gesetzlichen Bestimmungen über Zähler sind im Deutschen Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 200 bis 209 enthalten. Ebenso finden sich dort auch ausführliche Angaben über die Nachprüfung, Instandhaltung und Aufstellung der Zähler.

### Beleuchtung.

Da die Überwachung und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der betriebsmäßigen Bedienung elektrischer Anlagen, die in § 5 behandelt wird, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

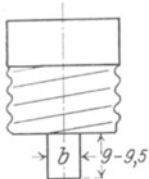
Gemäß § 16 der VESI müssen die stromführenden Teile der eingesezten Lampen der zufälligen Berührung entzogen sein. Der Schutz muß durch die Fassung während des Einsetzens und Herausnehmens der Lampe wirken. Auszunehmen hiervon sind Spezialfassungen für Bühnen-, Christbaum- und Reklamebeleuchtungen und Illuminationszwecke, bei denen der Beleuchtungsschutz an der brennfertig eingesezten Lampe genügt. Der VDE hat sich gezwungen gesehen, diese Forderung aufzustellen,

weil bei der Bedienung der elektrischen Anlagen während des Ein- und Ausschraubens, bei der Reinigung derselben usw. mehrfach Unfälle vorgekommen sind. Da in alten Anlagen noch eine große Zahl von Fassungen vorhanden ist, die diesen Bestimmungen nicht genügen, wird es empfehlenswert sein, den Berührungsschutz der Fassungen tunlichst noch nachträglich hinzuzufügen.

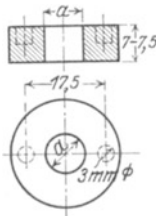
Für die Abgabe von Beleuchtung nach dem Pauschalssystem sind vom VDE besondere Pauschalfassungen und dazu gehörige Lampenfüße festgelegt worden, über die Näheres aus DIN VDE 9630 und aus nachstehenden Abbildungen und der Zahlentafel zu ersehen ist.

Bei Fassungen und Lampensockeln (mit Edisongewinde E 27) für das Pauschalssystem sollen die Unverwechselbarkeitsorgane die in den nachstehenden Abbildungen und der Tafel gegebene Abmessungen haben.

Unverwechselbarkeitsmaße (mm).			
Nr.	a Loch- durchmesser	b Zapfen- durchmesser	Watt
4	4—4,5	3—3,5	10
6	6—6,5	5—5,5	15
8	8—8,5	7—7,5	25
10	10—10,5	9—9,5	40
12	12—12,5	11—11,5	60
14	14—14,5	13—13,5	75/100



Lampenfuß für  
Pauschalfassung.



Unverwechselbarkeits-  
ring zum Einsetzen in  
Fassungen mit Edison-  
gewinde 27.

Bei Steh- und Handleuchtern sind die Zuleitungen infolge der vielfach vorkommenden rauen Behandlung starker Abnutzung unterworfen, wodurch sich leicht Störungen bzw. Unfälle ergeben können. Es ist deswegen wichtig, diese Zuleitungen dauernd unter Aufsicht zu halten, und wenn sie beschädigt sind, zum Ersatz nur zuverlässiges, den Vorschriften für isolierte Leitungen des VDE entsprechendes Material zu verwenden. Es sei auch diesbezüglich auf ETZ 1928, S. 1155 verwiesen. Die Steh- und Handleuchter selbst sind vielfach starker Beanspruchung ausgesetzt, so daß ebenso bei ihnen eine dauernde Wartung und Instandhaltung wichtig ist.

Bei vielen Stehlampen sind bisher mißbräuchlich und entgegen den Vorschriften Fassungsadern auch als Zuleitungsschnüre benutzt worden. Die Fassungsader ist aber ihrer ganzen Bauart nach für die rauhe Beanspruchung, der die Zuleitungsschnüre unterworfen werden, ungeeignet.

Es ist gestattet, die Zuleitungsschnur durch den Lampenträger bis an die Fassung zu führen, so daß dann eine einheitliche Leitungsart von der Fassung bis an den Wandstecker verwendet wird. Hierfür dürfen aber nicht Fassungsadern, sondern nur die vorgeschriebenen Zuleitungsschnüre verwendet werden.

Als Handleuchter, zu denen auch Maschinenleuchter, Werk-  
leuchter und Badofenleuchter gehören, sind, da sie besonders starker Ab-  
nutzung unterliegen, nur Geräte zu verwenden, die den Vorschriften des  
§ 18 der VESI voll entsprechen. Einige Angaben darüber sind dem „Weg-  
weiser für die vorchriftsgemäße Ausführung elektrischer Starkstrom-  
anlagen“ 2. Auflage, S. 149, Berlin: Julius Springer, zu entnehmen.

Gemäß § 18i der VESI dürfen Faßausleuchter nur mit Spannungen  
von höchstens 42 V betrieben werden. Diese Ausnahme ist gemacht, weil  
Faßausleuchter einen sehr geringen Durchmesser und lange, dünne  
Griffe haben müssen, so daß sie sich nicht aus Isolierstoff herstellen lassen.  
Auch die sonstigen in § 3 der VESI vorgesehene Schutzmaßnahmen  
lassen sich hier schlecht anwenden, so daß die Verwendung der Klein-  
spannung die sicherste Lösung darstellt.

Über die Herstellung von Leuchtröhrenanlagen sind vom VDE  
besondere „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen“ auf-  
gestellt worden, die vom 1. Januar 1930 ab gelten und ETZ 1929, S. 138,  
624 und 1135 abgedruckt sind. Der Inhalt dieser Regeln ist im „Weg-  
weiser für die vorchriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“,  
2. Auflage, S. 305, Berlin: Julius Springer, wiedergegeben.

### § 3.

#### **Einrichtungen und Anschläge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung.**

a) Die bei der Bedienung der Anlagen sowie bei Arbeiten in ihnen  
erforderlichen Schutzvorrichtungen, Schutzmittel und Warnungsschilder  
sind bereit zu halten.

1. Als Schutzmittel gelten gegen die vorhandene Spannung isolierende,  
einen sicheren Stand bietende Unterlagen, ferner Erdungseile (§ 6m) und  
§ 7), Abdeckungen, Schaltstangen, Schaltzangen und ähnliche Mittel.

Gummihandschuhe und Gummischuhe allein gelten nicht als Schutz-  
mittel; sie dürfen nur in Verbindung mit den vorstehend genannten Schutz-  
mitteln gebraucht werden und sind vor jedesmaligem Gebrauch von dem  
Benutzer auf offensichtliche Beschädigung zu untersuchen.

b) Schaltstangen und Schaltzangen dürfen nicht gerdet werden.

c) Zum Löschen von Ölbränden sind in größeren Anlagen geeignete  
Löschmittel, z. B. Sand, an zugänglicher Stelle bereit zu halten.

d) Feuerlöscher sind dauernd in gebrauchsfähigem Zustande zu erhalten.  
Feuerlöscher zum Gebrauch in Anlagen unter Spannung müssen entspre-  
chend ihrer Verwendbarkeit gekennzeichnet sein.

Nach dem dritten Absatz des § 1 b) dieser Vorschriften gelten vorstehende  
Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier  
unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1 q) an. (Siehe S. 12 dieses  
Buches.)

Bei Benutzung eines isolierten Standortes, z. B. durch Stehen auf trockenem Holz, Gummi, Porzellan, Glas, Isolierschemel usw., kann der Mensch zufällig mit einem Pol, mit Erde, mit Metallteilen usw. in Berührung kommen, weswegen besondere Vorsicht in diesem Falle anzuraten ist.

Das Stehen auf eisernen Abdeckplatten, Grundplatten usw. kann unter Umständen gefährlich werden. In solchen Fällen ist es empfehlenswert, Gummimatten oder sonst geeignete Unterlagen zu benutzen. An solchen Stellen, an denen häufig Betriebsarbeiten auszuführen sind, die die Gefahr der Berührung spannungsführender Teile mit sich bringen können, wird es zweckmäßig sein, dafür zu sorgen, daß isolierende Unterlagen dauernd vorhanden sind und daß sie nicht gelegentlich verschwinden. Man wird ferner gut tun, eiserne Abdeckplatten durch isolierende zu ersetzen, weil dann die Gefahr, daß einmal die isolierende Unterlage nicht mehr vorhanden sein könnte, beseitigt ist.

Bei Benutzung eines Isolierschemels ist auch darauf zu achten, daß das Fußbrett rings herum frei liegt und einen genügenden Abstand von Wänden, Eisenteilen usw. hat. Die Isolatoren und Isolierschemel untersuche man von Zeit zu Zeit daraufhin, ob sie noch in Ordnung sind, und reinige sie öfter von Staub und Feuchtigkeit.

Das Verbot, Gummihandschuhe<sup>1</sup> als alleiniges Schutzmittel zu benutzen, ist darauf begründet, daß es unmöglich erscheint, ihren unversehrten Zustand vor der Benutzung sicher festzustellen. Hierzu kommt noch, daß sie durch Alter und durch schlechte Behandlung leicht schadhast werden. Ein Bedürfnis für die Verwendung von Gummihandschuhen liegt auch nicht vor, da genügend andere Schutzmittel, die sicherer sind, zur Verfügung stehen.

Außer den in vorstehender Regel 1 genannten Schutzmitteln, die zur Unterhaltung und Bedienung elektrischer Anlagen benutzt werden, sind natürlich auch diejenigen Schutzmaßnahmen von Bedeutung, die schon beim Bau der Anlage verwendet worden sind. Auch ihre dauernde Instandhaltung ist zur Unfallverhütung von großer Bedeutung. Bezüglich dieser Schutzmaßnahmen sei auf die §§ 3 bis 5 der VES 1 und auf die §§ 3 bis 5, 16 und 17 der VES 2 hingewiesen. Einzelheiten über die an den elektrischen Anlagen benutzten Schutzmaßnahmen sind in den vom VDE aufgestellten „Leitfäden für die Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannung unter 1000 V“ sowie in den „Leitfäden für Schutzerdung in Hochspannungsanlagen“ des VDE enthalten. Außerdem sind noch wichtige Angaben in vielen anderen Sonderarbeiten des VDE zu finden, von denen nur die wichtigsten hier aufgeführt werden sollen:

Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte. VSS.

Leitfäden für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen.

<sup>1</sup> ETZ 1925, S. 1516; 1926, S. 268.



Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Klein-  
spannungen. RETK.

Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren. VGKM.

Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen (Stehleuchter).

Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen  
bis 250 V.

Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen. VSF.

Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen. VII.

Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen. VSK.

Vorschriften für umhüllte Leitungen.

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installa-  
tionsmaterial bis 750 V Nennspannung. KPI.

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

Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hoch-  
spannungsgeräten für Schaltanlagen. REH.

Leitfäße für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betrieb-  
spannungen von 1000 V und darüber. LSG.

Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde. VEWz.

Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde. VWG.

Ferner sind über Isolierstoffe, die ja das wichtigste und meist an-  
gewendete Schutzmittel bei elektrischen Anlagen darstellen, eine große  
Zahl von Arbeiten des VDE aufgestellt worden, die bei § 2 dieser Vor-  
schriften auf S. 39 dieses Buches schon aufgeführt sind.

Über die bei elektrischen Anlagen in Frage kommenden Schutzmaß-  
nahmen befinden sich ausführliche Angaben im „Wegweiser für die vor-  
schriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, 2. Auflage, Berlin:  
Julius Springer.

Betreffs Erdungstangen beabsichtigt der VDE schon seit einigen  
Jahren Leitfäße aufzustellen. Bis jetzt ist aber nur ein Entwurf dafür  
veröffentlicht worden, dessen wichtigster Inhalt bei § 6 dieser Vorschriften  
behandelt ist, und zwar auf Grund der Veröffentlichung in ETZ 1931,  
S. 1395.

e) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen  
Betriebsräumen muß, wenn sie von mehr als einer Seite (ober- oder unter-  
spannungsseitig) gespeist werden, ein Schaltplan der Anlage entsprechend  
Anhang, Teil I, vorhanden sein. Wesentliche Änderungen und Erweite-  
rungen der Anlagen müssen in dem Schaltplan unter Berücksichtigung  
von Anhang, Teil I, Regel 2, nachgetragen werden.

2. Bei Arbeiten in vermaschten Netzen empfiehlt es sich, dem Auf-  
sichtführenden einen Schaltplan zur Verfügung zu stellen.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten vor-  
stehende Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht.  
Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an. (Siehe  
S. 12 dieses Buches.)

Nach vorstehender Bestimmung müssen wesentliche Änderungen und  
Erweiterungen der Anlage im Schaltplan dauernd nachgetragen wer-  
den. Bei Betriebsstörungen, Umbauten, Messungen, Unfällen usw. ist es

wichtig, daß eine schnelle Orientierung möglich ist, um etwa vorhandene Sicherheitsmaßnahmen ergreifen und Schaltungen usw. unverzüglich ausführen zu können. Selbst den mit der Anlage Vertrauten wird das Gedächtnis nicht immer genügend Anhalt geben; einem mit der Anlage nicht Vertrauten können aber erst wirklich in Ordnung gehaltene Schaltpläne richtige Angaben liefern. Ein übersichtlich hergestellter und dauernd in Ordnung gehaltener Schaltplan ist also nicht nur für eine richtige Betriebsführung, sondern auch bei außergewöhnlichen Vorkommnissen von grundlegender Bedeutung.

f) In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sind diese Betriebsvorschriften und die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen. Für einzelne Teilbetriebe genügen gegebenenfalls Auszüge aus den Betriebsvorschriften.

In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen ist die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ auszulegen oder lesbar anzuschlagen.

3. In ständig besetzten elektrischen Betriebsräumen sollen die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ und außerdem eine besondere Anweisung angeschlagen oder bekanntgegeben werden, die die Bekämpfung von Bränden mit und ohne Feuerwehr erleichtert (Abschaltungen, Notschaltungen usw.).

Nach dem dritten Absatz des § 1 b) dieser Vorschriften gelten vorstehende Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1 q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik hat für Transformatorhäuschen, in denen nur Auszüge<sup>1</sup> aus den Betriebsvorschriften ausgelegt sind, bestimmt, daß auch ein Hinweis auf den Ort, an dem die ausführlichen Vorschriften einzusehen sind, gemacht werden muß. Außerdem empfiehlt sie auch die Bereitstellung von Werkzeug.

Nachstehend sind die vom VDE in gemeinschaftlicher Beratung mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke aufgestellten „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ abgedruckt, die seit dem 1. Januar 1932 gelten und ETZ 1930, S. 793 und 1469 veröffentlicht sind. Ein Teil dieser Leitsätze ist so abgefaßt, daß er sich direkt auf Anlagen bezieht, die an ein Elektrizitätswerk angeschlossen sind. Das ist geschehen, weil solche „Anschlußanlagen“ die größte Zahl der elektrischen Starkstromanlagen darstellen, während die „Einzelanlagen“, die ihren Strom selbst erzeugen, der Zahl nach wesentlich kleiner sind. Für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Einzeelanlagen ist

<sup>1</sup> ETZ 1926, S. 268.

dennach der Inhalt dieser Sätze sinngemäß abzuändern, da ja in solchen Fällen die Mitwirkung des Elektrizitätswerkes nur in Frage kommt, wenn Leitungen desselben etwa in der Nähe der fraglichen Anlage sein sollten.

## **Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe<sup>1</sup>.**

### § 1. Begriffserklärungen.

1. Niederspannungsanlagen im Sinne dieser Leitsätze sind Anlagen, deren Spannung gegen Erde nicht mehr als 250 V beträgt. Hierzu gehören alle elektrischen Anlagen, die nicht unter 2. fallen, besonders Ortsnetze, Hausinstallationen und die meisten elektromotorischen Betriebe. Da der Isolationszustand durch Brand oder Löschmaßnahmen unter Umständen erheblich herabgesetzt wird, kann eine Berührung auch der im normalen Zustand nicht unter Spannung stehenden Anlagenteile (z. B. Leitungsröhre, Motoren usw.) gefährlich sein und ist daher zu unterlassen.

2. Hochspannungsanlagen im Sinne dieser Leitsätze sind Anlagen, deren Spannung gegen Erde mehr als 250 V beträgt. Hierzu gehören u. a. Kraftwerke, Schaltstationen, Transformatorenhäuser oder Säulen, Hochspannung-Freileitungen und elektrische Bahnanlagen. Derartige Anlagen sind im allgemeinen besonders gekennzeichnet, z. B. durch Schilder mit rotem Blitzpfeil, durch die Aufschrift „Vorsicht — Hochspannung — Lebensgefahr“ oder dergleichen. Jede unmittelbare oder mittelbare Berührung ist lebensgefährlich.

3. Fernmeldeleitungen (Fernsprech-, Telegraphenleitungen, Empfangsantennen usw.) sind Schwachstromleitungen; sie können aber beim Brande mit Starkstromleitungen in Berührung kommen und dadurch gefährlich werden (siehe § 4, Ziffer 5).

### § 2. Allgemeines.

1. Verständnisvolles Zusammenarbeiten zwischen Feuerwehr (FW) und Elektrizitätswerk (EW) — bei Bahnanlagen die zuständige Bahnverwaltung — ist erforderlich. Beauftragte des EW, die sich als solche ausweisen, haben Zutritt zur Brandstelle.

2. Jedes EW hat der Feuerwehr Betriebsstellen oder Personen zu bezeichnen, mit denen sich diese bei Bränden in Verbindung setzen kann. Die Betriebsstellen oder Personen sollen vom EW Anweisung erhalten, sich auf Anfordern auf der Brandstelle zur Verfügung zu stellen.

3. Die Schlüssel zu wichtigen Abschaltstellen auf dem Lande sollen vom EW der FW übergeben werden, deren Führer für zuverlässige Aufbewahrung und rechtzeitige Herbeischaffung verantwortlich ist, oder vom

<sup>1</sup> Diese Leitsätze finden sinngemäß Anwendung bei Feuerwehrübungen.

EW sind andere Anordnungen zu treffen, durch die der Feuerwehr die Vornahme der in §§ 3 und 5 vorgesehenen Maßnahmen ermöglicht wird. In größeren Ortsgemeinschaften und Städten werden besondere Vereinbarungen unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zu treffen sein.

4. Alle FW sollen dafür sorgen, daß geeignete Leute als Feuerwehr-Elektriker ausgebildet werden, die im Notfalle einfache elektrotechnische Handgriffe in Niederspannungsanlagen unter 250 V (siehe § 1) ausführen können. Die Ausbildung soll im Einvernehmen mit dem EW erfolgen.

5. Der Eingriff in elektrische Anlagen durch ungeschulte Personen hat unter allen Umständen zu unterbleiben. Beim Brande nötig werdende elektrotechnische Arbeiten (siehe §§ 3 und 5) sollen durch das Betriebspersonal oder durch Beauftragte des EW und nur im Notfalle durch die FW-Elektriker erfolgen. Eingriffe und Schaltungen in oder an Hochspannungsanlagen dürfen nur durch das mit diesen Schaltungen genau vertraute Betriebspersonal oder durch Beauftragte des EW ausgeführt werden.

### § 3. Allgemeine Maßnahmen bei Bränden.

1. In jedem Falle ist dem EW nach § 2, Ziffer 1 und 2, auf dem schnellsten Wege — telephonisch, durch Boten oder telegraphisch — Nachricht von einem Brande zu geben; das EW entsendet auf Anfordern nach Möglichkeit sofort geeignetes Personal zur Brandstelle.

2. In Stromerzeugung- und -verteilungsanlagen sind, soweit überhaupt eine Notwendigkeit vorliegt, nur die vom Brande betroffenen oder unmittelbar bedrohten Teile spannungslos zu machen. Grundsatz muß sein, daß so wenig wie möglich abgeschaltet wird, und zwar mit Rücksicht auf die schweren Nachteile für die Bekämpfung des Brandes (z. B. Verdunkelung der Straßen, Stilllegung der Wasserversorgung usw.) sowie für die Allgemeinheit (Stilllegung gewerblicher Betriebe, Gefährdung von Operationen in Krankenhäusern usw.). Im übrigen gelten die Maßnahmen unter Ziffern 4 bis 6.

3. In Stromverbrauchsanlagen sind in den vom Brande betroffenen oder unmittelbar bedrohten Räumen die Beleuchtungsanlagen und die Anlagen für etwa vorhandene Löschvorrichtungen (Beregnungsanlagen mit elektrisch angetriebenen Pumpen u. a.) in Betrieb zu lassen. Alle sonstigen, elektrisch betriebenen Einrichtungen und Maschinen in diesen Räumen sind abzuschalten und damit spannungslos zu machen.

4. Das Abschalten hat ordnungsgemäß mit den dafür vorgesehenen Vorrichtungen zu erfolgen. Kein Leitungsdraht ist ohne zwingenden Grund durchzuschneiden oder durchzuhauen. Erden oder Kurzschließen von Leitungen sind Gewaltmittel, die auch für den Ausführenden mit erheblicher Gefahr verbunden sind; sie dürfen nur angewendet werden, wenn Menschen unmittelbar gefährdet sind und dann nur mit größter Vorsicht durch besonders erfahrene Personen.

Das Kurzschließen von Hochspannungsleitungen ist dem FW-Elektriker unbedingt verboten. Dieses Gewaltmittel darf nur in Ausnahmefällen von Fachleuten angewendet werden.

5. Die Lampen in den vom Brande betroffenen oder bedrohten Räumen sind — auch bei Tage — einzuschalten. Im Gegensatz zu allen anderen Beleuchtungsmitteln leuchten sie auch in raucherfüllten Räumen und erleichtern die Rettungsarbeiten.

6. Sind bereits umfangreiche Zerstörungen der elektrischen Anlage eingetreten, so sind diese Teile der Anlage nachträglich spannungslos zu machen.

7. Die Metallteile der FW-Ausrüstung (z. B. an Anzügen und Helmen) und der FW-Geräte sind Strom leitend; jegliche Berührung solcher Teile mit Spannung führenden Leitungen ist unter allen Umständen zu vermeiden.

8. Beim Aufrichten oder Ausfahren von Feuerwehrleitern ist darauf zu achten, daß sie nicht mit elektrischen Freileitungen in Berührung kommen und diese zerreißen. Ebenso ist beim Besteigen der Leitern auf elektrische Leitungen zu achten.

#### § 4. Löschmittel.

1. Elektrische Maschinen, Schalttafeln und Apparate sind nach Möglichkeit vor Löschwasser zu schützen. Beim Brande vorstehender Anlagen sind nicht leitende Löschmittel mit nicht leitenden Treibmitteln zu verwenden. Die Folierfähigkeit des Löschmittels darf auch durch das Treibmittel nicht herabgesetzt werden. Tetrachlorkohlenstoff soll in engen, schlecht belüfteten Räumen, aus denen die Gase nur schwer entweichen können, nicht oder nur unter Verwendung von Atmungsgeräten (Gasmasken) mit entsprechendem Einsatz benutzt werden. Bei Kabeln, in Schaltanlagen und unterirdischen Kabelverteileranlagen empfiehlt sich daneben die Verwendung trockenen, gefieberten Sandes. Zum Löschen von Maschinenbränden ist Sand unter allen Umständen zu vermeiden; hier darf nur mit sandfreien Trockenlöschern, Kohlenäure oder gleichwertigen Mitteln vorgegangen werden.

2. In oder in der Nähe von Stromerzeugung- und Stromverteilungsanlagen untergebrachte Handfeuerlöcher sind eindeutig und augenfällig dahingehend zu kennzeichnen, ob sie zum Anspritzen Spannung führender Teile zulässig sind oder nicht.

3. Ölbrände können durch Trockenpulverapparate, Kohlenäurelöschapparate, Sand oder nach Abschaltung der Spannung auch durch Schaumlösch- oder gleichwertige Apparate bekämpft werden. In gewissen Fällen empfiehlt sich, eine Abkühlung mit größeren Wassermengen herbeizuführen.

4. Beim Brande von Holzmasten wird sich das Löschen mit Wasser nicht immer vermeiden lassen. Handelt es sich um Hochspannungsleitungen, so sind die in Frage kommenden Leitungstrecken vor dem Löschen spannungslos zu machen, also durch Mast- oder Streckenschalter abzuschalten.

5. Da eine einwandfreie Erdung des Strahlrohres kaum zu erreichen sein wird, wird vor dem Anspritzen von Leitungen gewarnt; besonders

gefährlich ist das Ansprihen mit vollem Strahl. Gefährdet werden in solchen Fällen nicht nur der Strahlrohrführer infolge des Stromdurchganges, sondern auch die Umstehenden und die Bedienungsmannschaften an der Spritze, wenn durch das Ansprihen Leitungsdrähte reißen und herunterfallen. Sollte es bei dem Ablöschen eines Feuers doch notwendig sein, mit einem Strahlrohr in der Nähe von Hochspannungsleitungen zu arbeiten, so ist ein Abstand von mindestens 15 m einzuhalten.

### § 5. Maßnahmen nach dem Brande.

1. Nach Beendigung der Löscharbeiten darf die Brandstelle von Nichtfachleuten erst dann betreten werden, wenn festgestellt ist, daß sämtliche vom Brande betroffenen Teile der elektrischen Anlage vollständig abgeschaltet sind. Die Anlage darf erst wieder endgültig in Betrieb genommen werden, wenn sie von fachmännischer Seite als den Errichtungsvorschriften VES 1 oder VES 2 entsprechend bezeichnet ist.

### § 6. Behandlung durch elektrischen Strom Verunglückter.

1. Bei Unfällen durch Berührung von Leitungen oder sonstigen Spannung führenden Teilen in Niederspannungsanlagen ist zunächst die betreffende Leitung spannungslos zu machen, da eine vorherige Berührung des Verunglückten den Hilfeleistenden selbst gefährdet. Ist es nicht möglich, die Leitung abzuschalten oder unter entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen (Zange mit isolierenden Handgriffen) abzuschneiden (nur durch Fachleute oder FW-Elektriker), so ist der Verunglückte mit trockenen Decken oder sonstigen gut isolierenden Gegenständen anzufassen und von der Leitung zu entfernen.

2. Bei Unfällen in Hochspannungsanlagen soll der Verunglückte von der Leitung erst dann entfernt werden, wenn die Leitung abgeschaltet oder kurzgeschlossen ist. Auch die Annäherung an den Verunglückten ist gefährlich und daher zu unterlassen.

3. Bei vom elektrischen Schlag getroffenen Personen sind unverzüglich an der Unfallstelle Wiederbelebungsversuche durch künstliche Atmung einzuleiten. Von der Schnelligkeit des Arbeitsbeginnes hängt alles ab. Die künstliche Atmung ist ohne jede Unterbrechung so lange fortzusetzen, bis die regelmäßige natürliche Atmung wieder eingetreten ist. Außerdem ist alle 3 s ein Schlag mit der flachen Hand gegen die Herzgegend auszuführen. Aber auch dann muß der Verunglückte noch längere Zeit überwacht und beobachtet werden. Bleibt die natürliche Atmung aus, so muß die künstliche Atmung so lange fortgesetzt werden, bis Leichenflecke auftreten oder durch einen Arzt die Einstellung der Wiederbelebungsversuche angeordnet wird. Erst dann dürfen die Wiederbelebungsversuche eingestellt werden. Ein Arzt ist auf jeden Fall sofort herbeizurufen.

Vorstehende „Leitfäße“ sowohl wie auch die ganzen „Betriebsvorschriften“ werden auf Blechtafeln gedruckt von der Firma J. Ed. Wunderle, Mainz-Kastel, geliefert.

Nach den Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik sind Feuerlöschgeräte in dem von der Landes- oder Polizeibehörde vorgeschriebenen Umfange bereitzustellen und dauernd in gutem Zustande zu erhalten; mit der Handhabung derselben ist eine angemessene Zahl Arbeiter vertraut zu machen. Ferner sind bei sämtlichen Feuerbetrieben und bei solchen Werkstätten, in denen leicht entzündliche Stoffe angehäuft sind, genügende Feuerlöschvorrichtungen zur Hand zu halten.

Weitere Einzelheiten über die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe, sowie über die verschiedenen anwendbaren Löschmittel, Löschapparate usw. siehe ETZ 1924, S. 806; 1925, S. 1508; 1928, S. 1238 und 1309; 1929, S. 78 und 1806. An Löschapparaten können in Frage kommen Handlöcher, fahrbare Löcher und fest eingebaute Löscheinrichtungen. Letztere können gegebenenfalls mit Sprinkler-Anlagen ausgerüstet werden, die unter Umständen selbsttätig in Funktion treten.

Von besonderer Bedeutung sind in elektrischen Anlagen die Ölbrände. Öl wird namentlich in Hochspannungsanlagen in immer steigendem Umfange in der Elektrotechnik benutzt, weil es ein hervorragendes Isoliermaterial und ein guter Wärmeleiter ist. Eine unangenehme Eigenschaft desselben ist aber seine Feuergefährlichkeit; gerät es in Brand, dann tritt eine starke Verqualmung ein, die zu besonderen Schwierigkeiten in der Bekämpfung des Brandes führen kann. Weiter hat das Öl den Nachteil, daß es Gase entwickelt, die mit Luft zusammen ein explosives Gemisch bilden können. Das Löschen eines Ölbrandes sollte am besten nicht durch Wasser erfolgen. Die Gefahr kann leicht vergrößert werden, weil das Öl auf dem Wasser schwimmt und dadurch nur noch mehr verbreitet werden könnte. Bei Öl sind zweckmäßige Löschmittel trockener Sand oder kristallisierte Soda. Ein weiteres wichtiges Mittel zur Bekämpfung von Ölbränden ist Kohlenensäure, die mit Hilfe der vorstehend erwähnten Löschapparate zur Anwendung gebracht werden kann.

Sehr wichtig ist, daß unter den Apparaten, die größere Ölmenge enthalten, eine Bettung aus zerschlagenen Steinen vorgesehen wird. Läuft brennendes Öl auf eine solche Steinbettung, so erlischt der Brand infolge der stark abkühlenden Wirkung der Steine sehr schnell. Bei größeren Ölschaltern und Transformatoren sollte man dafür, daß unterhalb der Steinbettung ein guter Abfluß für das Öl geschaffen wird, damit dies möglichst schnell von der Gefahrenstelle entfernt wird. Über Einrichtungen zum Löschen von Ölbränden in Schalt- und Transformatorenstellen ist Näheres aus ETZ 1918, S. 209 und 1919, S. 354 sowie Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1927, S. 1308 zu ersehen.

Weiter sind Brände in elektrischen Maschinen von großer Bedeutung und erfordern besonders geartete Löscheinrichtungen. Kurzschlüsse in elektrischen Maschinen können zu Bränden führen, durch die dann die Maschine ganz oder teilweise zerstört wird, wodurch die Benutzung der-

selben unter Umständen auf längere Zeit unmöglich werden kann. Solche Brände müssen also möglichst schnell gelöscht oder, wenn irgend möglich, im Entstehen schon unterdrückt werden. Besonders schwierig ist dies auszuführen bei Maschinen, die sehr stark ventiliert sind. Es sind verschiedene Methoden im Laufe der Jahre ausprobiert worden, die darauf beruhen, daß entweder Wasser, Wasserdampf oder ein neutrales Gas in die Maschine eingespritzt wird. Besitzt die Maschine Frischluftkühlung, so wirken alle diese Maßnahmen nur sehr langsam, weil immer wieder neue Luft zugeführt und dadurch die Verbrennung gefördert wird. Wasser und Dampf verschlechtern außerdem die Isolation, so daß dadurch unter Umständen eine Verschlimmerung eintritt. Wird dagegen ein neutrales Gas verwendet, wie Kohlen säure, und führt man das in ausreichender Menge und lange genug zu, so kann eine schnelle Bekämpfung des Brandes erreicht werden. Notwendig ist, daß Luftklappen in die Kanäle eingebaut werden, damit im Falle eines Brandes ein vollständiger Abschluß der Maschine von der Luft erfolgen kann. Namentlich durch Einführung des Kreislauf-Kühlverfahrens ist die Brandgefahr bei Maschinen mit Erfolg vermindert worden. Bei diesem Kühlverfahren ist die Außenluft vollkommen abgeschlossen, so daß der Sauerstoffgehalt des geringen Luftvolumens der Maschine sich im Falle eines Brandes schnell erschöpft. Wird dann noch so schnell wie möglich und in ausreichender Menge Kohlen säure eingeleitet, so kann der Brand schnell gelöscht und sein Wiedereingang kommen verhindert werden. Das Eintreten der Kohlen säure kann von Hand oder automatisch bewirkt werden. Im letzteren Falle kann dies durch geeignete Relais, durch Differenzialschutz usw. geschehen. In ETZ 1920, S. 985; 1922, S. 1247; 1927, S. 977, 1039 und 1761, sowie Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1927, S. 1308, sind mehrere solcher Schutzanlagen, die nach den verschiedenen Methoden arbeiten, beschrieben.

Vielfach wird angenommen, daß die durch den elektrischen Strom verursachten Schäden von den Feuerversicherungsgeellschaften auch jeweils als Brand- und Feuer schäden anerkannt werden. Das ist nun nicht der Fall. Es ist hierbei zwischen Feuer schäden und Betriebs schäden zu unterscheiden. Letztere werden dann als vorliegend erachtet, wenn durch abnormale elektrische Ströme und deren Wärme-, Schmelz- oder Zündwirkungen an oder in den elektrischen Stromleitungen, Lampen, Maschinen oder sonstigen elektrischen Apparaten Schäden hervorgerufen werden, ohne daß dabei andere an und für sich nicht zu den elektrischen Leitungen oder Einrichtungen gehörige Dinge oder Bauteile in Brand geraten. Entsteht jedoch infolge derartiger Betriebs schäden zugleich ein Schadenfeuer, welches auf in der Nähe befindliche, gegen Feuer sgefahr versicherte Gegenstände oder Baulichkeiten übergreift und diese zerstört oder beschädigt, dann tritt die Ersatzpflicht der Feuerversicherung in Kraft und erstreckt sich unter Umständen auch auf die elektrische Maschine oder Einrichtung, die den Brand verursacht hat, sofern diese mit versichert ist und selbst durch den Brand beschädigt oder zerstört sein sollte. Näheres



über diese Verhältnisse sowohl wie über die in Feuerversicherungsverträgen betr. elektrische Anlagen meist enthaltene „Kurzschlußklausel“ siehe ETZ 1921, S. 699, 784, 946, 956, 989, 1020 und 1138; 1922, S. 475, 1364 und 1539.

Die nachstehend wiedergegebene „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ ist von dem Verbands der Deutschen Berufsgenossenschaften ausgearbeitet und vom VDE gemäß ETZ 1931, S. 1316 mit Geltung vom 1. Januar 1932 angenommen worden, so daß die frühere, im Jahre 1907, aufgestellte „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe“ mit dem genannten Termine außer Kraft gesetzt ist.

## Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen.

### A. Wunden.

Wunde nicht berühren! Wunde nicht auswachen! Auch die schmutzige Wunde nicht! Auch nicht mit Karbolwasser, Sublimat. Aber womöglich Wundumgebung mit 5% iger Jodtinktur bestreichen. Dann: Wunde sofort bedecken!

Womit? Nur mit keimfreiem, trockenem, gebrauchsfertigem Schnellverband (Verbandpäckchen — Gebrauchsanweisung aufgedruckt). Nicht mit andern Stoffen (Zeug, Watte, Fugwolle, altes Leinen). Wenn kein keimfreier Verbandstoff vorhanden, Wunde offen lassen, bis der Arzt hilft.

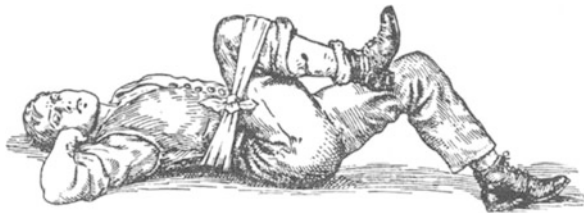
Nur bei oberflächlichen Wunden, insbesondere an den Fingern, ist Pflasterverband (elastisches Gestrüpfplaster mit Verbandsinlage) ausreichend, darüber Lederfingerling.

Verletztes Glied beim Anlegen des Verbandes steil hochheben, besonders auch, wenn es trotz Verbandes durchblutet.

Bei größeren oder tieferen Wunden und bei allen Wunden (auch kleinen) in der Nähe der Gelenke, besonders an den Fingern und nahe dem Kniegelenk ist schnelle Inanspruchnahme des Arztes, am besten eines Facharztes für Chirurgie geboten, wenn irgend möglich innerhalb von 6 Stunden vom Unfall an gerechnet.

### Besondere Arten von Wunden.

**1. Schlagaderblutungen**, erkennbar daran, daß das Blut im Bogen stoßweise aus der Wunde spricht.



Blutstillung durch Absperren der Schlagader! Entweder das oberhalb der Wunde gelegene Gelenk (Hüft-, Knie- oder Ellenbogen-

gelenk) bis zum äußersten beugen und in dieser Lage feststellen durch Binde oder Tuch. Oder, wenn das nichts nützt, durch fest angezogenen Schnellverband (Verbandpäckchen) Blutung stillen. Nur wenn auch das nicht genügt, Abschnüren durch Abbindegurt am entblößten Oberarm oder Oberschenkel. Notfalls statt des Gurtes Hosenträger oder dergleichen. Möglichst rasch zum Arzt, weil abgeschnürte Glieder nur kurze Zeit lebensfähig bleiben! Nach spätestens einer Stunde bei stärkft gebeugtem Gliede Abschnürung lockern, jedoch bei starkem Blutverlust alsbald wieder anziehen.

**2. Brandwunden!** Brandblasen nicht öffnen! Kleinere Brandwunden mit Schnellverband (Verbandpäckchen) oder mit einer kühlenden, schmerzstillenden Brandbinde (Wismut- oder Vasenolbrandbinde) bedecken. Kein Brandpulver, kein Öl, keine Salbe!

Bei größeren Verbrennungen überhaupt kein Verband, vielmehr nur den Verbrannten gegen Wärmeverlust durch Zudecken schützen, aber ohne mit der Decke die verbrannte Stelle zu berühren (Decke über Drahtgestell, Reifenbahre, Stuhl).

**3. Stichwunden!** Auf Stichwunden womöglich einen Tropfen Jodtinktur!

**4. Innere Blutungen!** Bei allen inneren Blutungen (aus Lungen oder Magen) den Kranken ruhig liegen lassen. Nur der Arzt kann helfen, deshalb diesen schleunigst zuziehen!



**5. Augenverletzungen!** Beide Augen — auch das unverletzte — zubinden (mit Schnellverband, Taschentuch, Halstuch). Bei Verätzung (durch Kalk, Säure usw.) das Auge mit fließendem Wasser reichlich ausspülen (ausschwemmen). Schnell zum Augenarzt!

## B. Knochenbrüche (Verrenkungen).

Schienen! Das heißt Ruhigstellung des gebrochenen Gliedes und Feststellung der Bruchstücke. Dies auch, wenn nur Verdacht eines Bruchs (Verrenkung) besteht.

Keinesfalls ziehen an dem verletzten Glied, oder versuchen, es gerade zu richten oder einzurenken!

Die Schienen (am besten Kramersche Gitterschienen) so anlegen, daß die der Bruchstelle benachbarten Gelenke mit festgestellt werden. Schienen gut festmachen durch Binden, Tücher, Strohseil usw., am Arm eine Schiene, am Bein, zwei Schienen.

Wenn keine vorbereiteten Schienen vorhanden, so behelfsmäßig bei Armbruch Anlegung einer Binde (dreieckiges Tuch), mindestens aber Festheften des Rock- oder Hemdärmels an der Kleidung.

Bei Beinbruch Bretter, Stiele usw. als Schienen benutzen. Ist auch hier von nichts vorhanden, das gebrochene Bein an dem gesunden festbinden.



Bei Knochenbrüchen mit Wunden (offener Bruch) zuerst sofort Wunde mit Schnellverband bedecken, erst dann Schienen!

Bei Rückenverletzungen soll der Rothelfer gar nichts machen, nur den Verletzten flach auf eine feste Unterlage lagern (Brett, ausgehobene Tür, Fensterlade oder Bettlade).

### C. Unfälle durch den elektrischen Strom (auch bei Niederspannung).

Strom ausschalten! Den dadurch abstürzenden Verletzten auffangen!

Wenn Strom nicht auszuschalten:

Bei Spannungen unter 1000 V:

Der Retter stelle sich, um sich zu isolieren, auf Glas (Glascheiben in der Nachbarschaft zertrümmern und mehrfach übereinander legen) und trenne mit Holzstange den Verunglückten von der Leitung.

Bei Spannungen über 1000 V:

Weder Leitung noch Verunglückten berühren (Lebensgefahr!).

Bei Bewußtlosigkeit sofort (nicht erst entkleiden) künstliche Atmung an Ort und Stelle (kein Transport) einleiten, am besten nach Silvester-Brosch (siehe H). Kein Sauerstoff! Wegen der großen Eilbedürftigkeit auch zunächst keine Beatmungsgeräte verwenden.

### D. Vergiftungen durch Gase.

Frische Luft schaffen! (Fenster auf oder ins Freie bringen.)  
Bei brennbaren Gasen kein offenes Licht!

Den Vergifteten nach Entkleidung des Oberkörpers flach auf den Rücken lagern. Kopf tief. Zu diesem Zweck Rolle (aus Kleidern) unter die Schulterblätter schieben. Keine Flüssigkeit einflößen. Handflächen und Fußsohlen bürsten oder reiben. Wenn der Vergiftete nicht atmet, künstliche Atmung nach H, möglichst mit Sauerstoff. Nach Möglichkeit nebenher sofort Lobelineinsprizung zur Anregung der Atmung.

### E. Unfälle durch Ertrinken.

Bei der Rettung den Ertrinkenden nur von hinten fassen<sup>1</sup>. Mund und Nase von Sand und Schlamm reinigen. Hierauf den Bewußtlosen zunächst auf den Bauch legen, erst dann umdrehen und lagern. Hierauf Wiederbelebung nach H.

### F. Unfälle durch Erfrieren.

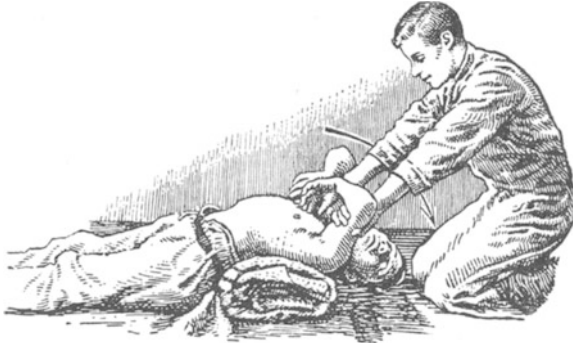
Erstarrte Glieder brechen leicht. Die erstarrten Glieder vorsichtig mit Schnee oder kaltem Wasser reiben. Den Erfrorenen nicht in warmen Raum bringen, aber bei starkem Frost auch nicht im Freien lassen.

### G. Unfälle durch Hitzschlag.

Kleidung öffnen! An schattigem Ort lagern! Kopf hochlegen! Mit kühlem Wasser besprengen. Wenn der Erkrankte nicht atmet, künstliche Atmung nach H.

### H. Künstliche Atmung.

Dem Bewußtlosen nichts einflößen, ihn flach lagern, Rolle aus Kleiderstücken unter die Schulterblätter legen, Kopf stark

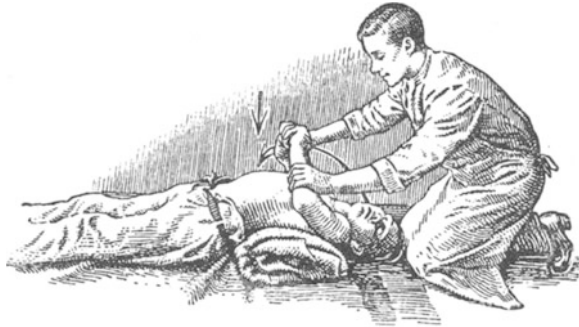


zur Seite drehen! Der Helfer kniet hinter dem Kopf des Bewußtlosen, das Gesicht diesem zugewendet, faßt beide Arme oberhalb der

<sup>1</sup> Berner Rettungsschwimmer! (Deutsche Lebensrettungs-Gesellschaft.)

Ellenbogen und führt sie langsam über den Kopf des Bewußtlosen bis ungefähr zum Erdboden! (Einatmung.)

Nach 2 Sekunden Pause (zähle „ein und zwanzig, zwei und zwanzig“) umfaßt der Helfer die Unterarme und führt sie in derselben Weise vorn auf den Brustkorb zurück und drückt ihn kräftig zusammen (Ausatmung). Dieser Vorgang (Ein- und Ausatmung) wiederholt sich etwa 8- bis 10mal in der Minute.



Falls Brustkorb, Schultern oder Arme verletzt sind, muß anders verfahren werden. Man führe dann die Atmung herbei durch abwechselndes Zusammendrücken und Wiederloslassen der untersten Rippen- und oberen Bauchgegend mit den flachen Händen, etwa 10- bis 12mal in der Minute.

Die künstliche Atmung muß mindestens 2 Stunden fortgesetzt werden, solange, bis der Arzt sichere Todeszeichen feststellt. Wenn möglich Herbeischaffung und Verwendung eines Beatmungsgeräts.

### I. Besonderes.

**1. Äußere Verätzungen.** Bei Verätzung durch Laugen oder Säuren sofort die verätzten Stellen unter reichlicher Wasser Verwendung ausgiebig abspülen (zur Verdünnung der ätzenden Substanz). Vorher Kleidung herunter! Nachher Kleider wechseln!

Bei Laugenverätzung dem Wasser, wenn das Abspülen nicht unter der Wasserleitung oder Brause erfolgt, geringe Mengen Bor säure, Weinsäure, Zitronensaft oder Hausessig zusetzen, bei Säureverätzung Seife zusetzen. Aber nur, wenn sofort zur Hand. Das Abspülen mit Wasser deshalb nicht aufhalten!

Weitere Versorgung wie bei Verbrennungen (A 2).

**2. Innere Verätzungen.** Nach Verschlucken von Säuren Seifenwasser trinken, nach Verschlucken von Laugen Wasser mit ein wenig Bor säure, Weinsäure, Zitronensaft oder Hausessig trinken, in beiden Fällen hierauf Milch oder schleimige Getränke. Sofort zum Arzt!

Diese „Anleitung“ wird auf Blechtafeln gedruckt von der Firma J. Ed. Wunderle, Mainz-Kastel, geliefert.

Über die Einwirkung der elektrischen Ströme auf den Organismus sind im Laufe der letzten Zeit wesentliche Aufklärungen erfolgt, und zwar auf Grund von Tierversuchen. Dadurch ist festgestellt worden, daß Stromstärken unterhalb einer gewissen Grenze keinerlei dauernden Schaden herbeiführen. Diese Grenze wird für Menschen ungefähr bei 0,1 A liegen; bei erheblich höheren Stromstärken treten Herzstörungen auf, die man als „Herzflimmern“ bezeichnet hat. Bei weiter gesteigerten Stromstärken tritt Herzflimmern nicht mehr ein, wohl aber Herzstillstand, der vorübergehend ist, wenn der Stromdurchgang nicht lange dauert. Auf Grund von eingehenden Untersuchungen an den von elektrischen Unfällen Betroffenen kann man annehmen, daß der elektrische Tod in der Mehrzahl der Fälle ein Herztod ist, wodurch der Blutkreislauf zum Stillstand kommt. Letzterer muß also durch die Wiederbelebungsversuche so schnell wie möglich wieder in Gang gebracht werden. Es ist von grundlegender Bedeutung bei der Ausführung der Wiederbelebungsversuche, daß sie so schnell wie nur irgend möglich begonnen werden. Durch Fortschaffen zur Verbandstube oder zum Lazarett soll man nicht die wertvollste Zeit verstreichen lassen. Der Arzt oder der herbeigerufene Heilgehilfe wird also wohl immer zu spät kommen. Es müssen folglich diejenigen, die bei dem Unfall zugegen sind oder sofort hinzukommen, die Wiederbelebungsversuche unverzüglich beginnen, wie das in der „Anleitung“ angegeben ist. Der elektrische Tod ist vielfach nur ein Scheintod, der nach Verlauf von wenigen Minuten, vielleicht schon von wenigen Augenblicken in den wirklichen Tod übergeht. Die ersten Minuten, die gleich nach dem Unfall ungenutzt verstreichen, sind also für die Errettung des Verunglückten von allerhöchster Bedeutung. Nähere Ausführungen über die physiologischen Wirkungen elektrischer Starkströme auf Tiere und Menschen siehe ETZ 1915, S. 381 und 398; 1926, S. 985. Besonders sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Ausführung von Wiederbelebungsversuchen durch künstliche Atmung oft vergesen wird, dem Verunglückten die Zunge herauszuholen, wodurch Ersticken eintreten kann. Zweckmäßig ist es, die Zunge festzubinden; wie das in einfacher Weise geschehen kann, ist aus ETZ 1913, S. 764 zu ersehen.

Nach Professor Bruns<sup>1</sup> haben für die Wiederbelebung Hautreize, die lebenswichtige Zentren wiedererwecken, insbesondere die des verlängerten Markes, große Bedeutung für die Anregung der Atmung. Sehr bewährt hat sich Lobelin für Starkstromunfälle. Dieses wird subkutan gegeben und wirkt unmittelbar auf das Atemzentrum. Die Einspritzung muß frühzeitig erfolgen. Da häufig nicht auf das Eintreffen des Arztes gewartet werden kann, ist auf Grund eines Gutachtens des Reichs-Gesundheitsamtes gestattet, unter bestimmten Bedingungen dieses Mittel durch ausgebildete Nothelfer anwenden zu lassen.

Nach § 151 der Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik wird

<sup>1</sup> „Glückauf“ Bb. 63, S. 1513; ETZ 1927, S. 1846.

die Durchführung der künstlichen Atmung sogar während mindestens 3 h festgesetzt.

Wichtig ist es, immer dafür zu sorgen, daß alle notwendigen Rettungsmittel bereit sind, und eine Anzahl von Personen in jedem Betriebe vorhanden ist, die in der Ausführung von Wiederbelebungsversuchen und sonst notwendigen Hilfeleistungen praktisch ausgebildet sind, damit sie gegebenenfalls unverzüglich eingreifen und auch alle Handhabungen ordnungsmäßig ausführen.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften ist gemäß I, § 31 in jedem Betriebe das notwendige Verbandszeug vorrätig zu halten und gegen Verunreinigung geschützt aufzubewahren.

Gemäß Bestimmungen der Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik müssen Rettungs- und Verbandstationen äußerlich als solche kenntlich gemacht werden.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften soll in jedem größeren Betriebe für die erste Hilfeleistung eine dem Umfang und der Art des Betriebes entsprechende Anzahl sachgemäß vorgebildeter Helfer vorhanden sein. Die Ausbildung solcher Helfer erfolgt in der Regel am zweckmäßigsten auf Grund allgemeiner Vereinbarungen der Berufsgenossenschaften mit Organisationen, die sich hiermit befassen. So ist z. B. zwischen dem Verband der deutschen Berufsgenossenschaften und dem Zentralkomitee der deutschen Vereine vom Roten Kreuz, unter Vermittlung des Reichsversicherungsamtes, ein derartiges Abkommen getroffen worden.

Nach den Bestimmungen der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik müssen in jedem Betriebe außer den Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften (Buchform Nr. 1) aushängen:

- a) Allgemeiner Auszug aus den UVV für alle Betriebe (Nr. 3).
  - b) Aushang über die Adressen des Genossenschafts- und des Sektionsvorstandes (Nr. 5).
  - c) Warnung vor Zuwiderhandlungen (Nr. 6).
  - d) Hinweis, dort anzubringen, wo die UVV in Buchform einzusehen sind (Nr. 7).
  - e) Anleitungen zur ersten Hilfe bei Unfällen (Erfahrungsaushang 12/14).
- Ferner sind in Installationsbetrieben und Elektrizitätswerken auzuhängen:

A. Elektrische Installationsbetriebe:

- a) Die besonderen Unfallverhütungsvorschriften für Montagebetriebe (Buchform Nr. 2).
- b) Die besonderen Unfallverhütungsvorschriften für Montagebetriebe (Aushang Nr. 4).

B. Elektrizitätswerke:

- a) Die besonderen UVV für Montagebetriebe (Buchform Nr. 2).

- b) Die besonderen UVV für Montagebetriebe (Ausgang Nr. 4).  
 c) Die Betriebsvorschriften des VDE (Ausgang Nr. 13).

g) In elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen müssen bei Spannungen über 250 V gegen Erde Schilder und Aufschriften an geeigneter Stelle, besonders an den Zugängen angebracht sein, die vor unnötiger Berührung von Teilen der elektrischen Anlage warnen.

In Betriebstätten sind Schilder oder Aufschriften nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber erforderlich, bei Betriebsspannungen unter 1000 V nur an gefährlichen Stellen. Blitzpfeile sind nach DIN VDE 6 auszuführen. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde ist die Verwendung von Blitzpfeilen nur an Stellen mit erhöhter Gefahr gestattet.

4. Die Warnungsschilder sollen den im Anhang, Teil II, gegebenen Richtlinien für Warnungsschilder und Warnungstexte entsprechen.

In ein und derselben Anlage sollen für gleichartige Einrichtungen tunlichst die gleichen Warnungsschilder und -texte verwendet werden.

h) Abnehmbare Warnungsschilder dürfen nicht an Teile gehängt werden, die zur Stromführung dienen.

5. Schilder, die mit Spannung führenden Teilen in Berührung kommen können, sollen aus Holz oder Isolierstoff bestehen und eine isolierende Aufhänge- oder Befestigungsvorrichtung (Lederriemen, Gummibänder, geölte Schnur usw.) erhalten.

Nach dem dritten Absatz des § 1 b) dieser Vorschriften gelten vorstehende Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1 q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Für die Warnungstafeln sind zur Erzielung einer Einheitlichkeit in der Ausführung und zur Verbilligung ihrer Herstellung vom Verband Deutscher Elektrotechniker „Normen für häufig gebrauchte Warnungstafeln“ aufgestellt worden, die seit dem 1. Juli 1910 bestanden haben. Ihr Inhalt ist aber so wichtig, daß es richtiger erschien, ihn als Anhang zu diesen Betriebsvorschriften aufzunehmen.

Auf Blechtafeln gedruckte Warnungsschilder werden den Vorschriften entsprechend von der Firma J. Ed. Wunderle, Mainz-Kastel, geliefert, die für diese Ausführung das alleinige Nachdruckrecht besitzt.

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

Über die Ausführung des Blitzpfeiles besteht das Normenblatt DIN VDE 6, das ETZ 1927, S. 1277 abgedruckt ist. Es sei noch besonders darauf hingewiesen, daß dieser Blitzpfeil nur für solche Fälle verwendet werden soll, für die er wirklich notwendig ist, um seine Wirkung nicht abzuschwächen.

Die Warnungstafeln müssen auf die Dauer in leserlichem Zustande erhalten werden, was in manchen Betrieben eine zeitweilige Auswechslung oder Erneuerung derselben bedingen wird.



Für Streckenförderungen unter Tage ist in § 42 der Errichtungsvorschriften VES1 verlangt, daß an Rangier-, Kreuzungs- oder Zugangstellen Warnungstafeln angebracht werden müssen, die auf die Gefahr hinweisen, die mit der Berührung der Fahrleitung verbunden ist. Diese Warnungstafeln sollen beleuchtet sein, worauf besonders bei der Überwachung des Betriebes zu achten sein wird.

## § 4.

### Allgemeine Pflichten und Unterweisung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten.

a) Den im elektrischen Betriebe Beschäftigten sind die für ihre Arbeiten in Frage kommenden Betriebsvorschriften und sonst getroffenen Bestimmungen bekanntzugeben und zu erläutern. Sie sind verpflichtet, sie zu befolgen.

Bei nur vorübergehend im elektrischen Betriebe Beschäftigten genügt es, wenn sie entsprechend unterwiesen und zur Vorsicht ermahnt werden.

1. Empfehlenswert ist, von den Beschäftigten die Kenntnisnahme der Betriebsvorschriften und Bestimmungen schriftlich bestätigen zu lassen und auf die Befolgung in regelmäßigen Zeitabständen hinzuweisen.

2. Bei Unfällen soll nach der „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen“ verfahren werden. Die im elektrischen Betriebe Beschäftigten sollen von Zeit zu Zeit im Rettungswesen unterwiesen und praktisch geschult werden.

3. Bei Bränden sollen die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ befolgt werden. Das Personal soll mit der Handhabung der Feuerlöschgeräte vertraut gemacht werden.

Nach dem dritten Absatz des § 1 b) dieser Vorschriften gelten vorstehende Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1 q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Die in Regel 2 vorgesehene Unterweisung und Schulung der im elektrischen Betriebe Beschäftigten wird zweckmäßig auf Grund des von dem Verbands der deutschen Berufsgenossenschaften mit dem Zentralkomitee der deutschen Vereine vom Roten Kreuz getroffenen Abkommens erfolgen. Näheres darüber ist vorstehend auf S. 119 ausgeführt.

In den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften ist bestimmt, daß der Strom durch den zunächst gelegenen Ausschalter zu unterbrechen ist, wenn eine Person, die mit stromführenden Teilen in Berührung gekommen ist, sich von diesen nicht selbst befreien kann. Wenn die Stromunterbrechung nicht durch einen im Betrieb vorhandenen Schalter erfolgen kann, so muß die Stromerzeugungstelle schleunigst benachrichtigt werden. Inzwischen dürfen Rettungsversuche wegen ihrer Gefährlichkeit für die Helfer nur von sachverständigen Personen vorgenommen werden. Ist der vom elektrischen

Strom Betroffene bewußtlos, so ist sofort nach seiner Befreiung von den stromführenden Teilen bis zum Eintreffen des schnellstens herbeizuholenden Arztes, in jedem Fall mindestens 3 Stunden, künstliche Atmung einzuleiten.

In dem Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft ist gefordert, daß die Bedienung der gesamten elektrischen Anlage einer bestimmten Person übertragen, und daß diese durch Vermittlung des stromliefernden Elektrizitätswerkes genau unterwiesen werden soll. Der die Anlage Bedienende soll auch angehalten werden, die ihm gegebenen Bedienungsvorschriften genau zu befolgen. Diese für die Landwirtschaft aufgestellte Forderung sollte zweckmäßigerweise in jedem geordneten Betriebe durchgeführt werden. Bei Einzelanlagen fielen naturgemäß die Unterweisung durch das stromliefernde Elektrizitätswerk fort, wofür eine entsprechende Unterweisung durch den Betriebsleiter zu setzen wäre. Dieser hat das Personal sachgemäß zu unterrichten und auf etwa gefahrbringende Vorkommnisse hinzuweisen. Von besonderer Bedeutung ist dieses bei hohen Spannungen. Wesentlich ist es auch, dafür zu sorgen, daß eine Person vorhanden ist, die in der Ausführung der ersten Hilfeleistung unterwiesen ist. Die Personen, die mit der Bedienung elektrischer Anlagen beauftragt werden, sollten auf das Sorgfältigste ausgewählt werden, unter Berücksichtigung ihrer Fähigkeiten. Um zu verhindern, daß die gegebenen Anweisungen in Vergessenheit geraten oder mit der Zeit vernachlässigt werden, sind solche Anweisungen von Zeit zu Zeit zu wiederholen. Mit Arbeiten an elektrischen Anlagen, insbesondere an solchen über 1000 V, sollten nur Personen betraut werden, die hinreichende Erfahrungen haben und mit den notwendigen Schutzmaßregeln vertraut sind. Für eine überwachende Tätigkeit wählt man zweckmäßig ältere, mit den Einzelheiten der Anlagen vertraute, zuverlässige Personen.

b) Werden während des Betriebes Mängel beobachtet, die eine Gefahr für Personen oder für die Anlagen zur Folge haben können, so sind von den im elektrischen Betriebe Beschäftigten geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Gefahr einzuschränken oder zu beseitigen. Dem Vorgesetzten ist sobald als möglich Anzeige zu erstatten.

c) Die Aufbewahrung von Kleidungsstücken, Fahrrädern, Montage-material, Ölfässern und dergleichen in gefahrbringender Nähe von Spannung führenden, gegen Berührung nicht geschützten elektrischen Anlage-teilen, z. B. in Schaltanlagen, ist verboten.

d) Die Stellen der Anlage, an denen Reparaturen vorgenommen oder Vorrichtungen für die Erdung und Kurzschließung angebracht werden sollen, sind von leicht entzündlichen Gegenständen freizuhalten.

e) In Akkumulatorenräumen ist Essen, Trinken und Rauchen verboten.

4. Die Akkumulatorenwärter sollen auf die Gefahren von Säure und Bleisalzen aufmerksam gemacht und zur Reinlichkeit besonders ange-

halten werden. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel soll gesorgt sein.

f) Das Betreten von elektrischen und abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sowie von ständigen Prüffeldern und fliegenden Prüfständen durch Unbefugte ist zu verbieten.

Nach dem dritten Absatz des § 1 b) dieser Vorschriften gelten vorstehende Bestimmungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1 q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Wegen der gesundheitsschädlichen Einwirkung des Bleies ist größte Vorsicht geboten, so daß die von den Lieferfirmen aufgestellten Vorsichtsmaßnahmen strengstens zu beachten sind. Nach § 44 der Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik dürfen kleinere Mengen von Säuren, scharfen Laugen, giftigen Flüssigkeiten nur in Glasflaschen mit entsprechender Aufschrift aufbewahrt werden, die ihrer Form nach mit Bier- oder Weinflaschen nicht verwechselt werden können. Für größere Säuremengen verwendet man zweckmäßig mit Blei ausgekleidete Holzkästen, die durch einen Deckel verschlossen werden können.

Nach § 152 der Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik darf der Zutritt zu Prüffeldern oder Probierräumen nur besonders beauftragten Personen gestattet werden. Zur Kennzeichnung und Abgrenzung der Prüffelder müssen Warnungstafeln und Wände, Gitter oder Geländer vorhanden sein. Versuche zur Feststellung der höchst zulässigen Beanspruchungen, bei denen eine Zerstörung von Maschinen oder Maschinenteilen beabsichtigt ist oder eintreten kann, dürfen nur in besonderen, mit entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen ausgestatteten Probierräumen vorgenommen werden, oder es muß durch andere Vorkehrungen die Gefährdung von Personen, welche bei diesen Versuchen nicht beteiligt sind, ausgeschlossen sein.

Provisorische Einrichtungen werden in Frage kommen für Beleuchtungsanlagen bei Schaustellungen, Ausstellungen, Bauplätzen usw. Auch für Maschinenanlagen können solche Provisorien oft Verwendung finden.

Prüffelder und Laboratorien mit elektrischen Einrichtungen werden besonders häufig in elektrotechnischen Fabriken vorkommen. Sie sind aber auch zu finden in Fabriken für elektrotechnisches Porzellan, Folienpressstoffe, Öle, Hartpapier, Mikanit usw.

In Prüffeldern und Laboratorien für hohe Spannungen wird meist der Zugang erschwert und die Tür durch Verriegelung gesichert. Letztere steht in Verbindung mit Signallampen, so daß das richtige Funktionieren der Verriegelung durch diese Lampen angezeigt wird. Oft wird auch die Einrichtung so getroffen, daß Hochspannung nur vorhanden sein kann, wenn die den Zutritt absperrende Verriegelung ordnungsmäßig arbeitet.

## § 5.

**Betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen.**

a) Bei der Bedienung von Maschinen und Geräten muß sich jede Berührung auf die für die Bedienung bestimmten Teile beschränken; jede unnötige Berührung von Leitungen sowie von ungeschützten Teilen von Maschinen, Geräten und dergleichen ist verboten.

1. Um die ordnungsmäßige Durchführung umfangreicher Schaltmaßnahmen sicherzustellen, empfiehlt es sich, schriftliche Schaltprogramme aufzustellen.

b) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume, in denen der Schutz gegen zufällige Berührung nicht entbehrlich ist, aber infolge der örtlichen Verhältnisse nicht angebracht werden kann [vgl. VES 1, § 29, VES 2, § 21 a) und VEB, § 25], dürfen erst betreten werden, nachdem die elektrischen Anlageteile in ihnen so weit spannungsfrei gemacht sind, daß die Anlage in bezug auf den Schutz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile den Anforderungen der genannten Vorschriften entspricht. Auf die erforderlichen Maßnahmen ist durch ein Warnungsschild am Zugang hinzuweisen.

c) Die Schlüssel zu abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sind von den dazu Berufenen in Verwahrung zu halten.

d) Reinigungs- und Wartungsarbeiten an unter Spannung stehenden Teilen oder in deren Nähe sind nur gestattet, wenn aus Betriebsrücksichten das Abschalten nicht möglich ist. Die Arbeiten dürfen unter Spannung nur durch damit beauftragte und mit den Arbeiten und Gefahren vertraute Personen oder unter deren Aufsicht durch Hilfsarbeiter ausgeführt werden, falls erforderlich unter Verwendung der vorgeschriebenen Schutzmittel (siehe § 3<sup>1</sup>) und unter Berücksichtigung der Bestimmungen in § 8 und § 9.

e) Die Zugänge zu Maschinen, Schalt- und Verteilungsanlagen sowie die Bedienungsgänge sind freizuhalten, damit die ordnungsmäßige Bedienung nicht behindert wird.

f) Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefahrbringender Nähe von elektrischen Maschinen mit offenen Schleifringen oder Kommutatoren sowie von Geräten mit offenen Kontaktstellen und von ungeschützt verlegten, Spannung führenden Leitungen gelagert werden.

g) Nicht betriebsfähige oder überbrückte Schalter und Schalter vor nicht betriebsfähigen Anlageteilen müssen durch Warnungsschilder als solche gekennzeichnet oder schaltunfähig gemacht sein. Fernbetätigte Schalter sind in solchen Fällen sowohl durch zuverlässig angebrachte Warnungsschilder zu kennzeichnen als auch schaltunfähig zu machen (Verriegelung der Schalter, Entfernung der Sicherungen im Betätigungstromkreis oder dergleichen).

h) Die Verwendung geflickter oder überbrückter Sicherungen ist verboten.

Schmelzeinsätze entsprechender Stromstärke sind stets erreichbar und in genügender Anzahl vorrätig zu halten.

2. Schmelzsicherungen sollen, wenn sie nicht so gebaut oder angeordnet sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos handhaben kann, nur unter Anwendung geeigneter Schutzmittel (siehe § 3<sup>1</sup>) oder Schutzmaßnahmen bedient werden.

i) Tritt in einer Starkstromanlage mit einer Betriebsspannung von 1000 V und darüber ein Erdschluß auf, so sind unverzüglich Maßnahmen zu treffen, um die Fehlerstelle einzuzugrenzen. Nach Auffindung der Fehlerstelle ist, falls eine Abschaltung nicht möglich ist, dafür zu sorgen, daß einer unmittelbaren Gefährdung von Personen vorgebeugt ist (z. B. durch Absperrung der Erdschlußstelle). Sobald es der Betrieb zuläßt, ist die Störung zu beseitigen.

k) Akkumulatorenräume müssen während und kurz nach der Ladung gelüftet werden. Offene Flammen und glühende Körper dürfen in ihnen während dieser Zeit nicht vorhanden sein. Das An- und Abklemmen von Kleinakkumulatoren ist während dieser Zeit nicht gestattet.

Die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen ist ein so wichtiger Teil der ganzen Betriebsvorschriften, daß der Umfang der zu § 5 notwendigen Hinweise sehr beträchtlich ist. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wird daher nachstehend eine Unterteilung in folgende Abschnitte vorgenommen:

Allgemeines.  
 Akkumulatoren.  
 Elektro-Werkzeuge, Hand- und Hausgeräte.  
 Maschinen.  
 Transformatoren.  
 Öl für Transformatoren, Schalter und andere Apparate.  
 Apparate.  
 Schaltanlagen.  
 Freileitungen.  
 Isolierte Leitungen.  
 Kabel.  
 Zähler.  
 Beleuchtung.

#### Allgemeines.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten für den Betrieb von Hausinstallationen nicht: Regel 1, Vorschriften b) bis g), Regel 2, Vorschriften i) und k). Anders ausgedrückt bestehen also für Hausinstallationen nur die Vorschriften a) und h). Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an (siehe S. 12 dieses Buches).

Da man den elektrischen Leitungen, Apparaten usw. im allgemeinen nicht ansehen kann, ob sie unter Spannung stehen oder nicht, ist bei ihrer Bedienung besondere Vorsicht geboten. Wird diese aber angewendet, so ist bei ordnungsmäßig gebauten und unterhaltenen Anlagen für genügend unterrichtete Personen keine Gefahr vorhanden. Nach § 3 der Errichtungsvorschriften VES 1 müssen die nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile einer elektrischen Anlage, welche Spannungen unter 1000 V führen, gegen zufällige Berührung geschützt und bei Spannungen von 1000 V und darüber müssen sowohl die blanken wie die isolierten Teile der Berührung entzogen sein. Weiter muß gemäß § 3 dieser Betriebsvorschriften überall dort, wo eine besondere Gefahr vorhanden ist, auf diese durch Warnungstafeln aufmerksam gemacht werden. Es ist somit für alle Fälle vorgesorgt, vorausgesetzt, daß diese Vorschriften auch wirklich immer beachtet werden. Die VES 1, VES 2 und diese Betriebsvorschriften VBS geben weiterhin eine große Zahl von Sicherheitsmaßnahmen an, durch deren Befolgung sowohl die am Betriebe der Anlage Unbeteiligten wie auch das Betriebspersonal weitgehendst geschützt werden. In einer ordnungsmäßig betriebenen Anlage ist somit im weitgehendstem Maße für den Schutz von Personen und Sachen gesorgt.

Die Erfahrung hat nun leider gelehrt, daß das für die Bedienung und Unterhaltung der Anlagen angestellte und besonders instruierte Personal mit der Zeit die zu seiner eigenen Sicherheit aufgestellten Bestimmungen öfter vernachlässigt. Man beobachtet immer wieder, daß das Hantieren mit Einrichtungen, die Gefahren bringen können, schließlich gegen diese abtumpft, namentlich wenn die Sicherheitseinrichtungen gut sind, so daß alles ordnungsmäßig arbeitet. Es kommt dann leicht vor, daß erteilte Instruktionen in Vergessenheit geraten und vorgesehene Sicherheitseinrichtungen nicht benutzt werden. Die Berichte über vorgekommene elektrische Unfälle zeigen immer wieder, daß es von großer Bedeutung ist, auf solche mit der Zeit einreißende Sorglosigkeit aufmerksam zu machen, um dadurch etwa entstehende Gefahren auszuschließen. Über die im Bezirk des oberschlesischen Überwachungsvereins in Kattowitz vorgekommenen elektrischen Unfälle werden seit vielen Jahren genaue Aufzeichnungen gemacht und statistische Angaben darüber veröffentlicht<sup>1</sup>. Aus diesen Berichten ist leider immer wieder zu ersehen, daß ein sehr erheblicher, in mehreren Jahren sogar der größte Teil der vorgekommenen Unfälle auf eigenes Verschulden bzw. Leichtsinns des Bedienungspersonals usw. zurückzuführen ist. Auf eine große Zahl ähnlicher Berichte von anderer Seite sei hier noch hingewiesen, und zwar ETZ 1913, S. 778; 1926, S. 987 und 1553; 1927, S. 1531; 1929, S. 63, in denen die gleichen Feststellungen gemacht werden. Es ist insolgedessen notwendig, auch immer wieder auf diese Tatsachen hinzuweisen, um mit der Zeit eine Besserung

<sup>1</sup> Näheres darüber vgl. ETZ 1911, S. 808; 1912, S. 1016; 1913, S. 1007; 1914, S. 984; 1915, S. 418; 1916, S. 645; 1917, S. 499; 1918, S. 399; 1920, S. 699; 1921, S. 1463; „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen“ 1919, S. 252; 1920, S. 204; 1921, S. 215; 1922, S. 230; 1923, S. 219.

zu erzielen und die Zahl der Unfälle, denen Monteure und Wärter zum Opfer fallen, nach Möglichkeit zu verringern.

Wenn vorstehend auf Gefahren der elektrischen Anlage hingewiesen ist, so darf das nicht etwa zu einer falschen Beurteilung derselben führen. Es sind fraglos gewisse Gefahren vorhanden, die aber bei vorschriftsmäßig gebauten und ordnungsmäßig betriebenen Anlagen sehr gering sind. Insbesondere anderen Gefahrenquellen gegenüber können die elektrischen Anlagen als außerordentlich sicher bezeichnet werden. In einer eingehenden Untersuchung von G. Pohl<sup>1</sup> ist festgestellt, daß die Unfälle durch den elektrischen Strom an allerletzter Stelle stehen und alle anderen Berufsgefahren wesentlich größer sind. Es kommen aus anderen Ursachen 134mal mehr Unfälle vor als durch den elektrischen Strom; durch Zusammenbruch von Leitern, Fallen von Leitern, Treppen und durch Rufen, in Vertiefungen und auf ebener Erde verunglückten 16536 Personen, beim Verladen 16008, das ist je 27mal mehr. Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik sieht diesen Umstand als so wichtig an, daß anderthalb Seiten des Jahresberichtes über die Tätigkeit der technischen Aufsichtsbeamten für 1925 den Unfällen an Leitern gewidmet werden; Anlegenleitern weisen 823, Stehleitern 457 Unfälle nur in einer einzigen Berufsgenossenschaft bei 512281 Versicherten auf; dagegen stehen nur 599 elektrische Unfälle bei 25 Millionen Versicherten.

Weiter ist noch zu beachten, daß die Elektrizität in großem Umfange Gefahren, die früher bei andersartigen Einrichtungen vorhanden waren, durch ihre Einführung beseitigt hat. Ohne auf alle Einzelheiten dieser gefahrverhütenden Wirkung der elektrischen Einrichtungen hier einzugehen, weil das viel zu weit führen würde, sei jedoch erwähnt, daß eine bedeutende Verminderung an Gefahren eingetreten ist bei

Transmissionen und Riemen,  
hin und her gehenden Teilen von Kraftmaschinen,  
Andrehen von Gasmaschinen usw.,  
im Transportwesen,  
veralteten und unvollkommenen Beleuchtungsarten.

Besonders ist eine starke Herabsetzung der Feuer- und Explosionsgefahr durch Ersatz von Gas- und Petroleumbeleuchtung durch die elektrische erzielt worden. Schon im Jahre 1913 konnte ich daher auf Grund eingehender statistischer Untersuchungen<sup>2</sup> feststellen, daß die Zahl der durch den elektrischen Betrieb vermiedenen Unfälle wesentlich größer ist als die Zahl der durch den elektrischen Betrieb neu entstandenen, und daß somit die elektrischen Anlagen in bezug auf Unfallverhütung eine hervorragende Rolle in unserer gesamten Industrie spielen. Zu dem gleichen Ergebnis kommen auch die „Jahresberichte der Königl. Preuß. Regierungs- und Gewerbeberäte und Behörden für 1912“, über die ETZ 1913,

<sup>1</sup> ETZ 1927, S. 642.    <sup>2</sup> ETZ 1913, S. 589.

§. 778 berichtet wird. Der Schlußsatz lautet: „Der Prozentsatz der elektrischen Unfälle zu der Gesamtzahl macht immerhin nur einen verschwindend kleinen Bruchteil aus. Die Elektro-Industrie findet im Gegenteil in vielen Berichten lobende Erwähnung, weil durch die Anwendung des elektrischen Stromes viel mehr Unfälle verhütet als veranlaßt werden.“ Durch die ständig zunehmende Einführung der Elektrizität in Industrie, Gewerbe und Handel kommt diese unfallverhütende Wirkung immer mehr zur Auswirkung und erhöht die Sicherheit der darin beschäftigten Personen, wie auch die Feuersicherheit der Betriebe. Das kann aber nur erreicht werden, wenn immer dafür gesorgt wird, daß einerseits die elektrischen Anlagen vorschriftsgemäß hergestellt und andererseits ordnungsgemäß unterhalten und betrieben werden.

Während in den Errichtungsvorschriften die verschiedenen Maßnahmen zur Herstellung von Anlagen bzw. Teilen derselben bis in die Einzelheiten hinein ausführlich behandelt worden sind, hat sich der VDE in den Betriebsvorschriften absichtlich darauf beschränkt, nur generelle Maßnahmen festzulegen, weil die Verhältnisse in den Betrieben so verschiedenartig sind, daß es kaum möglich ist, Einzelheiten vorzuschreiben. Es muß demgemäß den mit der Betriebsführung betrauten bzw. für diese verantwortlichen Personen überlassen bleiben, in jedem Falle über die notwendigen Einzelheiten selbst zu entscheiden. Um so mehr wird es aber dem Betriebspersonal erwünscht sein, Hinweise über Material zu bekommen, das verstreut in der großen Zahl der vom VDE aufgestellten Vorschriften, Regeln, Normen und Leitfäden enthalten ist.

Da die Reinigungs-, Wartungs- und Bedienungsarbeiten in vielen Fällen gar nicht getrennt werden können, so müssen sie oft gemeinsam behandelt werden.

Die gute Betriebsführung und Instandhaltung einer elektrischen Anlage ist für ihr ordnungsgemäßes Arbeiten von außerordentlich großer Bedeutung, und zwar nicht nur wegen der Sicherheit des Personals und des Betriebes, sondern auch wegen der Wirtschaftlichkeit desselben. In elektrischen Betriebsräumen hat man deswegen auch eine Anzahl von Erleichterungen (§§ 28 und 29 der VES 1 und §§ 20 und 21 der VES 2) zugelassen, um die Bedienung und die Beaufsichtigung zu erleichtern. Das hat insofern keine Bedenken, als diese Betriebsräume nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

Nachstehend sind eine Anzahl Bestimmungen aus den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften und aus den Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik wiedergegeben.

Wenn der Unternehmer auf Grund des § 913 RVO die ihm durch die Unfallverhütungsvorschriften auferlegten Pflichten geeigneten Betriebsleitern, Aufsichtspersonen oder anderen Angestellten seines Betriebes überträgt, so ist dies durch eine von beiden Teilen zu unterzeichnende



Erklärung, die dem technischen Aufsichtsbeamten auf Verlangen vorzulegen ist, schriftlich festzustellen.

Bei Einstellung des Betriebspersonals sollte der Betriebsleiter mit größter Sorgfalt vorgehen, da, wie sich aus ETZ 1921, S. 789 ergibt, die Gerichte sehr leicht dazu neigen, an die technischen und moralischen Qualifikationen der Betriebsmonteure viel höhere Ansprüche zu stellen, als man es im praktischen Betriebe sonst gewöhnt ist. Bei Unfällen und Schäden, die durch Unachtsamkeit von Unterorganen verschuldet worden sind, wird leicht den Betriebsleitern der Vorwurf ungenügender Sorgfalt bei Auswahl des betreffenden Betriebsmonteurs gemacht.

Die Betriebsbeamten, Werkführer, Meister und andere Aufsichtsbeamte sind für die ihnen unterstellten Betriebsabteilungen und Werkstätten verantwortlich und können für ihre Person ebenso wie die Betriebsunternehmer nach §§ 898 bis 907 der RVO in Verbindung mit den diesbezüglichen Vorschriften des Bürgerlichen Gesetzbuches (§§ 823 und 830ff.) des Haftpflichtgesetzes und der Gewerbeordnung (§ 120a) gegenüber den Verunglückten und deren Hinterbliebenen, ferner gegenüber den Gemeinden, Armenverbänden, Krankenkassen, Knappschaftsvereinen, Knappschaftskassen, Erbschaften, Sterbe- und anderen Unterstützungskassen für den Ersatz aller Aufwendungen haftbar gemacht werden, wenn strafgerichtlich festgestellt worden ist, daß sie den Unfall vorsätzlich oder fahrlässig mit Außerachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit, zu der sie vermöge ihres Berufes oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, herbeigeführt haben.

Der Berufsgenossenschaft gegenüber haften aber die Betriebsbeamten, Werkführer, Meister und andere Aufsichtspersonen ebenso wie die Betriebsunternehmer in derartigen Fällen auch ohne strafgerichtliche Feststellung (§ 903 Abs. 4 der RVO).

Auch laufen die Betriebsunternehmer, Betriebsbeamten, Werkführer, Meister und andere Aufsichtspersonen bei Verletzung der Unfallverhütungsvorschriften und dadurch herbeigeführten Betriebsunfällen dritter, nicht versicherter Personen Gefahr, diesen nach Maßgabe des Bürgerlichen Gesetzbuches (§ 823), des Haftpflichtgesetzes und der Gewerbeordnung (§ 120a) im vollen Umfange schadenersatzpflichtig zu werden sowie sich strafrechtlicher Verfolgung auszusetzen.

Das Ab- und Anlegen sowie das Aufbewahren von Kleidungsstücken in unmittelbarer Nähe bewegter Maschinen und Triebwerke oder spannungsführender elektrischer Leitungen ist zu verbieten.

Beim Lagern und Stapeln von Roh- und Betriebsmaterialien, Halb- und Fertigerzeugnissen ist dafür zu sorgen, daß niemand durch Herabstürzen von Material oder Berühren bewegter Maschinenteile, Triebwerkteile, spannungsführender elektrischer Leitungen u. dgl. gefährdet wird. Ebenso sind überall da, wo Gegenstände auf Arbeits- und Verkehrsplätze herabfallen und dadurch Gefahr bringen können, geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.

Es empfiehlt sich, Fingerringe, Armbänder und Ketten während der Arbeit abzulegen.

Rüstungseinrichtungen eigenmächtig außer Betrieb zu setzen, ist verboten.

Aufstellungs-, Ausbesserungs- und Bedienungsarbeiten an spannungsführenden Teilen sind im allgemeinen erst nach allpoliger Ausschaltung vorzunehmen. Teile von Hochspannungsanlagen sind dabei außerdem unmittelbar an der Arbeitsstelle kurzzuschließen und zu erden.

Fordern die Betriebsverhältnisse, daß Aufstellungs-, Ausbesserungs- oder Bedienungsarbeiten an spannungsführenden Teilen vorgenommen werden, so dürfen sie nur von unterwiesenen Personen ausgeführt werden. Dabei müssen ausreichende Vorsichtsmaßnahmen beobachtet werden (je nach Erfordernis der örtlichen Betriebsverhältnisse: Anwendung eines isolierenden Arbeitsstandes, Benutzung von isolierten Werkzeugen, von Gummihandschuhen, Gummischuhen, Abdeckung der spannungsführenden Teile, Aufstellung von Trennwänden od. dgl.). Arbeiten unter Hochspannung dürfen nur elektrotechnisch ausgebildeten Personen übertragen werden. Der Betriebsleiter oder sein Beauftragter hat die erforderlichen Schutzmaßnahmen anzuordnen und die Arbeiter während der ganzen Arbeitszeit zu überwachen. (Bezüglich der Verwendung von Gummihandschuhen und Gummischuhen siehe das zu § 3 auf S. 104 dieses Buches Gesagte. Ferner sei hinsichtlich der Arbeiten unter Spannung auf § 8 dieser Vorschriften verwiesen.)

Auch für Montagebetriebe in bereits ausgeführten Anlagen sind die „Betriebsvorschriften“ zu erfüllen.

Anlagen, die längere Zeit außer Betrieb gewesen sind, können feucht geworden sein. Beim Wiedereinschalten derselben ist deswegen Vorsicht geboten. Zweckmäßig wird man den Isolationszustand des abgeschalteten Teiles zunächst feststellen und, wenn er schlecht ist, verbessern. Wenn möglich, ist es empfehlenswert, die Spannung nicht sofort in voller Höhe auf einen Anlageteil, der längere Zeit abgeschaltet gewesen ist, zu geben, sondern sie erst langsam zu steigern.

Eiserne Teile können mit der Zeit durch Rost leiden. Ein etwa vorhandener Rostschutzanstrich muß von Zeit zu Zeit erneuert werden. Außer Farbanstrichen hat sich hierfür auch das Schöpische Verzinkungsverfahren bewährt. Über die verschiedenen Rostschutzanstriche ist Näheres zu erfahren aus dem Aufsatz „Der Rostschutz“ von Dr. A. Baudryel, Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1925, Nr. 394, S. 455.

Eine wichtige Rolle spielt bei der Unterhaltung elektrischer Anlagen der Schutz gegen Überspannungen, die den Betrieb erheblich gefährden können. Es ist für die Betriebsführung daher von Bedeutung, über die verschiedenen Ursachen solcher Überspannungen unterrichtet zu sein. Der VDE hat sie in den von ihm aufgestellten „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen“ zusammengestellt und es mögen nachstehend die wichtigsten Angaben auszugsweise hier mitge-

teilt werden. Der volle Wortlaut dieser Zeitsäke ist ETZ 1925, S. 472, 942 und 1526 abgedruckt und enthält insbesondere auch Angaben über Maßnahmen zur Verhütung von Überspannungsschäden. Ausführliche Angaben sind darüber auch im „Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, Berlin: Julius Springer, gemacht. In den Arbeiten des VDE gilt als Überspannung jede Spannungserhebung, die den Bestand oder Betrieb einer elektrischen Anlage gefährdet. Überspannungen können eine Anlage durch ihren hohen Betrag oder durch ihr räumliches Spannungsgefälle gefährden. Unter Höhe der Überspannung ist nicht die Differenz der Spannungserhebung gegen die Betriebsspannung, sondern der Höchstwert der Überspannung bzw. ihr Effektivwert zu verstehen. Die Ursachen gefährlicher Überspannungen sind zahlreich; im nachstehenden sind die wichtigsten herausgegriffen.

Jeder Schaltvorgang, sei es ein willkürlicher, wie das Einlegen eines Schalters, oder ein unbeabsichtigter, etwa ein Leitungsbruch oder ein Kurzschluß, beansprucht die Isolation der Anlage dadurch, daß plötzlich eine Spannung angelegt wird oder zusammenbricht.

Die plötzlich angelegte Spannung erzeugt eine mit Lichtgeschwindigkeit längs der Leitung wandernde Ladewelle, deren Spannung durch Reflexion am Ende der Leitung erhöht werden kann. Das Spannungsgefälle an der Front dieser Wanderwelle ist steil, man nennt sie daher Sprungwelle. Die Sprungwelle beansprucht beim Auftreffen auf Maschinen und Transformatoren stark deren Isolation zwischen den Windungen.

Wird eine reflektierte Wanderwelle an einer anderen Stelle der Leitung wieder reflektiert, so läuft sie so lange auf der Leitung zwischen den Reflexionspunkten hin und her, bis die in ihr aufgespeicherte Ladung in andere Netzteile abgeloßen ist oder sich in Joulesche Wärme umgesetzt hat. Derartig hin- und herlaufende Wanderwellen, die auch durch andere Schaltvorgänge erzeugt sein können, stellen einen Schwingungsvorgang (Wanderwellenschwingung) dar, dessen Wellenlänge annähernd gleich der vierfachen Länge des durch die beiden Reflexionspunkte eingegrenzten Leitungsstückes ist.

Wenn sich am Ende der betrachteten Leitung schwingungsfähige Gebilde befinden — z. B. ein über eine Schutzrosselspule, Auslösespule o. dgl. angeschlossenes Sammelschienensystem —, deren Eigenschwingungszahl annähernd mit der Grundfrequenz der Wanderwellenschwingung übereinstimmt, so können Resonanzüberspannungen auftreten, die bei der geringen Dämpfung sehr hohe Werte erreichen.

Beim Einschalten einer Leitung dringt in diese eine Ladewelle mit rechteckiger Stirn ein. Durch Reflexion am Ende der Leitung kann sie zu einer Überspannung gegen Erde oder die benachbarten Leitungen werden. Als Sprungwelle gefährdet sie Maschinen und Transformatoren in dieser Leitung. Außerdem zieht in die bereits unter Spannung stehenden Leitungsteile eine Entladefprungwelle ein. Durch sie werden die bereits unter Spannung stehenden Maschinen oder Transformatoren gefährdet.

In der Leitung, die den größeren Wellenwiderstand besitzt, ist die Schaltwelle am höchsten. Wird an ein Kabelnetz eine Freileitung angeschaltet, so tritt in dieser eine Sprungwelle von annähernd der vollen Höhe der Betriebsspannung auf; sie kann durch Reflexion am offenen Ende vorübergehend auf etwa den doppelten Betrag ansteigen. Eine etwa entstehende Wanderwellenschwingung ist eine Rechteckschwingung.

Beim Abschalten leerlaufender Transformatoren und Asynchronmotoren treten beträchtliche Überspannungen auf. Die Erscheinung ist durch die starke Kühlung des Unterbrechungslichtbogens im Ölchalter bedingt, die ein schnelleres Absinken des Stromes bewirkt; die anormal starke zeitliche Änderung des Stromes ( $\frac{di}{dt}$ ) kann beträchtliche Überspannungen erzeugen. Bei Transformatoren können sie zu einem Überschlag an den Durchführungsklemmen führen. Bei Asynchronmotoren, die wegen des großen Luftspaltes eine wesentlich größere magnetische Energie enthalten, treten überdies noch Lichtbogenerschwingungen hinzu, da jede Wicklung ein schwingungsfähiges Gebilde darstellt. Die hohe Frequenz dieser Schwingungen bedingt eine Gefährdung der Windungsisololation.

Von jeher ist viel von Unterbrechungsüberspannungen gesprochen worden. Besonders schrieb man den Ölaltern die unheilvolle Eigenschaft zu, den Strom nicht im Nullpunkt, sondern vorzeitig und plötzlich zu unterbrechen, so daß sich die freierwerdende magnetische Energie reißlos in elektrische Energie zu Überspannungen von gewaltiger Höhe umsetzte. Diese Annahme schien auch häufig durch die Praxis bestätigt zu werden; tatsächlich kamen bei Kurzschlüssen Überschläge über beträchtliche Entfernungen nach Erde oder den anderen Netzleitern hin vor. In vielen Fällen traten die Überschläge an den Klemmen der Ölalter auf und schienen so mit aller Deutlichkeit auf diese als die Störenfriede hinzuweisen. Eine genauere Beobachtung zeigt jedoch, daß die erwähnten Überschläge vielfach nicht auf die gewöhnliche Unterbrechung zurückzuführen sind. Bei starken Kurzschlußströmen können schlechte Kontakte zu „spritzen“ beginnen und so Überschläge hervorrufen; auch können ausgestoßene Rauchschwaden oder Metalldämpfe den Luftraum oder die Isolatorensfläche so gut leitend machen, daß bereits bei der normalen Betriebsspannung Überschläge an den Isolatoren eingeleitet werden. Es handelt sich also hier nicht um Überspannungen, sondern um Folgen von Überstromerscheinungen.

Gefährliche Überspannungen können bei einem Aggregat aus Transformator und Generator auftreten, wenn bei vollbelastetem Generator auf der Hochspannungsseite des Transformators der Ölchalter fällt, so daß nun plötzlich der hocherregte Generator auf den leerlaufenden Transformator arbeitet. Infolge des sehr flachen Verlaufes der Magnetisierungscharakteristik neuzeitlicher Turbogeneratoren erhält der Transformator, der schon bei der normalen Betriebsspannung mit verhältnismäßig hoher Sättigung arbeitet, eine äußerst hohe Sättigung. Der stark an-

wachsende und stark verzerrte Magnetisierungsstrom ändert die Form der Spannungskurve von Grund aus; sie bekommt zahlreiche Oberwellen bis zu sehr hohen Frequenzen, und die starken Spitzen beanspruchen die Isolation gegen Erde. Überdies können die hohen Frequenzen Eigenschwingungen der Wicklungsteile anstoßen, wodurch die Isolation zwischen den Windungen gefährdet wird.

Beim Abschalten leerlaufender Leitungen, insbesondere von Kabeln, treten Rückzündungsüberspannungen auf. Der Strom wird bei seinem Durchgang durch Null unterbrochen, während die Spannung gerade ihren Höchstwert erreicht; auf dem abgeschalteten Leitungsende bleibt also eine Ladung dieser Höhe liegen. Die Maschinenspannung nimmt weiterhin den ihr aufgezwungenen sinusförmigen Verlauf, und eine Halbperiode später herrscht infolgedessen an den Schalterkontakten etwa die doppelte normale Scheitelspannung. Spätestens in diesem Zeitpunkt tritt eine Rückzündung des Unterbrechungslichtbogens ein; es spielt sich ein Einschaltvorgang ab, bei dem die Schaltspannung doppelt so groß als bei der normalen Einschaltung ist. Die von der Schaltstelle nach beiden Richtungen laufenden Sprungwellen besitzen also die doppelte Höhe wie bei dem normalen Schaltvorgang. Bei Schaltern mit schlechter Kontaktbeschaffenheit oder zu geringer Schaltgeschwindigkeit kann sich die Rückzündung bei einer Abschaltung vielfach wiederholen.

Bei einpoligem Schalten oder bei Leitungsbrüchen kann ein eigenartiger Schwingungskreis entstehen, in dem durch die Betriebspannung eine Überspannung erzeugt wird. Der Kreis wird gebildet aus der Erdkapazität der vom Netz abgetrennten Leitung in Reihe mit der Erdkapazität des Netzes und der Induktivität des Transformators am Ende der Leitung. Ist dieser schwach oder gar nicht belastet, so ist seine Induktivität sehr groß und wegen der Eisen sättigung überdies stark abhängig von der Stromstärke. Diese muß sich so einstellen, daß die Spannung an der Induktivität entweder gleich der Summe der von dem Netz gelieferten Spannung und der Kapazitätsspannung oder bei sehr kleinen Kapazitäten, also kurzer Leitungslänge, gleich der Differenz der Kapazitätsspannung und der Spannung aus dem Netz ist; im letztgenannten Falle kippen bei der Induktivität Spannung und Strom um  $180^\circ$  um, und die Überspannung, die den gesamten betroffenen Netzteil samt den angeschlossenen Betriebsmitteln gefährdet, ist besonders groß. Ihre größte Höhe — etwa das Dreifache der verketteten Netzspannung — erreicht sie, wenn das am Netz hängende gebrochene Leitungsende auf die Erde fällt. Der Strom an der Erdschlusstelle wächst stark an, von dem Transformator gespeiste Glühlampen verbrennen, Motoren kehren infolge des Umkippen des Spannungsdreiecks ihre Drehrichtung um. In einer 10 kV-Anlage bei einer Nichteistung der Netztransformatoren von 10 bis 20 kVA kommt es bei Leitungslängen von 1 bis 4 km zu diesen Rippüberspannungen. Bei Spannungswandlern genügen wegen ihrer großen Leerlaufinduktivität bereits Verbindungsleitungen von einigen Metern Länge.

Bei ausgedehnten Netzen mit großer Erdkapazität kann bei einem Erdschluß der Fall eintreten, daß die Induktivität der erdgeschlossenen Phase mit der Erdkapazität des gesamten Netzes einen Schwingungskreis bildet, dessen Eigenfrequenz der Netzfrequenz nahe kommt. Die Resonanzspannungen können je nach dem Leitungsquerschnitt (25 bis 95 mm<sup>2</sup>) den 1,5- bis 3fachen Betrag der normalen verketteten Spannung und mehr erreichen. Sie sind gefährlich, da sie das ganze Netz in Mitleidenschaft ziehen und sehr starke Ströme erzeugen, die z. B. auch zu Schalterexplosionen führen können. In dieser Hinsicht ist der Anschluß von Freileitungstrecken an größere Kabelnetze wegen der großen Kapazität der Kabel besonders gefährlich.

Generatoren ohne ausreichende Quersfelddämpfung bilden im einphasigen Kurzschluß in der offenen Phasenspannung starke Oberwellen der 3-, 5-, 7- usw. -fachen Ordnung der Grundwelle aus, die in einem Netz großer Kapazität zu Resonanzüberspannungen führen können.

Transformatoren mit Stern-Sternschaltung weisen selbst bei reiner Sinusform der verketteten Spannung in der Sternspannung und damit vor allem in der Spannung des Sternpunktes gegen Erde dritte Harmonische auf, die bei Transformatoren mit gutem magnetischen Rückschluß (z. B. Manteltransformatoren) für diese dritte Harmonische schädliche Beträge annehmen können. Infolge der eigentümlichen Form der Magnetisierungskurve des Eisens enthält bei zeitlich sinusförmig verlaufendem Kraftlinienfluß der zugehörnde Magnetisierungstrom zahlreiche Oberwellen ungerader Ordnung und besonders stark ausgeprägt die dritte Oberwelle. Da aber in einem Drehstromsystem alle durch 3 teilbaren Oberwellen in den drei Wicklungen gleiche Phasenlage besitzen, kann ein Strom 3-, 9-, 15- usw. -facher Frequenz ohne Nullpunktverbindung nicht fließen. Er fehlt also am Magnetisierungstrom, und infolgedessen werden Oberwellen 3-, 9-, 15facher Frequenz in der Sternspannung des Transformators sowie zwischen Nullpunkt und Erde erzwungen. Wenn nun bei einem derartigen Transformator der Sternpunkt der Hochspannungsseite geerdet wird, so bildet die Induktivität jeder der drei Schenkel mit der Erdkapazität des zugehörenden Netzleiters des gesamten Netzes einen Schwingungskreis. Die drei Kreise liegen parallel an einer Spannung 3-, 9-, 15facher Frequenz, die gleich der Nullpunktspannung des Transformators ist. Unter Umständen können Kipperscheinungen auftreten, die besonders dadurch lästig sind, daß sie dem gesamten Netz die Überspannung aufdrücken und an den Spannungsmessern für die verkettete Spannung nicht wahrgenommen werden. Derartige Kipperscheinungen wurden z. B. in ausgedehnten Freileitungnetzen durch eine größere Zahl von Spannungswandlern mit geerdetem Sternpunkt hervorgerufen. Solche Fälle dürften wohl zu den Ausnahmen gehören, jedoch können im Sternpunkt geerdete Spannungswandler (Ableitung=Drosselspulen) kippen, wenn durch zufällige Schaltungen sämtliche von einer Station ausgehenden Leitungen abgetrennt werden, so daß der Transformator

nur noch mit der kleinen Kapazität der Schaltanlage und der Leistungs-  
transformatoren allein belastet ist.

Zusatz- und Drehtransformatoren in Stern-Sternschaltung werden bei Erdschlüssen, besonders wenn diese in zwei getrennt von den Sammelschienen ausgehenden Strängen an zwei verschiedenen Netzleitern gleichzeitig auftreten (Doppelerdschlüsse), von dem einphasig fließenden Fehlerstrom derart magnetisiert, daß sie zahlreiche Overtwellen ungerader Ordnung bis zu sehr hohen Frequenzen erregen. Dann können hohe örtliche Überspannungen entstehen; bei Erdung des Nullpunktes der Erregerwicklung kann sogar die gesamte Anlage durch hohe Überspannungen gefährdet werden.

Ein gefährlicher Überspannungserreger ist der Lichtbogenerdschluß. Wird ein an sich gesunder Isolator überschlagen, so wird die Spannung des betreffenden Leiters gegen Erde Null und über den Lichtbogen fließt der Erdschlußstrom des Netzes, der im wesentlichen voreilender Blindstrom ist. Ähnlich wie beim Abschalten eines leerlaufenden Kabels erlischt der Lichtbogen zunächst wieder in dem Zeitpunkt, in dem der Strom durch Null geht, und auf dem gesamten Leitungsnetz bleibt eine Ladung liegen, die diesem bei Einphasennezen eine Gleichspannung von der Höhe des normalen Scheitelwertes der Sternspannung erteilt. Da jedoch die ihr übergelagerte normale Sternspannung gegen Erde weiterhin ihren Sinusverlauf nimmt, herrscht eine Halbperiode später an der Erdschlußstelle eine Spannung von dem doppelten Scheitelwert der Sternspannung. Spätestens in diesem Zeitpunkt erfolgt die Rückzündung. Die dadurch angeregte Eigenschwingung des Netzes mit der doppelten Amplitude der normalen Sternspannung führt rechnerisch bei Vernachlässigung der Kapazität zwischen den Netzleitern und der Verlustdämpfung zu einer Vierfachung der Spannung an dem gesunden Leiter. Beim Erreichen dieses Höchstwertes ist der Strom gerade Null, und wiederum kann in diesem Zeitpunkt der Erdschlußlichtbogen erlöschen, wodurch das Netz nun eine Ladung mit der Amplitude der doppelten Sternspannung annimmt. Eine halbe Periode später stellt sich an dem kranken Leiter die dreifache Spannung gegen Erde ein, und es erfolgt wiederum eine Rückzündung, als deren Folge sich das gesamte Netz an dem gesunden Leiter auf das Sechsfache, an dem kranken Leiter auf das Vierfache des Scheitelwertes der Sternspannung hinaufarbeitet. Bei Berücksichtigung der Kapazität zwischen den Leitern und der Verluste ergibt die Rechnung für Drehstromnetze hoher Spannung Höchstwerte der Spannung an den gesunden Leitern von dem 4,5fachen, an dem kranken Leiter von dem 4fachen des Scheitelwertes der Sternspannung, entsprechend dem 2,6- bis 3fachen des Scheitelwertes der verketteten Betriebsspannung. Die schädlichste Wirkung übt der aussetzende Erdschluß jedoch durch die Sprungwellen aus, die Halbperiode für Halbperiode durch die Rückzündung ausgelöst werden. Sie haben ebenfalls an ihrer Stirn eine Höhe von dem 2,6fachen des Scheitelwertes der verketteten Spannung und gefährden die Trans-

formatorwicklungen durch ihr in jeder Halbperiode sich wiederholendes Aufsprallen auf das äußerste. Der Erdschlußlichtbogen nimmt wegen der hohen Zündspannung beträchtliche Länge an, brennt infolgedessen lange Zeit und führt zwischen den Negleitern, wenn die gestörte Leitung nicht rechtzeitig abgetrennt wird, in der Regel zu einem Kurzschluß. Die bei Gewittern beobachteten häufigen Abschaltungen von Leitungstrecken sind fast in allen Fällen auf Lichtbogenerdschlüsse zurückzuführen. Diese haben also nicht nur die Beanspruchung der Anlage durch Überspannungen, sondern auch noch die Beanspruchung der Transformatoren, Schalter und Maschinen durch Kurzschlußströme im Gefolge. Mit Überspannungen infolge aussehenden Erdschlusses ist zu rechnen, sobald der Erdschlußstrom einen Betrag von etwa 5 A erreicht; bei kleineren Stromstärken pflegt der Lichtbogen schnell zu erlöschen.

Die durch atmosphärische Einflüsse in Hochspannungsanlagen auftretenden Überspannungen sind der Vorausberechnung am wenigsten zugänglich. Die sanfteste und ungefährlichste Form der atmosphärischen Überspannung ist die sich auf Freileitungen nur langsam ausbildende statische Ladung, die bei ausgezeichnetem Isolationszustand der Anlage zwar Spannungen von gefährlicher Höhe erzeugen würde, aber durch Ableitungsapparate mit verhältnismäßig hohem Widerstand sicher und gefahrlos abgeführt werden kann.

Blitzschläge gefährden eine Anlage nicht nur durch direkten Einschlag, sondern bereits beim Niedergehen in der Nähe von Leitungen. Das starke elektrostatische Erdfeld bricht bei dem Blitzschlag plötzlich zusammen. Auf in der Nähe befindlichen Leitungen, die in erheblichem Abstand über dem Erdboden liegen, werden durch Influenz Ladungen frei; es tritt plötzlich eine hohe Spannung gegen Erde auf. Die auf der Leitung induzierte Ladung setzt sich nach beiden Seiten hin in Form von Wanderwellen in Bewegung, die je die halbe Höhe der Spannung der ursprünglichen Ladung besitzen. Dabei ist die Stirn dieser Wellen so wenig steil, daß sie keine Sprungwelle darstellt. Dagegen kann die Spannung an Reflexionspunkten so erhöht (verdoppelt) werden, daß schwächer isolierte Teile, z. B. Durchführungen, überschlagen werden.

Wird durch den Blitzschlag eine große Ladung frei, so kann die Spannung auf der Leitung so weit ansteigen, daß ein Isolator überschlagen wird. Von der Überschlagstelle ziehen dann zwei Sprungwellen mit steiler Front von der Höhe der Überschlagspannung des Isolators nach beiden Seiten in die Leitung und gefährden die Betriebsmittel.

Da Leitungsende und Erdschlußstelle zwei Reflexionspunkte bilden, kann eine Wanderswellenschwingung entstehen, die eigenschwingungsfähige Gebilde anstößt, so daß hohe Resonanzspannungen entstehen.

Ob der Vorgang der Blizentladung selbst aperiodisch verläuft oder sich in Form einer Schwingung abspielt, ist hierbei unwesentlich. Die öfter beobachteten Isolatorüberschläge in Schalträumen lassen sich hiermit zwanglos erklären.



Über die „Zeitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber LSG“ ist bei § 2 auf S. 50 dieses Buches einiges Wichtige gesagt. Ausführlichere Angaben darüber sind im „Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, Berlin: Julius Springer, zweite Auflage, S. 233 zu finden. Sie sind ferner ETZ 1931, S. 423 abgedruckt.

Es kommt sehr oft im Betriebe vor, daß mit der Zeit Änderungen an der Anlage als zweckmäßig empfunden werden. Auch bei nachträglichem Anschluß bzw. Ersatz von Motoren, Transformatoren, Apparaten usw. ist es daher wichtig, zu wissen, daß vom VDE „Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlasfern, Reglern und Transformatoren“ aufgestellt worden sind, die seit dem 1. Juli 1909 gelten und ETZ 1908, S. 874; 1909, S. 506 abgedruckt sind. Diese Normen sind in Abschnitt III unter C wiedergegeben.

Nach den Bestimmungen des VDE ist ganz allgemein verlangt, daß auf Maschinen, Transformatoren, Apparaten usw. Schilder angebracht werden, welche die Angaben enthalten, die für die Bewertung und Benutzung wichtig sind. Für eine ordnungsmäßige Betriebsführung sind diese Schilder unerlässlich. Es ist wichtig, sie in gutem Zustande zu erhalten, so daß die Angaben leserlich bleiben, denn sie sind notwendig, um die zulässige Belastung der Maschinen, Transformatoren, Apparate usw. in den richtigen Grenzen zu halten. Bei übermäßiger Belastung werden die meisten elektrischen Einrichtungen sich zu stark erwärmen, wodurch sie Schaden leiden können. Es ist deswegen Sache einer ordnungsmäßigen Betriebsführung, die jeweils im Betriebe vorliegenden Belastungsverhältnisse mit der durch die Schilder ausgewiesenen zulässigen Belastung in Übereinstimmung zu halten. In besonderen Fällen kann sich naturgemäß auch hier unter Umständen einmal eine Abweichung notwendig machen, was durchaus nicht immer mit einer Schädigung verbunden sein muß. Man kann z. B. Maschinen, Transformatoren, Apparate usw. bei kurzzeitiger Benutzung unter Umständen höher belasten, als dem normalen Werte entspricht, wenn man dafür sorgt, daß die Erwärmung die zulässige Grenze nicht überschreitet. Es werden deswegen nachstehend bei der Behandlung der einzelnen Anlageteile die Unterlagen für die Ermittlung der Erwärmung gebracht werden, um Anhaltspunkte für unschädliche Überlastungen zu geben.

Da Maschinen, Transformatoren, Apparate, Leitungen usw. bei veränderter Belastung verschiedene Erwärmung annehmen, ist es notwendig, im Betriebe die Teile zu überwachen. Bei nicht spannungsführenden Teilen kann das unter Umständen durch Befühlen geschehen, anderenfalls kommen Quecksilber-Thermometer, Weingeist-Thermometer, Widerstands-Thermometer und Thermo-Elemente hierfür in Frage. Einzelheiten darüber sind auch aus dem Aufsatz „Temperaturüberwachung in Kraftwerken“ von Dr.-Ing. Reinath ETZ 1921, S. 459, sowie aus einem Bericht in ETZ 1925, S. 352 zu ersehen.

Vogel hat weiter vorgeschlagen, zur Temperaturbestimmung Schmelzperlen aus Legierungen mit bekannten Schmelzpunkten zu benutzen, worüber in „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen“ 1920, S. 46 berichtet ist. Der Vorschlag von Vogel hatte in dieser Form nur wenig Anwendungsmöglichkeiten. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat aber im Jahre 1923 den Vogelschen Vorschlag zum Ausgangspunkt weiterer Untersuchungen gemacht und eine Methode zur Feststellung der Überschreitung bestimmter Temperaturen in der Weise ausgebildet, daß in zusammengefalteten Streifen von Schreibmaschinen-Durchschlagpapier einige Körnchen von Chemikalien gelegt und zwischen die Wicklungen gebracht werden. Wird eine bestimmte Temperatur überschritten, so schmelzen diese Chemikalien und tränken das Papier. Als besonders geeignet werden folgende empfohlen:

	Schmelztemperatur
Meta-Phenylidiamin . . . . .	105° (farblos)
Schwefel, rhombisch . . . . .	112° (gelb)
Echellad . . . . .	115° (orange)
Pyrogallol . . . . .	133° (farblos)
Dinitroanilin . . . . .	170° (gelb)

Bei den Stoffen, bei denen die Bemerkung „farblos“ gemacht ist, tritt eine schwarze Färbung des Papiers ein.

In einer weiteren Mitteilung<sup>1</sup> der PTR werden noch folgende Angaben gemacht:

	Schmelztemperatur
Banillin mit Eosin . . . . .	82° (rosa)
Aethylharnstoff mit Eosin und Metanilgelb . . . . .	92° (orange)
Phenathren mit Chinolingelb . . . . .	100° (gelb)
Antipyrin mit Chinolingelb und Methylenblau . . . . .	113° (hellgrün)
$\beta$ -Naphthol mit Martinsgelb und Methylenblau . . . . .	122° (dunkelgrün)
Brenzschleimsäure mit Methylenblau . . . . .	133° (blau)
Benzilsäure mit Methylviolett . . . . .	150° (violett)
Arabiose mit Eosin . . . . .	160° (purpurrot)

Das vorstehend beschriebene Meßverfahren wird in manchen Fällen nicht nur bei Untersuchung von Maschinen, sondern auch in anderen Fällen von Bedeutung sein. Es empfiehlt sich besonders dann, wenn die zu messende Wicklung eine sehr geringe Masse besitzt, und wenn die Messungen an solchen Stellen vorgenommen werden sollen, die für Thermometer schlecht oder gar nicht zugänglich sind.

Ebenso hat G. Buchner im Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt 1925, S. 89 eine Zusammenstellung von Mitteln veröffentlicht, um den Eintritt bestimmter Temperaturen anzuzeigen. Es sind dies Farbveränderungen gewisser Stoffe, sog. Farbthermostope, ferner Trübungserscheinungen von Flüssigkeiten und Schmelzpunkte oder Siedepunkte von Stoffen, durch welche mechanische Vorrichtungen, z. B. elektrische Läutewerke od. dgl., in Tätigkeit gebracht werden. Unter anderem sind

<sup>1</sup> ETZ 1926, S. 1131.

leichtflüssige Legierungen aus Blei, Zinn, Wismut und Radium angegeben, deren Schmelzpunkt je nach den Mischungsverhältnissen zwischen  $+65^{\circ}$  und  $+198^{\circ}$  gewählt werden kann. Als Stoffe, deren Schmelzpunkte noch tiefer liegen, sind z. B. genannt: Menthol ( $44^{\circ}\text{C}$ ), Walrat (45 bis  $54^{\circ}$ ) und Bienenwachs (66 bis  $64^{\circ}$ ).

Schienen in Apparaten, Schaltanlagen usw. können, wenn sie unter Spannung stehen, in einfacher Weise dadurch auf Erwärmung kontrolliert werden, daß ein an einer Stange befestigtes Stück Wachs oder Paraffin daran gehalten wird. Nach ETZ 1915, S. 445 gibt die Zeit, die bis zum Schmelzen einer angehaltenen Stearinkerze vergeht, einen Anhalt über die Erwärmung von Kontaktstellen, Schienen usw. Die chemische Fabrik Franz Korn, Halle a. d. Saale-Trotha, stellt eine Heißlauf-Anmeldefarbe, genannt Estalin, her, die bei normaler Temperatur hellrot ist und bei zunehmender Temperatur allmählich schwarz wird, so daß man danach Erwärmungen von Maschinen- oder Apparateteilen leicht kontrollieren kann.

Bei der Betriebsüberwachung elektrischer Anlagen ist es oft notwendig, die Belastung oder die Höhe der Spannung in einzelnen Zweigen zu kennen. Wenn der zu untersuchende Zweig kein Meßinstrument enthält, so kann man sich oft durch Stöpsel-Ampere- und Voltmeter sehr leicht helfen. Ein anderes wertvolles Hilfsmittel, um Belastungen einzelner Leitungen bei Wechselstrom feststellen zu können, ist der Diebe-Anleger, der von der Firma Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M., hergestellt wird. Dieser ist ein handlicher Stromwandler mit isolierten Handhaben, dessen Kernhälften sich aufklappen lassen. Die zu messende Leitung wirkt als Primärwicklung, während die Sekundärwicklung an einen Strommesser angeschlossen ist. Dieser Apparat wird auch für Leitungen hoher Spannung gebaut.

In manchen Betrieben verursachen die benutzten Maschinen, Transformatoren, Apparate usw. Geräusche, namentlich in Ein- und Mehrphasenanlagen. Sie treten namentlich oft auch erst im Laufe des Betriebes auf, da an einzelnen Stellen mit der Zeit Abnutzungen entstehen, gewisse Teile sich lockern usw. Im allgemeinen wird man bemüht sein müssen, solche Geräusche zu beseitigen, namentlich wenn sie Zeichen einer eingetretenen Abnutzung sind. Die Beseitigung wird dann schon im Interesse einer ordnungsgemäßen Betriebsführung liegen. Unter Umständen ist es aber auch wichtig, dafür zu sorgen, daß solche Geräusche nicht nach außen dringen und die Nachbarschaft belästigen<sup>1</sup>.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es manchmal erwünscht, den Arbeitsverbrauch<sup>2</sup> verschiedener Anlageteile einer Kontrolle zu unterziehen. Hierzu kommen Elektrizitätszähler oder schreibende Leistungsbzw. Strommesser in Frage, die entweder in fester oder in transportabler

<sup>1</sup> ETZ 1915, S. 544; 1930, S. 581; 1931, S. 1036.

<sup>2</sup> Über den Einfluß ungleicher Spannungen bei Drehstrom auf die Genauigkeit von Arbeitsverbrauchsmessungen siehe ETZ 1929, S. 931.

Form benutzt werden können. Über Zähler siehe Näheres S. 95 und S. 210 dieses Buches.

Die Schlüssel abgeschlossener elektrischer Betriebsräume dürfen an andere Angestellte nicht ohne weiteres ausgeliefert werden; sie dürfen auch nicht im Schloß stecken gelassen oder neben der Tür aufgehängt werden. Dagegen erscheint es wohl zulässig, einen zweiten Schlüssel plombiert oder hinter einer Glascheibe so sichtbar anzubringen, daß er im Notfall erreichbar ist.

#### Akkumulatoren.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten. Ferner sei auf die Bestimmungen § 4e) und Regel 4 sowie auf § 8f) dieser Vorschriften hingewiesen.

Gemäß § 8 der VES 1 und der VES 2 müssen die Batterien mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein. Dieser muß natürlich dauernd in Ordnung gehalten werden, damit der notwendige Schutz auch stets vorhanden ist.

Bei größeren Anlagen, besonders bei Batteriehäusern mit mehreren Stockwerken genügen zur Ventilation einfache Abzugrohre nicht immer; in manchen Fällen ist man genötigt, die Luft des Batterieraumes durch besondere Sauglüfter (Erhaustoren) abzusaugen. Hierbei ist darauf zu achten, daß der Elektromotor der Einwirkung der Säure nicht ausgesetzt wird. Die Sauglüfter sind so zu bemessen, daß in der Stunde mindestens ein fünfmaliger Luftwechsel erreicht wird. Die Öffnung des Abzugrohres bringt man zweckmäßig an der Decke, die Lufteintrittsstellen an der gegenüberliegenden Stelle, und zwar in der Nähe des Bodens an. Das obere Ende des Abzugrohres ist mit einer Kappe mit seitlichen Windöffnungen zu versehen, damit nicht Regen, Schnee oder dergleichen in das Rohr gelangen kann.

Eine Heizung des Raumes ist für die gute Wirkung und die Erhaltung einer Batterie nicht erforderlich; nur in Räumen, in denen die Temperatur einen außergewöhnlich niedrigen Stand erreichen kann, zumal wenn die Batterie längere Zeit unbenutzt stehen bleiben muß, ist eine schwache Heizung angebracht. Heizung mit offenem Feuer ist unterjagt.

Die Bedienung von Akkumulatorenbatterien ist im allgemeinen einfach. Von den liefernden Firmen werden ausführliche Bedienungsvorschriften in Plakatform und als Broschüren gegeben, so daß alles Wesentliche aus diesen hervorgeht. Es sollen daher nachstehend nur die grundsätzlichen Punkte behandelt werden.

Die zum Nachfüllen verwendete Säure soll ein Gemisch von besonders reiner Schwefelsäure mit destilliertem Wasser sein. Die Säure soll in

den Elementen über die Oberkante der Platten reichen, aber nicht zu nahe an den Rand des Gefäßes kommen, weil sonst die Säure leicht überkriecht oder durch die Gasentwicklung zum Überlaufen gebracht werden könnte. Die Holzbrettchen sollten stets ganz mit Säure bedeckt sein. Beim Nachfüllen ist darauf zu achten, daß keine Flüssigkeit verschüttet wird. Ist dies jedoch vorgekommen, so müssen die benetzten Stellen gründlich getrocknet werden. Zum Nachfüllen dürfen nur Gefäße aus Glas benutzt werden, weil solche aus anderen Stoffen eine Verunreinigung der Säure herbeiführen können.

Schwefelsäure und Wasser, die zum Nachfüllen benutzt werden, dürfen keine Bestandteile enthalten, die den Platten schädlich sind. Beim Bezug von Säure stelle man daher die Bedingung, daß sie zum Füllen von Akkumulatoren geeignet ist. Man verwende ferner nur destilliertes Wasser; gekochtes Wasser, Regen-, Brunnen-, Fluß- und Leitungswasser, ferner Kondenswasser aus Maschinen, Heizungen usw. ist ungeeignet. Das destillierte Wasser muß mittels eines einwandfrei konstruierten Destillierapparates hergestellt sein.

Zum Aufbewahren des destillierten Wassers und der Füllsäure dienen reine Glasballons oder mit Bleiblech ausgekleidete Holzkästen, die sorgfältig zu verschließen oder zuzudecken sind, da Staub und eindringende Dünste selbst ursprünglich reine Flüssigkeiten verderben können. Besonders schädlich ist Chlor, das sowohl im destillierten Wasser als auch in der Säure vorkommt, und Metalle, welche sich mitunter in der Säure befinden. Diese Verunreinigungen lassen sich aber sehr leicht nachweisen. Die liefernden Firmen geben deshalb meist einen Reagenzkasten mit, der gestattet, die Nachfüllflüssigkeiten auf ihre Brauchbarkeit zu untersuchen.

Vor der Prüfung der Nachfüllflüssigkeiten sind die Reagenzgläser mit der zu prüfenden Flüssigkeit ein paarmal gut auszuspülen. Man vermeide eine Berührung der Hand mit der zu prüfenden Nachfüllflüssigkeit und mit den Reagenzien (Zuhalten des Reagenzglases mit dem Daumen beim Schütteln, Anfassen der chemisch reinen Zinkstückchen), weil schon durch die geringen Spuren, die dabei übertragen werden, das Resultat beeinträchtigt wird.

Mit dem Fortschreiten der Ladung steigt das spezifische Gewicht der Säure bis zu einem Höchstwert an, der auch bei Weiterführung der Ladung nicht mehr zunimmt. Zur Messung des spezifischen Gewichts bediene man sich eines Aräometers.

Bei richtiger Ladung sehen die positiven Platten dunkelbraun, die negativen hellgrau aus. Wird die Batterie längere Zeit zu knapp geladen, so sulfatieren die Platten, d. h. ihre wirksame Masse wird allmählich unwirksam. Die positiven Platten bekommen ein helleres Aussehen und fühlen sich hart an; die Masse der negativen Platten verliert nach und nach ihren guten Zusammenhang.

Aber auch häufige zu lange Ladung ist schädlich; sie verringert infolge der Stromverluste den Wirkungsgrad, greift die positiven Platten sehr an,

deren Lebensdauer dadurch wesentlich verkürzt wird, und führt zur Bleischwammbildung auf den negativen Platten.

Die Gasentwicklung muß in allen Zellen zu gleicher Zeit und gleichmäßig beginnen, ausgenommen in den weniger beanspruchten Schaltungen, in denen sie schon früher eintritt. Je kleiner die Ladestromstärke, desto schwächer ist die Gasentwicklung, auch wenn die Ladung noch so lange fortgesetzt wird, was bei Beurteilung des richtigen Ladeendes zu beachten ist.

Im Verlauf der Entladung sinkt das spezifische Gewicht der Säure, und zwar entsprechend der entnommenen Strommenge. Hieran ist auch erkennbar, wie weit die Entladung der Batterien fortgeschritten ist. Bei Entladung mit geringem Strom sinkt die Spannung langsamer als bei starkem. In diesem Falle ist die Säuredichte der Maßstab, der die Grenze der Entladung angibt.

Zellen, welche sehr selten oder nie zur Entladung kommen, desgleichen Batterien, welche in der Regel zwischen 2 Ladungen nur mit einem geringen Teil ihrer Kapazität beansprucht werden, gehen in der Kapazität zurück; das aktive Material wird z. T. hart und untwirksam, so daß die Platten nicht in der Lage sind, sofort die volle Leistung abzugeben.

Bleibt eine Zelle in der Gasentwicklung zurück, derart, daß sie noch gar nicht oder nur wenig gasf, wenn die übrigen Zellen bereits lebhaft Gasentwicklung zeigen, so ist dies ein sicheres Zeichen dafür, daß etwas nicht in Ordnung ist. Gleichzeitig zeigt die betreffende Zelle auch niedrigere Spannung und Säuredichte. Letztere darf nun nicht durch Nachfüllen von Säure künstlich wieder erhöht werden. Nur durch Nachladen kann nach Beseitigung der Störungursache, die in der Regel in „Kurzschluß“ besteht, der ordnungsmäßige Zustand wiederhergestellt werden.

Geringere Gasentwicklung zum Schluß der Ladung und niedrigeres spezifisches Gewicht der Säure in einer Zelle zeigt an, daß eine stromleitende Brücke (Kurzschluß) infolge Oxid-, Schwammanhäufungen oder durch in die Zellen gelangte Fremdkörper zwischen den positiven (braunen) und negativen (grauen) Platten hervorgerufen wurde. Die Ursache des Kurzschlusses ist sofort mittels eines dünnen Holzstreifens vorsichtig zu entfernen, wozu die Platten aus dem Zellenkasten zu heben sind. Befinden sich Holzbrettchen als Plattentrennung in den Zellen, so ist zu beachten, daß schadhafte Holzbrettchen durch neue, einwandfreie ersetzt werden müssen. Die negativen Platten dürfen nicht trocken und warm werden, weil anderenfalls nach der Instandsetzung der Zelle eine längere Ladung erforderlich sein würde.

Mit fortschreitender Abnutzung der Platten nimmt der Bodensaß in den Zellenkästen zu. Der Bodensaß darf nicht die Unterkante der Platte berühren, um eine Beschädigung derselben zu vermeiden. Es ist deshalb eine zeitweilige Nachprüfung der Höhe des Bodensaßes notwendig.

Wird ein Zellenkasten undicht, so muß derselbe durch einen neuen ausgewechselt werden.

Das Vorhergesagte hat im besonderen für stationäre Batterien Gültigkeit, kann aber auch, was die Wartung und Bedienung anbetrifft, auf transportable Batterien übertragen werden. Im folgenden seien noch einige Zusätze speziell für transportable Batterien für Lastkarren und Elektromobile (Batterien für Triebwagen, Lokomotiven und andere Schienenfahrzeuge werden in diesem Zusammenhang nicht behandelt) gemacht. Diese Batterien sind während der Ladung aus dem Fahrzeug herauszunehmen oder so freizulegen, daß sie gut beobachtet werden können. Es ist für gute Entlüftung auch der einzelnen Zellen zu sorgen, um eine Entzündung der Ladegase auszuschließen. Die Elemente und Tröge sind möglichst sauber und trocken zu halten, um die Kriechströme zu verkleinern. Bei Batterietrögen ohne Abflüsse am Trogboden müssen in die Tröge gelangte Flüssigkeiten mit der Säureabziehvorrichtung sofort abgezogen werden. Akkumulatorfahrzeuge, wie Elektrokarren, Elektromobile und andere, sind während der Nichtbenutzung bei Frostwetter in einem trockenen frostfreien Raum unterzubringen, was besonders dann beachtet werden muß, wenn die Batterien vorher vollständig entladen wurden und dadurch das spez. Gewicht der Zellen Säure sehr gesunken ist. Wenn die Fahrzeuge bei Frostwetter im Freien unbenutzt stehen bleiben müssen, so ist es erforderlich, daß entladene Batterien sofort wieder vollständig aufgeladen werden, damit die Zellen Säure ein höheres spez. Gewicht annimmt und ein Gefrieren der Zellen Säure in einem für die Zellen schädlichen Maße sicher vermieden bleibt.

Eine Auswaschung der Zellen zur Entfernung des auf dem Kastenboden angesammelten Bodensatzes muß rechtzeitig vorgenommen werden, damit keine Berührung des Bodensatzes mit der Unterkante der Platten eintreten kann, wodurch sonst Kurzschluß hervorgerufen würde. Die Ermittlung der Höhe des Bodensatzes geschieht mit einem Holzstreifen, der bis zum Kastenboden eingeführt wird. Nach einer gewissen Betriebszeit, die im wesentlichen von der Beanspruchung der Batterie, der Höhe des Entladestromes, der verwendeten Plattentype u. a. abhängig ist, muß eine Erneuerung der aufgebrauchten Plattensätze erfolgen. Die positiven Platten unterliegen im allgemeinen einem schnelleren Verschleiß als die negativen und müssen infolgedessen zuerst ausgewechselt werden. Es darf dies nicht zu spät geschehen, da sonst auch die negativen Platten Schaden erleiden.

Bei Zellenaltern von Akkumulatoren sollen die Kontaktbürsten schnell geschaltet werden; sie dürfen nie zwischen zwei Kontakten stehen bleiben. Durch die Bestimmungen der „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung RES“ ist die Bewegungsrichtung von Rundzellensaltern dahin vereinheitlicht, daß bei steigender Spannung die Kontaktbürsten im Sinne des Uhrzeigers (auf die Kontaktbahn gesehen) erfolgt.

### Elektrowerkzeuge, Hand- und Hausgeräte.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Über die Verwendung von Elektrowerkzeugen, Hand- und Hausgeräten sind in § 15 der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannung unter 1000 V“ VES 1 eingehende Bestimmungen getroffen, die nachstehend kurz zusammengestellt sind.

Elektrowerkzeuge sind unter Umständen auch für Betriebsspannungen von mehr als 250 V zulässig, und zwar bei Gleichstrom für 440 und 550 V, bei Drehstrom für 380 V. In gefährdeten Betrieben gemäß § 3<sup>2</sup> der VES 1 soll man aber Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde vermeiden.

Geräte mit Kleinmotoren sind nur für Betriebsspannung bis höchstens 250 V, bei Drehstrom mit geerdetem Nullpunkt auch bis 380 V zulässig.

Koch- und Heizgeräte für den Hausgebrauch sind nur für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gestattet.

Rundfunkgeräte sind gleichfalls nur für Betriebsspannungen bis höchstens 250 V zulässig.

Fernmeldegeräte, die Starkstrom führen, müssen in allen Teilen den Errichtungsvorschriften VES 1 entsprechen. Wenn sie aber so angeschlossen sind, daß sie keinen Starkstrom führen, muß die Fernmeldeanlage eine besondere elektrische Anlage bilden und nach den „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“ gebaut sein. Zwischen der Fernmeldeanlage und der Starkstromanlage darf bei Wechselstrom keine leitende Verbindung bestehen. Der Anschluß an Gleichstromneße ist zu vermeiden.

Da die Zuleitungen zu ortsveränderlichen Geräten infolge der vielfach vorkommenden rauen Behandlung starker Abnutzung unterworfen sind und dadurch leicht Anlaß zu Störungen bzw. Unfällen geben können, ist es wichtig, auf die dafür in den VES 1 gegebenen Bestimmungen besonders zu achten und stets dafür zu sorgen, daß nur zuverlässiges Material verwendet wird. Es sei auch diesbezüglich auf ETZ 1928, S. 1155 verwiesen.

In dem Unfallverhütungskalender, der von der Unfallverhütungsbild G. m. b. H. beim Verband der Deutschen Berufsgenossenschaften, Berlin W 9, Köthener Str. 37 herausgegeben ist, sind Winke für die Benutzung elektrischer Hausgeräte aufgestellt worden, deren Verbreitung in Kreisen der Laien, die elektrische Hausgeräte benutzen, sehr erwünscht ist. Sie haben folgenden Wortlaut:



1. Vor Benutzung der Geräte stelle fest, ob sie für die in deiner Anlage bestehende Spannung z. B. 110 oder 220 V richtig gewählt sind.
2. Unterrichte deine Familie im Gebrauch der Geräte.
3. Bei Geräten ohne Schalter ziehe stets nach Gebrauch den Wandstecker aus der Wanddose.
4. Unterlasse das eigenhändige Reparieren, Flicken und Basteln. Du machst den Fehler nur schlimmer. Gehe zum Fachmann (vom Elektrizitätswerk zugelassenen Elektroinstallateur).
5. Benutze niemals elektrische Handgeräte in der Badewanne.
6. Verspürst du beim Anfassen der Geräte ein Kribbeln (Elektrifizieren), so lasse sie sofort vom Fachmann instand setzen. Das leichte Vibrieren von Handgeräten mit Motoren (Heißluftbüschen, Staubsauger, Massagegeräte usw.) ist hiermit nicht gemeint.
7. Lege Zuleitungen nicht auf Heizkörper oder Öfen.
8. Willst du abschalten, ziehe nie an der Leitungsschnur, sondern nur am Stecker.
9. Zerfranste, vertrotete oder verwurstele Zuleitungen, Leitungen mit blanken Stellen, angeschlagene oder zerbrochene Stecker, Steckdosen und Schalter lasse umgehend durch neue ersetzen.
10. Stelle Plätteisen stets auf einen feuersicheren Untersatz oder auf die an dem Plätteisen angebrachte Aufstellvorrichtung. Verwende nie Plätteisen oder ähnliche Geräte mit hohen Temperaturen zum Anwärmen von Betten.
11. Stehlampen, die zeitweise versagen, sind umgehend in Reparatur zu geben.
12. Schalter sind keine Kleiderhaken.
13. Die Sicherung bedeutet für deine elektrische Anlage das gleiche wie das Sicherheitsventil für den Dampfkessel. Du weißt, daß ein Dampfkessel explodieren kann, wenn das Sicherheitsventil nicht in Ordnung ist. Weißt du auch, daß eine elektrische Anlage feuergefährlich ist, wenn die Sicherung nicht vorschriftsmäßig ist?

### M a s c h i n e n .

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten. Weiter sei auf das zu § 7 Gesagte verwiesen, wo die wichtigsten Teile der vom VDE aufgestellten „Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft“ wiedergegeben sind.

Nach den „Normal-Unfallverhütungsvorschriften“ des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften müssen gemäß I, §§ 28 und 50 die mit der Wartung und Bedienung von Maschinen und Triebwerken beschäftigten Arbeiter anschließende Kleidung tragen; den in der Nähe bewegter Maschinen und Triebwerkteile beschäftigten Personen ist verboten, lose hängende Haare und Zöpfe, frei hängende Kleiderteile, Schleifen, Bänder, Halstuchzipfel u. dgl. zu tragen.

Nach den gleichen Normal-Unfallverhütungsvorschriften IV, § 12 darf der Maschinewarter Unbefugten das Betreten des Maschinenraumes und den Aufenthalt dort nicht gestatten. Und nach § 13 hat, wenn Kraftmaschinen länger stillgestanden haben, der Wärter sich vor dem Wiederbeginn des Betriebes zu überzeugen, daß sie und die Schutzvorrichtungen

daran in ordnungsmäßigem Zustande sind; namentlich hat er für ausreichende Schmierung zu sorgen. Ferner ist nach § 14 jedesmal vor Anlassen und Abstellen der Kraftmaschinen das vorgeschriebene Zeichen zu geben. Wird von einem Arbeitsraum aus das Zeichen zum Stillstand der Kraftmaschine gegeben, so ist sie sofort stillzusetzen und erst dann wieder anzulassen, wenn das Zeichen dafür gegeben ist. Das Anlassen darf nicht unmittelbar dem Signale folgen.

Nach den allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik ist gemäß § 36 jeder Arbeiter verpflichtet, in Fällen dringender Gefahr den sofortigen Stillstand der Betriebsmaschine oder des betreffenden Wellenstranges zu veranlassen.

Nach den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften muß für jede Arbeitsmaschine, die von einem Elektromotor unmittelbar oder mittelbar durch Riemen bzw. Vorlege angetrieben wird, eine mechanische oder elektrische Abstellvorrichtung vorhanden sein, die vom Bedienungstande der Arbeitsmaschine aus leicht erreichbar ist. Elektromotoren dürfen nur von einer mit ihrer Handhabung vertrauten Person in Betrieb gesetzt werden.

Der Motor darf erst angelassen (in Gang gesetzt) oder abgestellt werden, nachdem die Bedienungsmannschaft an der Arbeitsmaschine das Zeichen dazu durch Zuruf gegeben und der Wärter des Motors das Zeichen erwidert hat.

Bei der Wartung von Motoren im laufenden Betriebe sind außerordentlich viele Einzelheiten zu beachten. Es ist deswegen zweckmäßig, um eine Gewähr dafür zu haben, daß nichts übersehen wird, ein Überwachungsformular für diese Arbeiten zu benutzen. Ein Beispiel für die Anfertigung eines solchen ist einer Veröffentlichung aus amerikanischen Betrieben, über die ETZ 1925, S. 738 und der Elektrische Betrieb 1925, S. 202 ausführlich berichten, entnommen und auf S. 147 wiedergegeben. Dieser Bordruck umfaßt alle die Punkte, die bei einer Überwachung des Motors berücksichtigt werden müssen. Wenn der Wärter noch auf seinem Formular Vermerke macht und sie dem Betriebsbüro einreicht, dann ist dauernd eine zuverlässige Unterlage über den Zustand der Motoren vorhanden.

In Betrieben, in denen eine große Zahl von Maschinen zu überwachen ist, empfiehlt es sich, die vom Oberschlesischen Elektrotechnischen Verein Gleiwitz aufgestellten Gl-Betriebskarten zu verwenden. Näheres darüber ist zu ersehen aus ETZ 1928, S. 1183 und 1931, S. 337.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften ist es gemäß IV, § 8 verboten, Ausbesserungen sowie das Anziehen der Keile und Schrauben an Maschinen, ebenso das Reinigen und Putzen schnellgehender Maschinenteile während des Ganges vorzunehmen. Das Schmieren bewegter Maschinenteile ist nur gestattet, wenn dazu Einrichtungen benutzt werden, die es ohne Gefahr ermöglichen.

Nach den allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und der Elektrotechnik dürfen geschützte Motoren, solange sie laufen, nicht geöffnet werden.

Vordruck Nr. ....		Motoren-Kontrolle.	
Motor Nr. ....	/PS .....	/Fabrikanbau .....	/Halle .....
		Datum .....	
Kontrolliert von: .....		Für die Richtigkeit: .....	
		Ja	Nein
ist der Motor geölt?			
ist der Motor gereinigt?			
Laufen die Schmierringe um und fördern sie Öl?			
Sind Lagerschraubenbolzen fest, Riemenscheibenseite?			
Sind Lagerschraubenbolzen fest, Kollektorseite?			
Sieht Riemenscheibe fest auf Welle?			
ist Riemenlauf einwandfrei?			
ist Feldwicklung nachzuladieren?			
ist Ankerwicklung nachzuladieren?			
Luftspalt zwischen Anker und Polen?			
Punkt Kollektor?			
Sind Bürsten abgenutzt?			
Stehen Bürsten parallel zu Lamellen?			
Sind Bürsten richtig aufgesetzt?			
Sind Bürstenfedern in Ordnung?			
Sind alle Spulenteile fest?			
ist Motor geerdet?			
Haben Sicherungen richtige Stärke, welche?			
ist Hauptschalter in gutem Zustand?			
Schaltet Anlasser bei Nullspannung ab?			
Sind Anlasserkontakte verschmort?			
ist Anlaßwiderstand in gutem Zustand?			
Schaltet Selbstanlasser bei Nullspannung ab?			
ist Selbstanlasser geerdet?			
ist Kontroller zu überholen?			
ist Kontroller geerdet?			
Gesehen: .....			
Bemerkungen: .....			
.....			
.....			
.....			

Klemmen der Maschinen sowie andere Schraubenverbindungen sollen von Zeit zu Zeit daraufhin untersucht werden, ob sie sich gelockert haben, was sich durch Erwärmung zeigt.

Der Wartung der Lager ist besonders bei schnelllaufenden Maschinen die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Für die Schmierung ist gutes säurefreies, nicht schäumendes Mineralöl zu verwenden. Hat bei dem Öl im Laufe des Betriebes seine Schmierfähigkeit nachgelassen, so muß es entweder durch neues ersetzt oder gereinigt werden. In letzterem Falle

wird zweckmäßig etwas neues Öl hinzugesetzt. Über die Alterung von Dampfturbinenölen im Betriebe sind Dauerversuche von der Vereinigung der Elektrizitätswerke und der Gemeinschaftsstelle Schmiermittel des Vereins Deutscher Eisenhüttenwerke veranstaltet worden, über die im Verlage der Vereinigung der Elektrizitätswerke ein Sonderheft herausgegeben worden ist.

Über das Schmieren während des Ganges siehe auch die vorstehend schon behandelten Bestimmungen der Berufsgenossenschaften.

Tritt eine Lagererwärmung ein, die über das übliche Maß hinausgeht, so kann dies auf eine Verschlechterung des Öles zurückzuführen sein. Man versuche dann zunächst, durch Ersetzen der Ölfüllung durch eine neue und gegebenenfalls durch Reinigung des Lagers die Verhältnisse zu bessern. Unter Umständen ist das Lager mit Petroleum, Benzin oder Benzol gründlich zu säubern oder auf grobe Unreinheiten nachzusehen. Ein solches Schlechtwerden des Öles kann auch auf ungeeignete Güte desselben oder auf Verstaubung zurückzuführen sein. Übermäßige Erwärmung der Lager kann ferner durch nicht ordnungsmäßiges Funktionieren der Schmierung, wie z. B. Festsitzen des Schmierringes, verursacht sein. Als Grund für zu hohe Lagererwärmung oder gar Heißlaufen kann weiter zu starkes Anspannen des Riemens, Verbiegung der Welle, ungenügende Montage, Senkung des Fundaments, Bestrahlung von einem stark erwärmten Kommutator, einer Dampfturbine usw. in Frage kommen.

Bei mehrteiligen Wechsel- und Drehstrommaschinen kann es hin und wieder vorkommen, daß Lagerströme auftreten, was sich darin zeigt, daß das Öl in kurzer Zeit schwarz wird. In solchen Fällen ist mindestens ein Lagerbock zu isolieren oder die schlecht gewordene Isolation desselben zu erneuern.

Die Verwendung einer richtigen Ölart ist von großem Einfluß auf das gute Arbeiten der Lager. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hat durch seine „Gemeinschaftsstelle Schmiermittel“, zusammen mit dem „Deutschen Verbands für die Materialprüfung der Technik“ „Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln“ herausgegeben. Dieses sehr wertvolle, schon in fünfter Auflage vorliegende Buch ist im Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf erschienen. Es ist für jeden, der mit dem Einkauf, der Verwendung und der Prüfung von Ölen und Fetten zu tun hat, wichtig. Darin sind für alle Verwendungsmöglichkeiten 45 verschiedene Ölarten aufgeführt und bei jeder angegeben, welche Eigenschaften bei der betreffenden Benutzung von Bedeutung sind. Nachstehend sollen nur diejenigen Ölarten unter Angabe des für sie vorgesehenen Verwendungszweckes aufgeführt werden, die für elektrische Maschinenbetriebe Bedeutung haben. Es sind dies folgende:

Nr. 3. Dampfturbinenöl für Turbinenlager und Regulierapparate.

Nr. 6. Satteldampf-Zylinderöl für Zylinder, Stopfbüchsen mit Kolbenstangen, Ventilspindelführung und Schieber bei Dampftemperaturen unter 250° C, gemessen am Eintrittsstutzen der Maschine.

- Nr. 7. Heißdampfzylinderöl für Zylinder, Stopfbüchsen mit Kolbenstangen sowie Schieber bei Dampftemperaturen über 250° C, gemessen am Eintrittsstutzen der Maschine.
- Nr. 8. Dieselmotorenzylinderöl für Zylinder, Stopfbüchsen und Kolbenstangen.
- Nr. 11. Großgasmaschinenöl für Gaszylinder, Stopfbüchsen, Kolbenstangen, Eintrittsventile und Umlauffschmierung.
- Nr. 13. Spindelschmieröl für schnelllaufende, leicht belastete Maschinenteile, Präzisionsmaschinen, Textil-, Papier- und Druckereimaschinen und Preßluftwerkzeuge, Bohrhämmer.
- Nr. 17. Elektromotoren- und Dynamöl für Lager schmierung (Umlauf- und Ringschmierung) für Generatoren. Groß- und Kleinklektromotoren, Straßenbahnmotoren.
- Nr. 18. Kugellageröl für Kugellager jeder Art, Präzisions-Rollenlager, Zahnradgetriebe.
- Nr. 19. Lager schmieröl für normale Lager aller Art, Gleitbahnen an Dampfmaschinen und Großgasmaschinen usw.
- Nr. 22. Wälzlagerfett. Für Wälzlager aller Art.
- Nr. 23. Kugellagerfett für schwer zugängliche Kugellager (ohne Rädig) und Präzisions-Rollenlager, wo Ölverwendung unmöglich oder nur mit Verlusten durchzuführen ist.
- Nr. 39. Steinlohlenschmieröl für leicht belastete Lager allgemeiner Art bei Pumpen, Transmissionen, kleineren Antriebsmaschinen, Förderwagen jeder Art, Hähnel, Förderlokomotiven, Weichen, Walzenzapfen, Rollgängen usw.

In dem Buche sind ferner Prüfungsverfahren für die Schmiermittel angegeben, und zwar betreffen dieselben:

Toleranzen,  
 Spezifisches Gewicht,  
 Flammpunkt,  
 Stochpunkt,  
 Fließ- und Tropfpunkt,  
 Erweichungspunkt nach Krämer-Sarnow (Pech, Asphalt, Fette),  
 Viskosität,  
 Emulgierbarkeit,  
 Wassergehalt,  
 Aschegehalt,  
 Feste Fremdstoffe,  
 Säurezahl,  
 Verseifungszahl und Gehalt an fettem Öl  
 Verteerungszahl,  
 Leerzahl,  
 Hartasphalt,  
 Kreosotgehalt (saure Öle),  
 Gehalt an Auscheidungen.

Ein einfacher Apparat zum Prüfen von Ölen besonders solcher für elektrische Maschinen ist von mir im Jahre 1900 entworfen worden und in vielen Betrieben in Verwendung. Er wird geliefert von der A.-G. Max Kuhl, Chemnitz i. S.

Die Erwärmung der Lager kann nach verschiedenen Methoden gemessen werden; welche derselben anzuwenden ist, hängt von der Bauart der Maschine ab. Die Kommission für Maschinen und Transformatoren des VDE hat bezüglich der elektrischen Maschinen folgende Reihenfolge

der verschiedenen Methoden als zweckmäßig aufgestellt. Soweit möglich, ist die Temperatur des ausfließenden Oles zu messen. Sofern dies nicht ausführbar ist, was z. B. bei Riemenscheibenlagern oder bei übergreifenden Wickelköpfen, bei Kugellagern, bei Lagern mit Ölirkulation, mit Preßölschmierung oder bei Verwendung von konsistentem Fett vorkommen kann, so ist als nächstbeste Methode diejenige der Messung der Temperatur der oberen Schicht im Ölbad anzusehen. Sofern die Lagerschale mit einem Bohrloch versehen ist, in welches ein Thermometer eingeführt werden kann, ist diese Methode sehr zweckmäßig. Ist jedoch eine solche Möglichkeit für die Einführung des Thermometers in die Nähe des wärmsten Teiles des Lagers nicht gegeben und versagen auch die anderen erwähnten Methoden, so würde im Notfalle noch übrigbleiben, die äußere Temperatur des wärmsten Teiles des ganzen Lagers festzustellen. Es sei übrigens noch besonders darauf hingewiesen, daß an Stelle des Thermometers auch ein Thermoelement zur Feststellung der Temperatur benutzt werden kann, so daß sich dann vielleicht eine Einführung an schwer zugänglichen Stellen ermöglichen läßt.

Die Wälzlager (Kugel- und Rollenlager) brauchen weniger Schmierung als Gleitlager. Bei diesen sind insolgedessen oft nur Schmieröffnungen vorgesehen, durch die in längeren Zwischenräumen Öl oder Fett einzubringen ist. Zumeilen werden sie aber auch mit Staufferbuchsen versehen, die in angemessenen Zeitabständen weiterzuschrauben sind. Nach längerem Betriebe ist das Fett, das sich in den Lagerköpfen angesammelt hat, zu entfernen.

Da die Behandlung der Wälzlager vielfach noch wenig bekannt ist, ist es zu begrüßen, daß der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung ein Betriebsblatt unter der Nummer 16 mit dem Titel „Behandlung der Wälzlager“ herausgegeben hat. Dieses ist im Abschnitt III dieses Buches unter H abgedruckt.

Besondere Aufmerksamkeit bei der Wartung beanspruchen die Kommutatoren. Sie müssen zur Aufrechterhaltung eines einwandfreien Betriebes rein erhalten werden und dauernd rundlaufen. Man reibe den Kommutator im Betriebe häufiger mit einem reinen Leinenlappen ab. Ist der Kommutator schwarz geworden, so befeuchte man den Lappen mit Benzin oder Petroleum. Puzwolle sollte man für solche Reinigungszwecke nicht verwenden. Viele Kommutatoren bekommen nach kurzer Zeit ein poliertes Aussehen, so daß dann die Abnutzung auch eine sehr geringe ist. Tritt dagegen ein schwaches Angreifen des Kommutators ein, so muß er in gewissen Zeitabständen abgeschmirgelt werden. Das kann mit dem Schleifloß ausgeführt werden; dieser besteht aus einem mit Griff versehenen Holzloß, der eine dem Kommutator genau angepaßte Kreisbogenform erhält. Das Schmirgeln wird zweckmäßig mit Karborundpapier oder Glaspapier geschehen, und zwar möglichst bei abgehobenen Bürsten. Nach Beendigung der Arbeit muß der durch das Schmirgeln erzeugte Staub an allen Teilen der Maschine peinlichst beseitigt werden.

Bei den meisten Kommutator-Maschinen wird die Lamellenisolation ausgekragt, und zwar auf etwa  $\frac{1}{2}$  mm Tiefe. Diese Arbeit wird zweckmäßig vor dem Abschmirgeln vorgenommen.

Ist der Kommutator so unrund geworden, daß eine Behandlung mit dem Schleifkloß nicht mehr zu einem einwandfreien Betriebe führt, so muß er mit der Schmirgelscheibe abgeschliffen oder abgedreht werden. Bei dieser Arbeit sind besondere Vorsichtsmaßnahmen gegen das Eindringen schädlichen Kupferstaubes in die Ankerwicklung oder andere Teile der Maschine anzuwenden. Zweckmäßig ist es, durch eine Preßspannband ein Verstauben der Maschinenteile möglichst zu verhindern. Ist ein Abdrehen des Kommutators notwendig, so soll die Umfangsgeschwindigkeit desselben dabei nicht zu groß sein. Das Abdrehen ist mit großer Vorsicht auszuführen, damit die Lamellenisolation nicht leidet. Nach dem Abdrehen müssen etwaige Überbrückungen der Lamellenisolation entfernt werden. Am Schluß muß der Kommutator mit Hilfe des Schleifkloßes gut geglättet werden.

In Betrieben mit Saug-, Generator- oder Hochofengas wird der Kommutator durch dieses oft stark angegriffen. Er muß dann öfter mit Petroleum gereinigt werden. Genügt dieses nicht, so ist es zweckmäßig, ihn mit verdünntem Salmiakgeist zu behandeln.

Auch bei Schleifringen ist dafür zu sorgen, daß die Lauffläche stets blank ist, und daß sie rund läuft. Ist letzteres nicht mehr der Fall, oder sind Millen eingelaufen, so ist es notwendig, die Schleifringe abzdrehen und zu polieren. Letzteres geschieht mit dem Schleifkloß.

Besondere Aufmerksamkeit erfordern weiter die Bürsten an den Kommutatoren und Schleifringen. Sie nutzen sich allmählich ab und müssen also von Zeit zu Zeit erneuert werden. Außerdem ist darauf zu achten, daß der Druck, mit dem die Bürsten aufliegen, die vorgeschriebene Größe hat und bei allen Bürsten möglichst gleichmäßig ist. Man muß also den Auflagedruck von Zeit zu Zeit kontrollieren, wozu unter Umständen eine Federwaage Verwendung finden kann. Bei einiger Übung wird im allgemeinen ein Einstellen des Druckes nach Gefühl möglich sein. Es ist auch zu kontrollieren, ob die Bürsten richtig in den Haltern sitzen und sich nicht klemmen.

Wenn die abgenutzten Bürsten durch neue ersetzt werden müssen, so ist besonders darauf zu achten, daß die richtige Sorte verwendet wird, daß die Bürsten genau in die Halter passen, der Auflagedruck richtig ist und etwa vorhandene Seilchen zur Ableitung des Stromes ordnungsmäßig funktionieren. Es ist ferner darauf zu achten, daß die Bürstenhalter richtig sitzen, so daß eine gleichmäßige Abnutzung des Kommutators bzw. des Schleifringes erreicht wird. Sind die Bürsten im Halter fest eingespannt, so muß dieser leicht beweglich sein; sind die Bürsten lose im Halter, so dürfen sie nicht zuviel Spiel haben, aber auch nicht klemmen. Nach dem ersten Aufsetzen sind die Bürsten mit Schmirgelleinen gut einzuschleifen. Das Reinen wird zwischen Schleiffläche und Bürsten so durch-

gezogen, daß die Kanten der Bürsten dabei nicht gebrochen werden. Bei Maschinen für eine bestimmte Drehrichtung ist es zweckmäßig, am Schluß des Einschleifens die Kohlen nur bei Bewegung des Schmirgelleinens in der richtigen Drehrichtung aufliegen zu lassen. Bei Maschinen mit sehr breiten Kohlenbürsten empfiehlt es sich, für eine gute Auflage der Bürsten dadurch zu sorgen, daß man die Maschine leer mit aufgelegten und eingeschliffenen Bürsten einige Zeit laufen läßt, bevor man sie belastet. Die richtige Verteilung der Bürsten auf der Schleiffläche ist von großer Bedeutung, weil diese von den positiven und negativen Bürsten verschieden stark angegriffen wird. Es müssen deswegen auf jeder Stelle der Schleiffläche gleich viel positive und negative Bürsten schleifen. Namentlich bei breiten Kommutatoren ist darauf zu achten, daß die Lauffläche sich gleichmäßig abnutzt, und daß Killen- und Kiefenbildung vermieden wird. Die verschiedenen Bürstensätze sollen deswegen seitwärts immer etwas versetzt werden. Man achte auch darauf, daß die Bürsten am Umfang der Kommutatoren richtig verteilt sind. Nach dem Einschleifen der Bürsten sind der Kommutator, die Bürstenhalter und die Wicklungen ordentlich zu reinigen.

Nach DIN VDE 2900 sind nachfolgende Abmessungen der Kohlen festgelegt.

*l* Abmessung der Kohle in Richtung der Achse = Länge,

*b* Abmessung der Kohle in Richtung des Umfanges = Breite,

*h* Abmessung der Kohle in Richtung des Durchmessers = Höhe.

mm									mm														
Schleiffläche			<i>h</i>						Schleiffläche			<i>h</i>											
<i>l</i>	<i>b</i>	$l \times b$ cm <sup>2</sup>	16	20	25	32	40	50	64	80	<i>l</i>	<i>b</i>	$l \times b$ cm <sup>2</sup>	16	20	25	32	40	50	64	80		
5	5	0,25									10	5	0,5		20	25							
	5	0,32	16									6,4	0,64	20									
	6,4	0,41	16									8	0,8	20	25								
	8	0,51										10	1	20	25								
	10	0,64										12,5	1,25		25								
	12,5	0,8										16	1,6		25								
	16	1,02	16									20	2										
8	5	0,4									12,5	25	2,5		25	32	40						
	6,4	0,51										5	0,62										
	8	0,64										6,4	0,8				32						
	10	0,8										8	1			32	40						
	12,5	1										10	1,25			32	40						
	16	1,28				32						12,5	1,56										
	20	1,6		20	25							16	2			25	32	40					
25	2		20							20	2,5					40							



			mm										mm									
Schleiffläche			h							Schleiffläche			h									
l	b	$l \times b$ cm <sup>2</sup>	16	20	25	32	40	50	64	80	l	b	$l \times b$ cm <sup>2</sup>	16	20	25	32	40	50	64	80	
12,5	25	3,12					40				32	5	1,6				32					
	32	4				32						6,4	2,04					40				
	40	5					40					8	2,56					32	40		64	
16	5	0,8									32	10	3,2				32	40	50	64		
	6,4	1,02	16		25	32						12,5	4			25	32	40	50	64		
	8	1,28	16		25							16	5,12				32	40	50	64		
	10	1,6			25	32						20	6,4			25			50	64		
	12,5	2			25	40						25	8			25			50			
	16	2,56			25	32						32	10,24									
	20	3,2				32						40	12,8							50		
	25	4										50	16							50		
	32	5,12				32															50	
40	6,4						40	50														
20	5	1				32					40	6,4	2,56				32					
	6,4	1,28										8	3,2					40				
	8	1,6		20		32						10	4					40	50	64		
	10	2		20		32		50				12,5	5					40		64		
	12,5	2,5				32	40					16	6,4					40	50	64		
	16	3,2	16			32		50				20	8					40	50	64		
	20	4				32		50				25	10							50	64	
	25	5						50				32	12,8								64	
	32	6,4				32						40	16									
	40	8						40	50			50	20									
25	5	1,25									50	6,4	3,2									
	6,4	1,6										8	4									
	8	2			25	32	40		64			10	5									
	10	2,5			25	32	40		64			12,5	6,25						50	64	80	
	12,5	3,12			25		40		64			16	8									
	16	4					40		64			20	10									
	20	5					40	50	64			25	12,5									
	25	6,25					40		64			32	16									
	32	8										40	20									
	40	10										50	25									
	50	12,5						40	50													

In dem genannten Normenblatte sind weiterhin Angaben über Toleranzen und Spiel für Halter und Rollen gemacht. Außerdem ist die Ausführung der Seile einheitlich festgelegt durch das Normenblatt DIN VDE 2904. Über die Zahl, die Querschnitte und die zulässige Belastung der Seile sind in der ETZ 1927, S. 1241 ausführliche Angaben enthalten.

Bei der Zuordnung der Seile zu den Kohlen ist von folgender Belastung der Bürstenarten ausgegangen worden:

Bürstenquerschnitt in cm <sup>2</sup>	Graphitbürsten Belastung in cm <sup>2</sup>	Bronzebürsten Belastung in cm <sup>2</sup>
bis 6,4 . . . . .	10	18
von 8 bis 12,8 . . . . .	8	16
16 . . . . .	6	12
von 20 bis 25 . . . . .	5	10

Bei Kühlung der Maschinen mit Frischluft ist eine Luftreinigungsanlage eingeschaltet, die einer dauernden Wartung bedarf. Die Filter sind öfter von angesammeltem Staub zu reinigen, damit genügend Luft durch diese hindurchströmen kann. Über den Kühlluftbedarf siehe ETZ 1931, S. 1093. Bei Umlaufkühlung muß die Rückkühlanlage für die warme Luft dauernd unter Aufsicht gehalten werden. Erleichtert kann diese durch eine besondere Luftkühler-Überwachungseinrichtung werden, wie eine solche z. B. ETZ 1926, S. 1523 beschrieben ist. Bezüglich des Feuereschutzes an elektrischen Maschinen ist das Notwendige schon bei § 3 auf S. 111 dieses Buches gesagt worden. Diese Feuereschutzeinrichtungen sind dauernd gut unter Aufsicht zu halten.

Elektrische Maschinen, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, dürfen nach den allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik nur in Räumen aufgestellt werden, in denen unter normalen Verhältnissen eine Explosion durch Entzündung von Gasen, Staub oder Fasern ausgeschlossen ist, sofern die Maschinen nicht für die besonderen Verhältnisse explosionsicher gebaut sind. In allen Fällen sind sie so aufzustellen, daß etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen brennbare Stoffe nicht entzünden können. Nahe beieinander liegende blankte Klemmen verschiedener Polarität oder Phase müssen gegen zufällige Berührung abgedeckt werden.

Zuweilen sollen vorhandene Gleichstrommotoren als Generatoren oder umgekehrt Verwendung finden. In der Regel kann eine solche Vertauschung in der Benutzung ohne weiteres ausgeführt werden. Im allgemeinen ist die Leistung der als Dynamo gebauten Maschine als Motor so, daß die Stromaufnahme als Motor die gleiche sein kann wie die Stromabgabe als Dynamo. Die Umlaufszahl ist dann als Motor kleiner als diejenige, die sie als Dynamo haben sollte, und zwar wird die Abweichung ca. 15% betragen. Eine als Motor gebaute Maschine wird in der Regel auch als Dynamo verwendet werden können, wobei sie annähernd die gleiche Leistung abgeben kann, wie sie als Motor aufnehmen sollte. Sie muß mit einer um 15 bis 20% höheren Umlaufszahl als die, für die sie bestimmt war, betrieben werden, damit sie bei Volllast noch die normale Spannung gibt.

In manchen Betrieben, wie z. B. in chemischen Fabriken, Bergwerken, Güttenwerken usw., kommt es vor, daß die Schilder von Maschinen stark leiden, besonders durch Oxidation. Dadurch können die auf dem Schilde verzeichneten Angaben nur noch schwer oder unter Umständen gar nicht mehr ermittelt werden. Es ist nun wichtig, daß man immer über die Einzelheiten der Maschinen genau Bescheid weiß, und es empfiehlt sich daher, in solchen Fällen im Betriebsbüro Abschriften der Schildangaben, am besten in Form einer Kartei, niederzulegen.

Wenn es sich im Betriebe als notwendig erweist, eine Maschine umwickeln zu lassen, und diese Arbeit einem anderen als dem Hersteller derselben übertragen wird, so muß nach § 84 der Regeln für elektrische Maschinen des VDE die ändernde Firma neben dem Ursprungsschilde ein Schild anbringen, das den Namen der Firma, die neuen Angaben der Maschine nach § 80 u. ff. der Regeln für elektrische Maschinen und die Jahreszahl der Änderung enthält.

Bei asynchronen Drehstrommotoren, die sehr hoher Beanspruchung ausgesetzt sind, kommt nach einigen Betriebsjahren leicht ein Schleifen des Rotors am Stator vor. Es ist deswegen wichtig, solche Motoren daraufhin zeitweilig zu untersuchen und gegebenenfalls die Lagergehäuse auszuwechseln, falls das Schleifen auf zu starke Abnutzung derselben zurückzuführen ist. Bei den genannten Drehstrommotoren nach DIN VDE 2650 und 2651 sind deswegen zwei Werte für den Luftspalt vorgesehen, und zwar der kleinere für normale Verwendungsgebiete, der größere für Schwerbetriebe. Im letzteren Falle ist natürlich der Leistungsfaktor schlechter. Man wird deswegen solche Motoren mit vergrößertem Luftabstand nur verwenden, wenn besondere betriebliche Verhältnisse vorliegen. Das ist außer bei einigen Antrieben für Arbeitsmaschinen besonders auch nötig bei Drehstrommotoren für unterirdische Wasserhaltung nach DIN VDE 2652 und bei Drehstrom-Kranmotoren nach DIN VDE 2660<sup>1</sup>.

Die Drehstrommotoren für unterirdische Wasserhaltung sind gemäß dem eben schon erwähnten Normenblatt DIN VDE 2652 in ihren Hauptabmessungen auf Wunsch der Verbraucher in der Weise einheitlich festgelegt worden, daß bei Schäden an Motoren der für Bergwerke so außerordentlich wichtigen Wasserhaltungen die Motoren schnellstens und ohne besondere Umstände ausgewechselt werden können, da alle Firmen nach den gleichen Abmessungen liefern<sup>2</sup>.

Nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften IV, § 11 muß der Maschinenwärter die Beleuchtungseinrichtung des Maschinenraumes rechtzeitig benutzen.

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe Dettmar: Erläuterungen zu den Regeln für Maschinen, Transformatoren und Bahnmotoren, 7. Aufl., S. 347, 353 und 360. Berlin: Julius Springer.

<sup>2</sup> Näheres darüber siehe in dem oben erwähnten Erläuterungsbuche von Dettmar S. 357.

Derjenige, der den Betrieb einer elektrischen Anlage leitet, wird über die Grenzen der Benutzbarkeit, d. h. zulässige Belastung, Erwärmung usw. der in der Anlage verwendeten Maschinen Bescheid wissen müssen. Aus diesem Grunde mögen nachstehend die hierfür wichtigsten Angaben der vom VDE aufgestellten „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen REM 1923“ wiedergegeben werden.

Die Maschinen sollen bei Kennleistung und Nennfrequenz, Generatoren auch bei Nenn Drehzahl und Nennleistungsfaktor, eine Spannung entwickeln oder mit ihr betrieben werden können, die bis zu  $\pm 5\%$  von der Nennspannung abweicht, ohne daß bei den Grenzwerten der Spannung die Erwärmungsgrenzen um mehr als  $5^\circ\text{C}$  überschritten werden.

Diese Bestimmung gilt nicht für Gleichstrom=Vahngeneratoren.

Maschinen für Nennspannungen, die in weiteren Grenzen als  $\pm 5\%$  veränderlich sind, unterliegen nicht der vorstehenden Bestimmung.

Generatoren müssen so reichlich bemessen sein, daß sie bei den Nennwerten von Drehzahl, Leistungsfaktor und Erreger Spannung bei 25% Stromüberlastung im betriebswarmen Zustande die Nennspannung erzeugen können.

Als Erwärmung einer Wicklung gilt der höhere der beiden folgenden Werte.

1. Mittlere Erwärmung, errechnet aus der Widerstandzunahme.
2. Örtliche Erwärmung an der heißesten zugänglichen Stelle, gemessen mit dem Thermometer.

Wenn die Widerstandsmessung untunlich ist, so wird die Thermometermessung allein angewendet.

Die Erwärmung  $\Theta$  von Kupferwicklungen wird nach folgenden Formeln aus der Widerstandzunahme berechnet, in denen

$\vartheta_{\text{kalt}}$  die Temperatur der kalten Wicklung,

$\vartheta_{\text{Kühlmittel}}$  die Temperatur des Kühlmittels,

$R_{\text{kalt}}$  den Widerstand der kalten Wicklung,

$R_{\text{warm}}$  den Widerstand der warmen Wicklung

bedeutet:

1. bei allen Maschinen, ausgenommen solche für kurzzeitigen Betrieb und für Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung

$$\Theta = \frac{R_{\text{warm}} - R_{\text{kalt}}}{R_{\text{kalt}}} (235 + \vartheta_{\text{kalt}}) - (\vartheta_{\text{Kühlmittel}} - \vartheta_{\text{kalt}}),$$

2. bei Maschinen für kurzzeitigen Betrieb und für Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung unter 1 h.

$$\Theta = \frac{R_{\text{warm}} - R_{\text{kalt}}}{R_{\text{kalt}}} (235 + \vartheta_{\text{kalt}}),$$

wobei die Werte  $\vartheta_{\text{kalt}}$  und  $R_{\text{kalt}}$  für den Beginn der Prüfung gelten.

Die in nachstehender Tafel zusammengestellten höchstzulässigen Grenzwerte für die Erwärmung gelten unter der Voraussetzung, daß die Kühlmitteltemperatur 35° nicht überschreitet.

Grenzerwärmungen.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Wicklungen mit Isolierung nach Klasse	O	A	A <sub>1</sub> u. A <sub>0</sub>	B	C	un- isoliert
1	In Nuten gebettete Wechselstromfänderwicklungen	40°	50°	60°	80°	Nur be- schränkt durch den Einfluß auf benach- barte Isolierteile	—
2	Einlagige Feldwicklungen, ebenso zweilagige Feldwicklungen in Vollstromläufern	60°	70°	70°	90°		—
3	Dauernd kurzgeschlossene Wicklungen	55°	65°	65°	85°		—
4	Alle anderen Wicklungen	50°	60°	60°	80°		—
	I	II					
5	Kommutatoren und Schleifringe	60°					
6	Lager	45°					
7	Eisenkerne mit eingebetteten Wicklungen	Wie die Wicklungen					
8	Eisenkerne ohne eingebettete Wicklungen	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile					
9	Alle anderen Teile						

Meßverfahren

Alle Wicklungen mit Ausnahme der dauernd kurzgeschlossenen	Widerstandzunahme und Thermometermessung
Dauernd kurzgeschlossene Wicklungen sowie alle anderen Teile	Thermometermessung

Zufabestimmungen für Ständerwicklungen von Wechselstrommaschinen von mehr als 5000 kVA Leistung oder mehr als 1 m Eisenlänge.

		I	II	III	
		Wicklungen mit Isolierung nach Klasse		A u. A <sub>1</sub>	B
10	Wicklungen bis 7000 V* (Thermometer an der Nutenwand oder in der Zahnmitte)	Meßstelle	in der Mitte	55°	70°
			an den Enden	60°	80°
11	Zweischichtwicklungen (Thermometer zwischen den beiden Schichten)			60°	80°

#### Meßverfahren

Messung mit eingebautem elektrischen Thermometer.

Auf Wunsch des Herstellers kann bei Maschinen mit Einschichtwicklungen das Thermometer innerhalb der Nutenisolation angeordnet werden. Als Erwärmungsgrenze des Kupfers gilt alsdann bei Isolierung nach Klasse A und A<sub>1</sub> 70°, bei Isolierung nach Klasse B 85°.

\* Anm. zu 10: Für Maschinen mit mehr als 7000 V werden die Grenzwerte um je 1,5° herabgesetzt für je 1000 V über 7000.

In kaltem Zustande können elektrische Maschinen meistens erheblich höhere Belastungen aushalten, vorausgesetzt, daß sie nur so lange dauern, daß keine gefährliche Erwärmung eintritt. Die Überlastungen können also um so höher sein, je kürzere Zeit sie dauern.

Maschinen für Dauerbetrieb müssen im betriebswarmen Zustande während 2 min. den 1,5fachen Nennstrom ohne Beschädigung oder bleibende Formänderung aushalten. Diese Motoren müssen bei Nennspannung, Wechselstrommotoren auch bei Nennfrequenz mindestens folgende Rippmomente entwickeln können:

1. Motoren für Dauer- und kurzzeitigen Betrieb:  
Rippdrehmoment  $\geq 1,6 \times$  Nenn Drehmoment,
2. Motoren für aussetzenden Betrieb:  
Rippdrehmoment  $\geq 2 \times$  Nenn Drehmoment.

Rippmoment ist das höchste Drehmoment, das ein Motor im Lauf entwickeln kann.

Maschinen mit Kommutator müssen bei jeder Belastung von Leerlauf bis Nennleistung praktisch funkenfrei arbeiten. Bei der Überlastungsprobe müssen sie derartig kommutieren, daß weder die Betriebsfähigkeit von Kommutator und Bürsten beeinträchtigt wird, noch Rundfeuer auftritt.

Wechselstrommotoren sollen bei Nennspannung und Nennfrequenz mit dem zugehörigen Anlasser in jeder Läuferstellung beim Anzuge und während des ganzen Anlaufes ein Drehmoment (Anlaufmoment) entwickeln, das mindestens 0,3mal Nenn Drehmoment ist.

Die Messung von Temperaturen an Maschinen und Apparaten stößt bei einigen Bauarten bzw. Einbauweisen auf Schwierigkeiten. Eine direkte Messung mit Thermometer ist zuweilen nicht möglich. Die Messung mit Thermoelementen oder Widerständen bietet auch vielfach Schwierigkeiten; namentlich bei Hochspannung können sie erheblich werden. In solchen Fällen kann man sich durch annähernde Feststellung der Temperatur mit Hilfe von Meßperlen, in Glasröhren oder in Papier eingeschlossene Chemikalien helfen, wie dies vorstehend auf S. 138 dieses Buches näher auseinandergesetzt ist<sup>1</sup>.

Es kommt zuweilen vor, daß die Aufstellung von Maschinen sich derart als notwendig erweist, daß die natürliche Lüftung behindert ist. Das kann z. B. eintreten, wenn eine Maschine in einem sehr engen Raume Aufstellung findet oder nachträglich durch einen Schutzkasten gegen Staub usw. geschützt wird. In solchen Fällen würde die Maschine, wenn sie dauernd mit der Leistung betrieben wird, die für normale Belüftung vorgesehen war, zu warm werden. Nach § 39 der Regeln für elektrische Maschinen des VDE kann daher unter diesen Verhältnissen die Maschine dauernd nur eine geringere Leistung oder ihre Nennleistung nur kurzzeitig abgeben. Die Anwendung derartiger Schutzkästen ist überhaupt nicht zu empfehlen, weil man nie die Sicherheit hat, daß die betreffende Maschine für die Verwendung eines solchen Schutzkastens gebaut ist. Es ist vielmehr empfehlenswert, Maschinen geeigneter Schutzart, von denen es gemäß § 19 der Regeln für elektrische Maschinen neun verschiedene gibt, die allen Anwendungsmöglichkeiten gerecht werden, zu verwenden. Die Bayerische Versicherungskammer empfiehlt Motoren offener Bauart nicht nachträglich durch Blechkapselung oder dergleichen in angeblich „feuersicher gekapselte“ Maschinen umzuändern. Sie verlangt vielmehr, daß die Motoren in Räumen mit leicht entzündlichem Inhalt in besondere feuersichere Kammern eingebaut werden. Diese müssen ferner mindestens den 15fachen Inhalt des Raumes haben, der den Motor in den drei Raumrichtungen äußerlich umgrenzt. Ist z. B. ein Motor 0,5 m lang, 0,3 m breit und 0,37 m hoch, so muß die feuersichere Kammer mindestens 0,83 cbm enthalten. Weiteres darüber siehe bei § 2 auf S. 59 dieses Buches.

Es ist wichtig, im Betriebe darauf zu achten, daß die Räume, in denen Maschinen usw. aufgestellt sind, ausreichend belüftet werden, um eine zu starke Erwärmung derselben zu verhindern. Die Grenzerwärmungen von Maschinen beruhen auf einer Umgebungstemperatur von höchstens 35° C. Dieser Wert soll also im Betriebe nie überschritten werden<sup>2</sup>.

In Betrieben mit einer größeren Zahl von Motoren und namentlich in solchen, in denen besonders schwierige Betriebsverhältnisse vorliegen, wie bei Hüttenwerken, Straßenbahnen, Grubenbahnen usw., wird es zweckmäßig sein, zur schnellen Nachprüfung von Ankerwicklungen, Magnetwicklungen usw. auf Isolationsfehler, Kurzschlüsse usw. Einrichtungen

<sup>1</sup> Weiter siehe auch EKB 1920, S. 46 und El. Be. 1925, S. 52.

<sup>2</sup> ETZ 1925, S. 21.

zur schnellen Auffindung von Fehlern vorrätig zu haben, wie solche von mehreren Firmen geliefert werden.

Früher verwendete man in Drehstromanlagen vorwiegend Maschinen mit steifem Magnetfelde, da sie bei veränderlicher Belastung geringe Spannungsschwankungen ergaben. Solche Maschinen hatten aber bei Kurzschluß einen außerordentlich hohen „Stoßkurzschlußstrom“, der bis zum 40fachen ging. Mit zunehmender Leistung der Anlagen erwiesen sich solche „harten“ Maschinen aber als außerordentlich schädlich für den Betrieb, und man ging daher dazu über, nur noch „weiche“ Maschinen zu verwenden, die zwar größere Spannungsschwankungen aufweisen, aber dafür bedeutend kleinere Stoßkurzschlußströme, und zwar nur bis höchstens zum 15fachen haben. Die stärkeren Spannungsschwankungen werden dann durch Schnellregler beseitigt.

Zur Vereinfachung der Ausführung von Maschinenschaltungen sind vom VDE „Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren“ aufgestellt worden, die seit dem 1. Juli 1909 in Geltung sind<sup>1</sup>. Darin wird empfohlen, bei den Maschinen und den dazu gehörenden Apparaten einheitliche Bezeichnungen an den Klemmen anzubringen. Für die wichtigsten Arten von Gleich- und Wechselstrommaschinen sind diese Bezeichnungen festgelegt.

Um bezüglich der Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke eine Einheitlichkeit zu erreichen und Störungen in den Netzen tunlichst zu vermeiden, waren vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Gemeinschaft mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke „Normal-Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ aufgestellt worden. Der VDE hat sie aber, weil technisch überholt, im Jahre 1930 außer Kraft gesetzt, in der Absicht, einen der technischen Entwicklung entsprechenden neuen Wortlaut der Jahresversammlung 1931 zur Beschlußfassung vorzulegen. Der Entwurf hierfür war auch in der ETZ 1931, S. 710 veröffentlicht. Infolge verschiedener Einsprüche konnte aber über ihn nicht beschlossen werden, und er wurde zur nochmaligen Beratung an die Kommission verwiesen. Als Ergebnis derselben ist nun ETZ 1931, S. 1585 bekannt gegeben worden, daß auf die Herausgabe eines neuen Wortlautes dieser „Regeln für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke“ seitens des VDE überhaupt verzichtet wird. Da aber der Inhalt der §§ 10 bis 11 des genannten Entwurfes für die Elektrizitätswerke von großer Bedeutung ist, soll dieser erhalten bleiben, daß er von der Vereinigung der Elektrizitätswerke in die in Umarbeitung befindlichen allgemeinen „Anschlußbedingungen“ aufgenommen wird. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der genannten beiden Paragraphen ist nachstehend deren Inhalt wieder gegeben:

<sup>1</sup> ETZ 1908, S. 874 und 1909, S. 506. Die Neubearbeitung dieser Bestimmungen ist schon längere Zeit beabsichtigt, aber noch nicht abgeschlossen. Ein Entwurf nebst Erläuterungen ist ETZ 1929, S. 1475 und 1477 veröffentlicht.



Beim ordnungsmäßigen Anlaßvorgang darf der Anlaß-Spitzenstrom das 1,7fache des Nennstromes nicht überschreiten, jedoch ist ein Anlaß-Spitzenstrom von 12 A in jedem Falle zulässig.

Zugelassen sind im allgemeinen alle Motoren bis zu einem Einschalt- und Anlaß-Spitzenstrom, der bei ordnungsmäßigem Anlaßvorgang 13 kVA Scheinleistung entspricht; darüber hinaus sind alle Motoren zugelassen, deren Anlaß-Spitzenstrom bis zum 1,7fachen des Nennstromes beträgt. Es können Ausnahmefälle vorliegen, die eine Unterschreitung der 13 kVA-Grenze notwendig machen.

In Anlagen, deren Belastbarkeit die Leistung des zu installierenden Motors wesentlich übersteigt, kann das Elektrizitätswerk von Fall zu Fall auch eine Überschreitung der angegebenen Werte zulassen.

Bei Drehstrom- und Wechselstrommotoren werden zur Phasenverbesserung oft Kondensatoren verwendet. Über solche sind vom VDE besondere Leitfäden aufgestellt worden, die ETZ 1931, S. 584 veröffentlicht sind.

Aus den Normenblättern DIN VDE 2650 und 2651 sind nachstehend die Angaben über die Wirkungsgrade von Drehstrommotoren wiedergegeben, weil diese Maschinen heute bei weitem die größte Bedeutung haben und die Zahlen für die Berechnung der Stromstärken, des Arbeitsverbrauches der angetriebenen Maschinen usw. wertvoll sind.

Offene Drehstrommotoren DIN VDE 2650 u. 2651.

kW	Kurzschlußläufer						Schleifringläufer					
	Wirkungsgrad für Drehzahl						Wirkungsgrad für Drehzahl					
	3000	1500	1000	750	600	500	3000	1500	1000	750	600	500
0,125	66,5	69,5	66,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	70	72,5	69,5	64,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	73,5	74,5	72,5	68,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	76	76,5	75	71,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	78,5	79,5	77,5	75	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	80	81,5	79,5	77	—	—	—	—	75,5	73,5	—	—
1,5	81,5	82,5	81	78,5	—	—	—	79,5	77,5	75,5	—	—
2,2	83	83,5	82,5	80,5	—	—	80,5	80,5	79,5	77,5	—	—
3	84	84,5	83,5	81,5	—	—	81,5	82	81	79	—	—
4	84,5	85,5	84,5	82,5	—	—	82	83,5	82	80	—	—
5,5	85,5	86,5	85,5	83,5	—	—	82	84,5	83	81	—	—
7,5	86	87	86	84	84	—	83	85	84	83,5	83,5	—
11	86,5	87,5	86,5	85	85	84	84	85,5	86	84,5	84,5	83,5
15	86,5	87,5	86,5	86	85,5	85	85	87,5	86,5	86	85,5	85
22	87,5	88	87,5	87	86,5	86	87,5	88	87,5	87	86,5	86
30	88,5	89	88,5	88	87,5	87	88,5	89	88,5	88	87,5	87
40	89	89,5	89	89	88,5	88	89	89,5	89	89	88,5	88
50	89,5	90	90	89,5	89	88,5	89,5	90	90	89,5	89	88,5
64	90	90,5	90,5	90	89,5	89	90	90,5	90,5	90	89,5	89
80	90	90,5	90,5	90,5	90	90	90	90,5	90,5	90,5	90	90
100	90,5	91	91	91	90,5	90,5	90,5	91	91	91	90,5	90,5
125	—	—	—	—	—	—	91	91,5	91,5	91	91	91
160	—	—	—	—	—	—	91,5	92	92	91,5	91,5	91,5
200	—	—	—	—	—	—	92	92,5	92,5	92	92	92
250	—	—	—	—	—	—	92,5	93	93	92,5	92,5	92,5

### Transformatoren.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Ebenso wie nach den Normal-Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften bei der Wartung von Maschinen und Triebwerken verlangt ist, daß die Arbeiter anschließende Kleidung tragen, ist dies auch bei Arbeiten an Transformatoren, namentlich solchen mit hoher Spannung, notwendig. In ähnlicher Weise, wie nach den gleichen Vorschriften der Maschinenwärter Unbefugten das Betreten des Maschinenraumes und den Aufenthalt dort nicht gestatten darf, wird es richtig sein, das gleiche auch auf Transformatorenräume anzuwenden.

An Transformatoren werden zum Zwecke der Spannungsreglung vielfach Anzapfungen vorgesehen, und es werden besondere Umschalter im Innern angebracht, die von außen betätigt werden können. Es sei noch darauf hingewiesen, daß nach dem Normenblatt DIN VDE 2600 über Einheitstransformatoren solche Umschaltungen nicht während des Betriebes vorgenommen werden dürfen. Es müssen vielmehr die Öl- und Trennschalter vorher auf der Oberspannungsseite geöffnet werden und, falls mehrere Transformatoren parallel arbeiten, auch die Schalter der Unterspannungsseite.

Die Belastungsverhältnisse der Transformatoren müssen im Betriebe von Zeit zu Zeit kontrolliert werden. Es empfiehlt sich, die Meßresultate in Kontrollkarten oder Bücher einzutragen. Ferner ist es zweckmäßig, Transformatoren zeitweilig auf das von ihnen verursachte Geräusch hin zu untersuchen. Infolge der Ummagnetisierung des Eisens brummen Transformatoren gleichmäßig, und zwar je nach Bauart mehr oder weniger. Der Ton ändert sich auch mit der Belastung. Der Bedienende wird mit der Zeit Erfahrung darin sammeln, ob das Geräusch außergewöhnlich ist oder nicht. Ursachen zur Änderung desselben können bestehen in der Lockerung von Teilen des Eisengestells, der Wicklungen usw. Auch Eisenschluß oder Wicklungsschlüsse können eine Verstärkung des Brummens herbeiführen. Unter Umständen würde es also notwendig sein, die Kerne der Transformatoren nachzuziehen, was zweckmäßig bei jeder Ölkontrolle gemacht wird. Haupttransformatoren sollten nach außergewöhnlichen Vorgängen, wie Kurzschlüsse usw., durch Abhören daraufhin untersucht werden, ob sie etwa gelitten haben.

In Betrieben, in denen eine große Zahl von Transformatoren zu überwachen ist, ist es empfehlenswert, die vom Oberbleichischen elektrotechnischen Verein im Einvernehmen mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung aufgestellten Transformatorenkarten zu benutzen.

In neuerer Zeit wird mit Erfolg zur Überwachung der Transformatoren der Buchholzschutz benutzt. Der Grundgedanke desselben besteht darin, daß bei jedem nicht betriebsmäßigen Vorgang im Transformator, der zu einer Zerstörung des Apparates in mehr oder weniger großem Umfange Anlaß geben würde, sich an den der Störungsstelle benachbarten organischen Isoliermaterialien — Öl, Hartpapier, Baumwolle, Holz usw. — durch die lokale Erwärmung Gase bilden. Diese Gase sollen zur Feststellung entstehender Fehler und zur Abschaltung des Transformators vor Ausbildung größerer Zerstörungsstellen benutzt werden. Die aufsteigenden Gase sammeln sich normalerweise, soweit sie nicht im Öl in Lösung gehen, unter dem Deckel des Transformators und fließen von dort aus durch das zum Ölkonservator führende Rohr.

Es ist zweckmäßig, Transformatoren mit Thermometern zur direkten Ableseung oder mit Fernmeldung auszurüsten, um ihre Erwärmung dauernd überwachen zu können, wodurch man ernsthaft Beschädigungen verhindert und Fehler rechtzeitig erkennt<sup>1</sup>. Da die Erwärmung von Transformatoren, namentlich solcher großer Leistung, außerordentlich langsam zunimmt, ist es zweckmäßig, die zulässige Belastung nach dem Thermometer zu bestimmen. Man kann so eine günstigere Ausnutzung<sup>2</sup> der Transformatoren erreichen, in dem sie z. B. kurzzeitig wesentlich überlastet werden können, wenn sie sich noch in kaltem Zustande befinden. Eine gleiche Überlastung würde aber nicht zulässig sein, wenn der Transformator durch vorhergehende Benutzung schon warm geworden ist. Es gibt eine Reihe von Einrichtungen zur Temperaturmeldung bei Öltransformatoren, wie sie z. B. in der Zeitschrift „Der elektrische Betrieb“ 1924, S. 69 und S. 172 beschrieben sind.

Bei wassergekühlten Transformatoren ist es wichtig, den Wasserrücklauf ständig zu überwachen, weil beim Fehlen desselben die Erwärmung des Transformators zu groß werden könnte. Bei wichtigen Transformatoren wird auch hier eine selbsttätige Überwachungseinrichtung zweckmäßig sein.

Nach Verlauf von einigen Betriebsjahren sollte jeder Transformator aus dem Öl herausgenommen und gründlich nachgesehen werden. Besonders ist der anhaftende Schlamm zu entfernen, da dieser die Wärmeabführung hindert. Auch der Ölkasten muß vom Schlamm gereinigt werden. Bei wassergekühlten Transformatoren ist auch darauf zu achten, ob die Kühlschlangen verschlammmt sind oder sonst irgendwie Schaden gelitten haben. Ölschlamm wird zweckmäßig durch Petroleum, Petroläther, Benzol usw. beseitigt.

Für die gute Entlüftung<sup>3</sup> von Transformatorräumen ist stets Sorge zu tragen, weil durch die im Transformator auftretenden Verluste leicht eine übermäßige Erwärmung des Raumes herbeigeführt werden

<sup>1</sup> ETZ 1917, S. 538; 1926, S. 677.      <sup>2</sup> ETZ 1924, S. 769; 1930, S. 1317.

<sup>3</sup> ETZ 1925, S. 21.

kann. Die Temperatur solcher Räume soll nicht über 35° C steigen, da für letzteren Wert die Vorschriften für Transformatoren des VDE aufgestellt sind und er somit die Grundlage für die Bemessung bildet.

Wenn die natürliche Lüftung eines Transformators durch Aufstellung in einem zu engen Raume oder durch einen nachträglich angebrachten Schutzkasten behindert wird, so kann der Transformator dauernd nur eine geringere Leistung oder seine Nennleistung nur kurzzeitig abgeben.

Über die Lüftung von Transformatorenkammern sind von F. Sieber in ETZ 1925, S. 115 Angaben enthalten, die später von Sieber und Heiles ETZ 1929, S. 623 erweitert wurden durch Aufstellung einer einfachen Formel zur Berechnung der Luftmenge, die ein Transformator mit Selbstlüftung in der Zeiteinheit benötigt. Sie kann wie folgt berechnet werden:

$$L = 0,875 \frac{V}{\Delta t},$$

darin ist

$L$  = die Luftmenge in m<sup>3</sup>/s,

$\Delta t = t_a - t_e$ ,

$t_a$  = Temperatur der austretenden Luft,

$t_e$  = Temperatur der eintretenden Luft,

$V$  = Verluste des Transformators in kW.

Aus vorstehender Formel ergeben sich für 1 kW Verluste folgende Werte:

Bei Erwärmung um . . .	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Luftmenge in 1 Sekunde .	0,175	0,0875	0,0583	0,0437	0,0350	0,0262

Bei zu starkem Temperaturwechsel tritt leicht ein Beschlagen von Wicklungen und Metallteilen mit Wasser ein, wodurch die Isolierung leidet.

Der Aufstellungsort von Transformatoren, die nicht in Öl stehen, soll trocken sein, da etwaige Feuchtigkeit die Isolierung verschlechtert. Ist ein Transformator feucht geworden, was besonders dann eintreten kann, wenn er längere Zeit außer Betrieb war, dann muß er getrocknet werden. Aber auch bei Öltransformatoren kann das Öl Feuchtigkeit aufgenommen haben. Die Transformatoren müssen also in diesen Fällen getrocknet werden. Das kann bei kleinen Transformatoren dadurch geschehen, daß sie in einem Trockenofen oder mit Hilfe eines offenen Feuers erwärmt werden. Hierbei ist natürlich Vorsicht geboten, und es darf nur ein mäßiges Feuer mit Holz oder Holzkohle benutzt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Trocknung im Kurzschluß. Das kann man dadurch ausführen, daß die eine Wicklung kurz geschlossen und die andere an eine Spannung gelegt wird, die der Kurzschlußspannung des Transformators ungefähr entspricht. In Frage kommt dafür etwa 4 bis 6% der normalen Spannung. Als Stromstärke, mit der getrocknet wird, ist zweckmäßig das 1/4-

bis 1½fache des Normalstromes zu wählen. Bei Hochspannung muß man hierbei aber darauf achten, daß auch in einer kurz geschlossenen Wicklung schon beträchtliche Spannungen auftreten können. Es sind dann also besondere Vorsichtsmaßnahmen notwendig. Bei der Trocknung darf die Erwärmung nicht zu weit getrieben werden. Zu diesem Zwecke muß man sich durch Temperaturmessungen unter Umständen von der Einhaltung der richtigen Erwärmung überzeugen. Über die Temperaturen, die die Isolierstoffe noch aushalten, gibt die weiter unten wiedergegebene Tabelle Aufschluß.

Öltransformatoren bzw. die Räume, in denen sie aufgestellt sind, müssen mit Rücksicht auf die leichte Brennbarkeit des Öles einen zuverlässig wirkenden Feuerchutz haben. Diesbezüglich sei auf das zu § 4 Gesagte hingewiesen.

Sind Transformatoren längere Zeit ausgeschaltet gewesen, so muß der Wärter vor Wiedereinschaltung derselben sich überzeugen, ob die Transformatoren noch in betriebsfähigem Zustande sind und die vorhandenen Schutzeinrichtungen ordnungsmäßig arbeiten.

Es kommt im Betriebe öfter vor, daß Apparate, Transformatoren usw. ausgewechselt werden müssen oder Veränderungen bzw. Erweiterungen vorzunehmen sind; deshalb ist es wichtig, daß das Betriebspersonal solche Arbeiten auszuführen in der Lage ist. Früher hatte jede Firma ein eigenes System zur Bezeichnung der Klemmen von Transformatoren und dazugehörigen Apparaten. Man war infolgedessen stets auf das mitgegebene Schema angewiesen; war dieses nicht zur Stelle, so konnte man aus den Bezeichnungen in der Regel nicht klug werden. Diese Schwierigkeiten sind durch die vom VDE geschaffenen „Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren“ beseitigt, die seit dem 1. Juli 1909 gelten und ETZ 1908, S. 874; 1909, S. 506 abgedruckt sind. Erläuterungen dazu sind ETZ 1908, S. 469 von Dr.-Ing. Katalis veröffentlicht. Im Abschnitt III sind unter C diese Normen wiedergegeben worden.

Bei Drehstromtransformatoren gibt es eine Reihe verschiedener Schaltungen, und nicht jeder beliebige Transformator darf zu einem anderen hinzugesetzt werden. Aus der großen Zahl der möglichen Schaltungen hat der VDE eine beschränkte Zahl genormt und diese in vier Schaltungsgruppen eingeteilt, die wie folgt bezeichnet werden (s. Tabelle auf S. 166).

Die Schaltungsgruppe wird nach dem Verwendungszwecke gewählt. Wenn keine besonderen Gründe vorliegen, wird gewöhnlich Stern-Sternschaltung vorgesehen. Diese Schaltung eignet sich jedoch nur für Betriebe, in denen der sekundäre Nullpunkt überhaupt nicht oder nur zu Erdungszwecken benutzt wird. Bei Kerntransformatoren ist außerdem noch eine Belastung des Nullpunktes von höchstens 10% des Nennstromes zulässig, bei Manteltransformatoren dagegen nicht. Zur Speisung von Verteilungsnetzen mit viertem (neutralem) Leiter eignet sich diese Schaltung somit meistens nicht; es wird dann vorteilhaft bei kleinen Leistungen Stern-

	Vektorbild		Schaltbild	
	Ober- spannung	Unter- spannung	Ober- spannung	Unter- spannung
Schaltgruppe A	$A_1$			
	$A_2$			
	$A_3$			
Schaltgruppe B	$B_1$			
	$B_2$			
	$B_3$			
Schaltgruppe C	$C_1$			
	$C_2$			
	$C_3$			
Schaltgruppe D	$D_1$			
	$D_2$			
	$D_3$			

Witzsch und bei größeren Leistungen Dreieck-Sternschaltung vorgesehen. Diese beiden Schaltungen sind in dieser Beziehung gleichwertig.



Bei Sammelschienen-Parallelbetrieb ist darauf zu achten, daß die gute Verteilung der Last nicht durch verschieden lange Verbindungen zwischen Transformator und Speisepunkt oder durch Überstrom- und Überspannungsschutzgeräte nicht entsprechender Impedanz gestört wird.

Der einwandfreie Parallelbetrieb, d. h. die Verteilung der Belastungen entsprechend den Nennleistungen, gilt als erreicht, wenn die Nennkurzschlußspannungen nicht mehr als  $\pm 10\%$  von ihrem Mittel abweichen, sofern nicht andere Bestimmungen vorliegen.

Außerdem ist erforderlich:

1. gleiche Nennspannung primär und sekundär,
2. gleiche Schaltgruppe,
3. Verbindung gleichnamiger Klemmen,
4. Kennleistungsverhältnis möglichst nicht größer als 3:1.

Wenn verschieden große Transformatoren parallel arbeiten sollen, deren Kurzschlußspannungen voneinander abweichen, ist zu empfehlen, daß der kleinere Transformator die größere Kurzschlußspannung erhält.

Bei Transformatoren mit angezapften Wicklungen kann der einwandfreie Parallelbetrieb nicht immer auf allen Stufen verlangt werden, wenn die Spannungsabstufungen nicht genügend gleich gewählt werden können.

Dieser Fall kann eintreten, wenn die Spannungen klein sind und die Spannung je Windung bei beiden Transformatoren verschieden groß ist.

Über den Parallelbetrieb von Transformatoren mit ungleicher Kurzschlußspannung siehe auch ETZ 1927, S. 1457 und 1928, S. 485.

In Drehstromnetzen werden vielfach Drehtransformatoren zur Regelung benutzt. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß bei solchen mit einem Läuferkörper bei Verdrehung des Läufers auch die Phase des Spannungvektors verdreht wird. Hierauf ist bei Parallelschalten und Parallelbetrieb zu achten. In mehrfach verketteten Netzen oder in neuen Stationen, in denen mehrere Drehtransformatoren parallel laufen müssen, empfiehlt sich die Verwendung von Doppel-Drehtransformatoren, die nur die Größe, nicht aber die Lage des Spannungvektors verändern.

Transformatoren sowie Drosselspulen müssen einen Stoßkurzschlußstrom aushalten, dessen Höchstwert nicht mehr als das  $30 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{2}$ -fache (rund das 75fache) des Nennstromes (Effektivwert) beträgt.

Kurzschlußdrosselspulen müssen ohne Verlagerung der Wicklung einen Stoßkurzschlußstrom aushalten, dessen Höchstwert nicht mehr als das  $20 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{2}$ -fache (rund das 50fache) des Nennstromes (Effektivwert) beträgt.

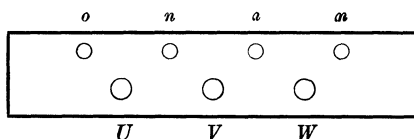
Bei Drehstromtransformatoren sollen grundsätzlich von dem vor der Überspannungsseite stehenden Beschauer aus gesehen, die Klemmen  $U, V, W$  bzw.  $u, v, w$  von links nach rechts angeordnet sein.

Gleichfalls von der Überspannungsseite aus gesehen, soll die Klemme  $O$  für den herausgeführten Nullpunkt möglichst links neben  $U$  und die



Klemme *o* für den herausgeführten Nullpunkt jedoch stets links neben *u* liegen.

Sofern es sich daher oberspannungsseitig um drei, unterspannungsseitig um vier Klemmen handelt, ergibt sich demgemäß folgende Anordnung:



Derjenige, der den Betrieb einer elektrischen Anlage leitet, wird über die Grenzen der Benutzbarkeit, d. h. zulässige Belastung, Erwärmung usw.

der in der Anlage verwendeten Transformatoren Bescheid wissen müssen. Aus diesem Grunde mögen nachstehend die hierfür wichtigsten Angaben der vom VDE aufgestellten „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren RET 1923“ wiedergegeben werden.

Für Normal-Transformatoren nach DIN VDE 2610 beträgt die zulässige Überlastbarkeit nach 10 stündigem Betriebe mit halber Nennleistung 30% während einer Stunde oder 10% während drei Stunden.

Für Kleinspannungstransformatoren sind besondere Bestimmungen aufgestellt in den „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen RETK“, die nebst Erläuterungen ETZ 1928, S. 305, 832, 958 und 1022 abgedruckt sind.

Genormte Nennspannungen in V für Transformatoren über 100 V.

Betriebsspannung nach DIN VDE 2	Wechselstrom 50 Hz Nennspannung	
	Primärspannung	Sekundärspannung
125	125	130
220	220	230
380	380	400
500	500	525
1000	1000	1050
3000	3000	3150
(5000)	(5000)	(5250)
6000	6000	6300
10000	10000	10500
15000	15000	15750
20000	20000	21000
30000	30000	31500
45000	45000	47250
60000	60000	65000
80000	80000	84000
100000	100000	105000
150000	150000	157500
200000	200000	210000
300000	300000	315000

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

Als normale Nennleistungen von Transformatoren gelten:

I. Bei Drehstromtransformatoren:

5; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 640; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000; 6400; 8000; 10000 usw. kVA.

II. Bei Einphasentransformatoren:

1; 2; 3,5; 7; 13; 20; 35; 50; 70 kVA.

Als Erwärmung der Wicklung bei Trockentransformatoren gilt der höhere der beiden folgenden Werte:

- I. Mittlere Erwärmung errechnet aus der Widerstandzunahme während des Probelaufes.
- II. Örtliche Erwärmung an der vermutlich heißesten zugänglichen Stelle, mit dem Thermometer gemessen.

Bei Öltransformatoren wird die Erwärmung aus der Widerstandzunahme ermittelt.

Die Erwärmung des Eisenkernes ist an der heißesten zugänglichen Stelle mit dem Thermometer zu bestimmen.

Die Erwärmung des Öles ist in der obersten Ölschicht des Kastens mit dem Thermometer zu bestimmen.

Zur Einführung eines Thermometers muß eine Einrichtung am Transformator vorhanden sein, deren Lochdurchmesser mindestens 12 mm beträgt.

Die Erwärmung  $\Theta$  von Kupferwicklungen wird nach folgenden Formeln aus der Widerstandzunahme berechnet, in denen

$\vartheta_{\text{kalt}}$  die Temperatur der kalten Wicklung,

$\vartheta_{\text{Kühlmittel}}$  die Temperatur des Kühlmittels (siehe § 40),

$R_{\text{kalt}}$  den Widerstand der kalten Wicklung,

$R_{\text{warm}}$  den Widerstand der warmen Wicklung

bedeuten:

1. bei allen Transformatoren, ausgenommen Dauerbetrieb und Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung:

$$\Theta = \frac{R_{\text{warm}} - R_{\text{kalt}}}{R_{\text{kalt}}} (235 + \vartheta_{\text{kalt}}) - (\vartheta_{\text{Kühlmittel}} - \vartheta_{\text{kalt}}),$$

2. bei Transformatoren für Dauerbetrieb und Dauerbetrieb mit kurzzeitiger Belastung unter 1h:

$$\Theta = \frac{R_{\text{warm}} - R_{\text{kalt}}}{R_{\text{kalt}}} (235 + \vartheta_{\text{kalt}}),$$

wobei die Werte  $\vartheta_{\text{kalt}}$  und  $R_{\text{kalt}}$  für den Beginn der Prüfung gelten.

Die in nachstehender Tafel zusammengestellten höchstzulässigen Grenzwerte der Erwärmung gelten unter der Voraussetzung, daß

1. bei Luftkühlung die Kühlmitteltemperatur 35°,

2. bei Wasserkühlung die Kühlmitteltemperatur 25° nicht überschreitet.

Für die Temperatur gelten Grenzwerte, die 35° über den Werten in nachstehender Tafel liegen. Diese Grenzwerte für die Temperatur gelten immer. Die Grenzwerte für die Erwärmung dürfen nur dann überschritten werden, wenn die Kühlmitteltemperatur im Betriebe stets so niedrig bleibt, daß die Grenztemperaturen nicht überschritten werden und über die Erfüllung dieser Voraussetzung eine Vereinbarung getroffen wird. Auf dem Schild soll in diesem Falle auch die vereinbarte Kühlmitteltemperatur angegeben werden.

Grenzerwärmungen.

	I	II	III	IV	V	VI
	Wicklungen mit Isolierung nach Klasse	O	A u. A <sub>f</sub>	A <sub>o</sub>	B	C
1	Einlagige blanke, ebenso dauernd kurzgeschlossene* Wicklungen	55°	65°	75°	85°	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile
2	Alle anderen Wicklungen	50°	60°	70°	80°	
	I	II				
3	Eisenkerne bei	Trocken- transformat.				60°
4			Öltransformatoren			
5	Öl in der obersten Schicht				60°	
6	Alle anderen Teile	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile				

Meßverfahren.

Alle Wicklungen mit Ausnahme der einlagigen blanken	Widerstandszunahme
Einlagige blanke, ebenso dauernd kurzgeschlossene Wicklungen sowie alle anderen Teile	Thermometermessung

\* Anmerkung zu 1: Wicklungen in Dreieckschaltung und Ausgleichwicklungen mit mehr als einer Windung gelten nicht als Kurzschlußwicklungen.

Was als Temperatur des Kühlmittels bei den verschiedenen Kühlungsarten einzusehen ist, ist in § 40 der RET eingehend festgelegt.

Bezüglich des Einflusses, den die Höhe des Aufstellungsortes auf die Erwärmung hat, sind in der siebenten Auflage<sup>1</sup> der „Erläuterung“ zu § 23 der REM auf S. 29 bis 31 ausführliche Angaben gemacht. Zum

<sup>1</sup> Berlin: Julius Springer.

Ausgleich der verschlechterten Wärmeabfuhr muß entweder die Nennleistung des Transformators je nach der Höhenlage vermindert oder die Abkühlung verbessert werden. Nach Angaben von Dr. Lubowsky ist die Nennleistung eines selbstkühlenden Transformators bei mehr als 1000 m Höhenlage für je 100 m näherungsweise um 0,5% zu vermindern. Anstatt die Nennleistung des Transformators herabzusetzen, kann die normale Transformatorrentype in einen Olkasten höherer Nennleistung gesetzt werden.

Die Messung von Temperaturen<sup>1</sup> an Transformatoren und Apparaten stößt unter Umständen z. B. bei unzugänglichem Einbau auf Schwierigkeiten. Eine direkte Messung mit Thermometer ist dann zuweilen nicht möglich. Die Messung mit Thermoelementen oder Widerständen bietet auch vielfach Schwierigkeiten; namentlich bei Hochspannung können sie erheblich werden. In solchen Fällen kann man sich durch annähernde Feststellung der Temperatur mit Hilfe von Meßperlen, in Glasröhren oder in Papier eingeschlossene Chemikalien helfen, wie dies vorstehend auf S. 138 näher auseinandergesetzt ist<sup>2</sup>.

In Betrieben mit einer größeren Zahl von Transformatoren wird es zweckmäßig sein, zur schnellen Nachprüfung von Wicklungen, auf Isolationfehler, Kurzschlüsse usw. Einrichtungen zur schnellen Auffindung von Fehlern vorrätig zu haben.

Bei Öltransformatoren muß im Betriebe darauf geachtet werden, daß sie auch genügende Ölfüllung besitzen. Das Öl selbst ist in bestimmten Zeiträumen auf Feuchtigkeitsgehalt, Schlamm- und Schmutzbildung usw. zu untersuchen. Näheres darüber ist im nächsten Abschnitt „Öl für Transformatoren, Schalter und andere Apparate“ enthalten. Bestimmte Zeiträume, innerhalb deren die Revisionen vorzunehmen sind, können nicht allgemein angegeben werden, da sie zu sehr von den jeweiligen Betriebsverhältnissen, den verwendeten Ölorten usw. abhängen.

Über Einheitsstransformatoren für landwirtschaftliche Zwecke besteht ein besonderes Normenblatt DIN VDE 2601. In den Erläuterungen hierzu sind, soweit der Betrieb in Frage kommt, einige Angaben gemacht, die nachstehend wiedergegeben werden mögen.

Anzapfungen sind in vielen Fällen aus betriebstechnischen Gründen erforderlich. Sie auf der Unterspannungsseite anzubringen, ist der größeren Wicklungsquerschnitte und des hohen Prozenttages wegen, den die Spannung einer Windung auf dieser Wicklungsseite ausmacht, un- zweckmäßig. Durch die Anzapfungen + 4% und - 4% sind 3 Stufen geschaffen, die besonderen Verhältnissen, wie großer Abfall in den Unter- spannungsleitungen zum Verbrauchsapparat oder höhere Spannung in der Nähe der Zentrale, genügend Rechnung tragen. In Sonderfällen wird es sich empfehlen, einen kleinen Spartransformator auf der Unter- spannungsseite zwischenzuschalten, von denen wenige für Netze mit vielen

<sup>1</sup> Über Temperaturmessungen an Transformatoren siehe auch ETZ 1925, S. 352.

<sup>2</sup> EKB 1920, S. 46; El.Be. 1925, S. 52.

Transformatoren genügen, und wobei der Vorteil der Auswechselbarkeit der Einheitstransformatoren erhalten bleibt.

Als ein berechtigtes Verlangen wird es angesehen, daß diese normalen Schaltstufen ohne Abheben des ganzen Deckels betätigt werden können, wobei es freigestellt bleibt, ob die Anzapfungen an besonderen Durchführungsisolatoren sitzen, oder ob sie durch Sonderumschalter im Innern von außen betätigt werden. Diese Stufen können nicht während des Betriebes bedient werden; die Öl- und Trennschalter müssen vorher auf der Oberspannungsseite geöffnet werden und, falls mehrere Transformatoren im Netz parallel arbeiten, auch die Schalter der Unterspannungsseite.

Da Ölstandsgläser vielfach beim Transport abbrechen, sollen sie an Einheitstransformatoren nicht angebracht werden, vielmehr sind Überlauffschrauben, Hähne oder Meßstäbe zu verwenden.

Am geeignetsten für die thermische Überwachung von Öltransformatoren sind Maximalthermomter. Daher müssen sich bei Einheitstransformatoren zur Bestimmung der Öltemperatur während des Betriebes Thermometer anbringen lassen. Die Einführungsöffnung muß an der Unterspannungsseite sein; man wird sie passend als Tasche (unten geschlossenes Rohr) ausbilden, die einige Zentimeter in das Öl hineinragt; in die Tasche wird etwas Öl hineingegossen. Damit Thermometer verschiedener Bauart eingeführt werden können, ist vorgeschrieben, daß die lichte Weite des Rohres nicht unter 12 mm betragen darf.

Aus technischen Gründen ist es nicht statthaft, daß Einheitstransformatoren ohne Öl stehen oder befördert werden. Die Wicklung und Isolation nehmen ohne Öl Feuchtigkeit auf, die sich auch durch nachträgliche Trocknung nicht restlos entfernen läßt. Außerdem wird am Herstellungsort das Öl meistens im Vakuum in kleinere und mittlere Transformatoren gefüllt, damit keine Lufträume im Innern der Wicklung zurückbleiben. Am Aufstellungsort sind Vakuumöfen im allgemeinen nicht vorhanden; daher sollen Einheitstransformatoren schon im Werke mit Öl gefüllt werden.

Auf Grund der Normenblätter DIN VDE 2600 und 2601 seien nachstehend mittlere Wirkungsgradangaben der Einheitstransformatoren wiedergegeben.

Einheitstransformatoren Hauptreihe HET 23. DIN VDE 2600.

kVA	η% bei:			
	5000/6000 V	10 000 V	15 000 V	20 000 V
5	95,3	95,1	94,8	94,5
10	95,8	95,7	95,5	95,3
20	96,1	96,1	96,0	95,9
30	96,4	96,3	96,3	96,2
50	96,7	96,6	96,6	96,5
75	96,9	96,9	96,8	96,8
100	97,2	97,1	97,1	97,0

## Einheitstransformatoren Sonderreihe SET 23. DIN VDE 2601.

kVA	$\eta$ % bei:			
	5000/6000 V	10 000 V	15 000 V	20 000 V
5	96,0	95,8	95,5	95,2
10	96,5	96,4	96,3	96,2
15	96,7	96,6	96,6	96,5
25	97,0	97,0	96,9	96,9
37,5	97,2	97,1	97,1	97,0
50	97,3	97,3	97,2	97,2

Die Transformatoren der Sonderreihe sollen mit der doppelten Nennleistung nur ungefähr 500 Stunden im Jahr beansprucht werden. Mit Rücksicht auf diese zeitlich stark begrenzte hohe Beanspruchung wird eine um  $10^{\circ}$  höhere Temperatur zugelassen als in den Verbandsregeln, wobei die doppelte Leistung 12 Stunden lang nach vorausgegangener Dauerlast mit der Grundleistung auftreten darf. Eine Gefahr der Verkürzung der Lebensdauer von Isolation und Öl kann dabei als ausgeschlossen gelten.

Nach den Unfallverhütungsvorschriften der meisten landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften gilt folgendes: Fahrbare Transformatorenanlagen dürfen nur vom Personal bedient werden, das hierfür besonders ausgebildet ist und sich im Besitz eines schriftlichen, vom Stromliefernden Elektrizitätswerk anerkannten Ausweises befindet. Der Ausweis ist den Technischen Aufsichtsbeamten auf Verlangen vorzuzeigen. Transformatorenwagen müssen während des Betriebes durch Seile oder Stangen derart abgesperrt werden, daß Personen mit keinem Teil der Transformatorenanlage in Berührung kommen können.

Die zum Schutze vorgeesehenen Erdungsvorrichtungen (besonders bei fahrbaren Motoren und Transformatoren) sind stets anzuwenden und in betriebsfähigem Zustande zu erhalten. Bezüglich der Arbeiten an Transformatoren in landwirtschaftlichen Betrieben sei ferner noch auf § 7 dieser Betriebsvorschriften verwiesen.

Öl für Transformatoren, Schalter und andere Apparate.

In Transformatoren, Schaltern usw. dient das Öl sowohl zur Isolation wie zur Wärmeabfuhr. Es wird in diesen Apparaten im allgemeinen nur Mineralöl verwendet. Parzöle eignen sich nicht, weil sie sehr rasch eindicken und verharzen. In Ölschaltern hat das Öl außerdem auch noch die Aufgabe, den Lichtbogen zu löschen. Die Öle müssen also eine hohe Isolierfestigkeit und Leichtflüchtigkeit besitzen sowie wärmebeständig und je nach dem Verwendungszweck auch kältebeständig sein. Weiter ist wichtig, daß die Öle alkali- und säurefrei sind.

Die Öle neigen dazu, Wasser aufzunehmen; deswegen muß ihnen vor Einfüllen in die Apparate die Feuchtigkeit entzogen werden. Bei allen

Arbeiten mit Öl ist größte Sauberkeit zu beachten und dafür zu sorgen, daß keine Feuchtigkeit in das Öl hineinkommen kann.

Beim Trocknen des Öles ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß es keinen Schaden leidet. Ferner soll das Trocknen kurz vor Einführung des Öles geschehen, damit es nicht wieder Feuchtigkeit aufnehmen kann.

Die verschiedenen Einwirkungen, denen das Öl im Betriebe ausgesetzt ist, vermindern seine Isolierfestigkeit.

Über die Anforderungen, die an Transformatoren- und Schalteröle gestellt werden können, sind vom VDE „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle“ aufgestellt worden, die seit dem 1. Oktober 1927 gelten und ETZ 1927, S. 473, 859 und 1089 abgedruckt sind. Zu diesen Vorschriften, die nachstehend wiedergegeben sind, hat der VDE ferner Prüfvorschriften verfaßt, die gleichfalls im Anschluß an die ersteren hier folgen. Weiter befinden sich an der vorstehend angegebenen Stelle der ETZ noch einige Erklärungen, die für die Durchführung von Ölprüfungen wichtig sind.

#### § 1.

Die Vorschriften treten am 1. Oktober 1927 in Kraft.

#### § 2.

Die Vorschriften der §§ 3 bis 7 beziehen sich sowohl auf neues als auf im Apparat angeliefertes Öl. Die Vorschriften der §§ 8 bis 10 beziehen sich lediglich auf neues Öl, die Vorschrift des § 11 bezieht sich auf ein dem im Betriebe befindlichen Transformator oder Apparat entnommenes und auf ein gefochtes oder zum Einfüllen vorbereitetes Öl.

Unter neuem Öl (§§ 8, 9, 10) ist ein Öl zu verstehen, wie es in Kesselwagen oder Eisenfässern von der Raffinerie angeliefert wird. Die Anlieferung darf nicht in Holzfässern erfolgen.

#### § 3.

Die Vorschriften beziehen sich nur auf Erdöle, die lediglich als Raffinate geliefert werden müssen.

#### § 4.

Das spezifische Gewicht darf nicht mehr als 0,92 bei 20° C betragen.

Bei Transformatoren und Schaltern, deren Kessel von der Außenluft umspült werden und die keine besondere Heizvorrichtung haben, soll Öl verwendet werden, dessen spezifisches Gewicht nicht mehr als 0,895 bei 20° C beträgt.

#### § 5.

Die Viskosität, bezogen auf Wasser von 20° C, darf bei einer Temperatur von 20° C nicht über 8° Engler sein.

#### § 6.

Der Flammpunkt, nach Marcussen im offenen Tiegel bestimmt, darf nicht unter 145° C liegen (s. jedoch Ausnahmefall in § 7).

## § 7.

Der Stockpunkt des Oles darf nicht höher als  $-15^{\circ}\text{C}$  sein; bei Schaltern, deren Kessel von der Außenluft umspült werden und die keine besondere Heizvorrichtung haben, darf der Stockpunkt des zu verwendenden Oles nicht höher als  $-40^{\circ}\text{C}$  sein. Der Flammpunkt eines solchen Oles darf nicht unter  $120^{\circ}\text{C}$  liegen.

## § 8.

a) Das neue Öl muß bei  $20^{\circ}\text{C}$  vollkommen klar sein; es muß frei sein von Mineralsäure.

b) Der Gehalt an organischer Säure darf höchstens 0,05 berechnet als Säurezahl betragen.

c) Der Gehalt an Asche darf 0,01% nicht übersteigen.

## § 9.

Das neue Öl muß praktisch frei von mechanischen Beimengungen sein.

## § 10.

a) Die Verteerungszahl des neuen ungekochten Oles darf 0,1% nicht überschreiten.

b) Das neue ungekochte Öl soll nach 70stündiger Erhitzung auf  $120^{\circ}\text{C}$  unter Einleiten von Sauerstoff folgende Bedingungen erfüllen:

1. Es soll nach dem Erkalten vollkommen klar sein.
2. Es darf keinen benzinunlöslichen Schlamm enthalten.
3. Es dürfen beim Erhitzen mit der alkoholisch-wässrigen Natronlauge keine asphaltartigen Auscheidungen entstehen.

## § 11.

Die elektrische Festigkeit des dem im Betrieb befindlichen Transformator oder Apparat entnommenen Oles soll, gemessen nach den Prüfvorschriften, im Mittel 80 kV/cm nicht unterschreiten. Ist die elektrische Festigkeit geringer, so muß das Öl gereinigt bzw. erneuert werden.

Die elektrische Festigkeit des gekochten oder zum Einfüllen vorbereiteten Oles soll 125 kV/cm nicht unterschreiten.

Ergibt das Erhitzen des Oles im Reagenzglas auf rd.  $150^{\circ}\text{C}$  das Vorhandensein von Wasser durch knackerndes Geräusch, so erübrigt sich die Untersuchung der elektrischen Festigkeit; das Öl muß getrocknet werden.

Die Untersuchung, ob die Öle diesen Vorschriften entsprechen, hat nach den nachstehenden Prüfvorschriften zu erfolgen:

## Prüfvorschriften.

Aus den Kesselwagen oder Eisenfässern sollen Proben nach den folgenden Vorschriften entnommen werden:

## a) Für Kesselwagen:

Ein Glasrohr von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m Länge (etwa 15 mm I. W.), das auf der einen Seite rund abgeschmolzen ist, so daß man es gut mit dem Daumen



verschließen kann, und auf der anderen Seite ein wenig stumpf ausgezogen ist, wird im geöffneten Zustande langsam durch den Dom des Wagens bis zum Boden des Kesselwagens eingeschoben, so daß beim Durchschieben aus allen Teilen des Wageninhaltes Teile in das Rohr eintreten. Wenn das Rohr den Boden berührt, wird es mit dem Daumen verschlossen und aus dem Wagen herausgehoben. Der Inhalt des Rohres und das etwa außen anhaftende Öl wird in ein sauberes Glasgefäß gebracht. In gleicher Weise wird die Probeentnahme so oft wiederholt, bis mindestens eine Probemenge von 2 l vorhanden ist. Es wird nochmals gut umgerührt und die so entnommene Probe in zwei Teile geteilt, von denen der eine für eine Kontrollprüfung für den Fall der bei der Wertuntersuchung gefundenen Abweichung zurückgestellt wird. Wird die Probe als einwandfrei erachtet, so kann eine Gegenprobe höchstens für die Sammlung von Vergleichsmaterialien bzw. Beanstandungen genau bezeichnet und einwandfrei verschlossen zurückgehalten werden. Eine Verpflichtung hierzu besteht aber bei erfolgter Abnahme nicht.

#### b) Für Eisenfässer:

Ein Glasrohr gleicher Ausführung, wie zu a) beschrieben, aber entsprechend kürzer, wird durch das geöffnete Spundloch eines jeden fünften Fasses eingeführt. Aus jedem dieser Fässer wird eine Probe entnommen oder doch jedenfalls so viel, daß aus der gesamten Sendung wieder eine Probemenge von rd. 2 l gebildet werden kann. Auch hier wird wieder gut durchgemischt und im übrigen wie oben verfahren.

Über die Probeentnahme aus dem im Betriebe befindlichen Transformator oder Apparat siehe die Erläuterungen zu § 11.

Über die Eigenschaften, die Transformatoren- und Schalteröle besitzen müssen, sowie über die Prüfmethode, die dabei in Anwendung zu kommen haben, hat sich eine außerordentlich umfangreiche Literatur entwickelt. Soweit sie heute noch von Bedeutung ist, ist sie unten angegeben<sup>1</sup>.

Beim Einfüllen des Öles in das Gefäß ist große Vorsicht anzuwenden. Besonders muß darauf geachtet werden, daß das Gefäß gut gesäubert ist. Beim Trocknen des Öles ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß es keinen Schaden leidet. In Bergwerksanlagen unter Tage sollte man das Auskochen von Transformatorenöl wegen der Brandgefahr möglichst vermeiden. Kleine Transformatoren sollten grundsätzlich über Tage in Ordnung gebracht werden. Nur bei großen Transformatoren, die nicht im Ganzen in die Grube geschafft werden können, kann das Auskochen unter Tage mit der nötigen Vorsicht ausgeführt werden.

<sup>1</sup> ETZ 1924, S. 931, 1059 und 1415; 1925, S. 889 und 1264; 1926, S. 480, 701 und 1291; 1927, S. 1613; 1928, S. 138; 1929, S. 712; 1930, S. 1309 und 1614; 1931, S. 419 und 1471. El. Be. 1924, S. 237; 1925, S. 275. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1927, S. 1391 und 1613; 1930, S. 985; 1931, S. 419. Elektrizitätswirtschaft 1927, Nr. 437, S. 305—330. Elektrotechnik und Maschinenbau 1927, S. 1009. Ferner sei auf die Druckchrift 77 des Deutschen Verbandes für die Materialprüfung der Technik „Studien über die Prüfung der Transformatorenöle“ aufmerksam gemacht.

Bei allen Transformatoren, die ein Ausdehnungsgefäß haben (Ölkonservator), wird das Öl sehr geschont, weil es nur geringe Berührung mit der Luft hat.

Wenn mehrere Öle, die an sich einwandfrei sein können, gemischt werden oder neues Öl auf altes gegossen wird, kann Schlamm- und Flockenbildung eintreten. Diese kann für die Isolierstoffe unter Umständen nachteilig werden. Nach Förster<sup>1</sup> sollten nur Öle gleicher chemischer Basis und gleichen Raffinationszustandes gemischt werden.

Darüber, in welchen Zwischenräumen die Auswechslung eines Öles stattfinden soll, gehen die Angaben noch sehr stark auseinander, was wohl zum größten Teil auf die sehr verschiedenen Betriebsverhältnisse in den einzelnen Anlagen zurückzuführen ist. Es können daher hier nur ganz rohe Mittelwerte für die Termine solcher Erneuerungen bzw. Untersuchungen angegeben werden. Man kann sie etwa annehmen für Transformatoren zu 1 bis 2 Jahre, für Schalter zu 3 bis 4 Jahre<sup>2</sup>.

Für die Regenerierung unbrauchbar gewordener Transformatoröle gibt es mehrere Methoden, die auf dem Prinzip des Filtrierens, des Zentrifugierens oder chemischer Reaktion beruhen. Über diese verschiedenen Reinigungsmethoden steht eine ziemlich umfangreiche Literatur zur Verfügung, wie unten aufgeführt<sup>3</sup>.

Über die Alterung von Isolierölen sind in der Zeitschrift „Elektrizitätswirtschaft“ 1927, S. 328, in der ETZ 1928, S. 967 u. 1931, S. 1471, und in dem Aufsatz von Dr. G. Stern in dem Buche „Forschung und Technik“ von W. Petersen, S. 490, Angaben zu finden.

Auf Grund der langjährigen Erfahrungen, die in Elektrizitätswerksbetrieben gesammelt sind, hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke ein Buch unter dem Titel „Die Ölbeurteilung“ herausgegeben, das wertvolle Angaben enthält. Dieses Buch ist eine Betriebsanweisung für die Prüfung, Überwachung und Pflege der Isolier- und Dampfturbinenöle und enthält außerordentlich wertvolle allgemeine Angaben über Transformatoröle, Prüfverfahren für solche, Angaben bezüglich ihrer Überwachung im Betriebe und bezüglich der Behandlung der Öle. Am Schluß ist ein wertvolles Verzeichnis der Literatur auf diesem Gebiete, soweit sie für den Betriebsmann von Bedeutung ist, aufgenommen. Zu beziehen ist dasselbe von der „Vereinigung der Elektrizitätswerke G. V.“, Berlin W 62. Sein Zweck ist, Angaben über das Verhalten der Öle im Betriebe zu machen und Anweisungen zur Bestimmung des Zustandes und der Verwendbarkeitsgrenze der im Gebrauch befindlichen Öle zu geben,

<sup>1</sup> Elektrizitätswirtschaft 1927, S. 311; ETZ 1927, S. 39.

<sup>2</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1922, S. 1165; 1927, S. 506; El. Be. 1924, S. 172; Kalender für Elektrotechniker 1927/28, S. 408. Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1924, Nr. 372.

<sup>3</sup> ETZ 1922, S. 692; 1924, S. 376; 1925, S. 1518; 1926, S. 945; 1927, S. 550; 1930, S. 1310. „Der elektrische Betrieb“ 1925, S. 2 und 215; 1926, S. 15. Sonderhefte der Vereinigung der Elektrizitätswerke vom Oktober 1924 und vom April 1926. „Die Elektrizitätswirtschaft“ 1926, Nr. 406 und 1927, Nr. 437. Festschrift der ETZ zur XXIX. Jahresversammlung des VDE 1923, S. 29. Sonderheft der ETZ zur Leipziger Frühjahrsmesse 1924, S. 16.

während die vorerwähnten Vorschriften des VDE sich im wesentlichen mit den Eigenschaften der Öle, die eine Beurteilung ihrer Eignung im neuen oder angelieferten Zustande gestatten, beschäftigen.

Für die Durchführung von Prüfungen an Ölen werden von mehreren Firmen besondere Prüfapparate hergestellt, über die ein Bezugsquellenverzeichnis Auskunft gibt, das vorstehend erwähntem Buche beigelegt ist.

### Apparate.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Der VDE hat schon im Jahre 1920 eine Einrichtung geschaffen, wodurch die elektrischen Starkstromapparate daraufhin geprüft werden können, ob sie den vom Verband aufgestellten Vorschriften, Regeln, Leitfäden oder Normen entsprechen und somit die notwendige Sicherheit in der Benutzung erwarten lassen können. Dies ist die „Prüfstelle des VDE“, die den Herstellern der geprüften und als zuverlässig befundenen Typen ein dem VDE geschütztes Zeichen verleiht. Näheres darüber siehe S. 33 dieses Buches und im Teil III desselben unter B.

Bei Drehstromanlagen von 380 V Außenspannung mit geerdetem Nullleiter und bei Dreileiteranlagen mit  $2 \times 220$  V wird öfter der Fehler gemacht, daß bei Nachinstallationen oder bei Ersatz schadhafte gewordenen Apparate solche für 250 V Nennspannung an 380 bzw. 440 V angeschlossen werden. Diese Anwendung der Apparate für 250 V ist falsch, weil die Betriebsspannung, welcher der Apparat ausgesetzt ist, in diesem Falle 380 bzw. 440 V beträgt.

Das für die Isolierung und Funkenlöschung bei Apparaten verwendete Öl muß den Vorschriften des VDE über Transformatoren- und Schalteröle entsprechen. Näheres darüber ist vorstehend ausgeführt.

Wenn bei Apparaten die Neueinstellung z. B. des Auslösestroms, der Auslösezeit usw. notwendig wird, so soll dies in der Regel nicht in eingeschaltetem Zustande erfolgen. Da bei Apparaten, namentlich bei solchen für hohe Spannung, heute in großem Umfange Öl verwendet wird, sind geeignete Maßnahmen betr. Feuerchutz zu beachten. Näheres darüber ist aus dem zu § 4 Gesagten zu entnehmen.

Soweit Temperaturmessungen nicht mit dem Thermometer ausführbar sind, können für Betriebszwecke oft andere Mittel, wie Schmelzperlen, Lackanstrich usw., verwendet werden. Einzelheiten siehe S. 138 dieses Buches.

Anlagen mit Spannungen von 1000 V und darüber müssen nach § 16 der VES 2 mit Überspannungsschutzeinrichtungen versehen sein. Bei älteren Anlagen werden solche aber oft nicht in ausreichendem Maße

vorhanden sein, so daß sie den Bedürfnissen entsprechend noch einzubauen sind. Hierbei ist zu beachten, daß sie so aufgestellt werden, daß nicht durch Ort und Art ihrer Aufstellung eine unzulässige Herabsetzung ihres Schutzwertes oder gar eine Gefährdung des Betriebes, der Bedienung und der Umgebung hervorgerufen wird. So ist z. B. bei Aufstellung von Widerstandsableitern mit Funkenstrecken in Gebäuden auf die Lichtbogenbildung, im Freien auf Schutz der Funkenstrecken gegen Einwirkungen der Atmosphäre und auf Schutz der Umgebung gegen die Bewegung des Lichtbogens bei Wind besonders zu achten.

Die nachstehend unter a) bis c) aufgeführten Schutzvorrichtungen werden empfohlen für Anlagen, die nicht nach den REB, REM und RET sprungwellensicher gebaut sind, oder wenn in besonderen Fällen die sprungwellensichere Bauart nicht ausreichend erscheint.

a) Drosselspule ohne Eisenkern. Sie schützt gegen Sprungwellen durch das Zusammenwirken ihrer Induktivität mit der Erdkapazität des Transformators und der zwischen ihm und der Drossel liegenden Leiterteile. Je größer diese Induktivität und Kapazität sind, um so besser ist die Schutzwirkung. Die Induktivität der Drosselspule ohne Eisenkern muß mindestens die folgenden Werte haben:

Nennstrom A	Nennspannung in kV			
	3...15	35	60	100
2	15 mH	20 mH	—	—
4	10 „	15 „	—	—
6	10 „	15 „	—	—
10	10 „	15 „	20 mH	30 mH
25	5 „	5 „	10 „	15 „

b) Zwischenkabel. Die Kabel werden, besonders bei hohen Stromstärken, an Stelle der Drosseln angewendet. Sie verringern einfallende Sprungwellen; ihre Wirkung hängt nicht von der Erdkapazität und Induktivität des geschützten Transformators ab. Die Zwischenkabel sollen 10...50 m lang sein; ihre Armaturen sind für die doppelte Betriebsspannung zu bemessen.

c) Kondensator. Von einigen Sonderfällen abgesehen (Unterbrechung-Überspannungen, Oberschwingungen und Verstimmung örtlicher Schwingungskreise) bietet der Kondensator Schutz gegen:

1. Sprung- oder Wanderwellen und Wanderwellenschwingungen beliebiger Herkunft,
2. atmosphärische Überspannungen.

Zu 1. Für den ausschließlichen Sprungwellenschutz von Transformatoren und Generatoren genügt eine Kapazität von 0,01...0,02  $\mu\text{F}$  je Leiter, in Verbindung mit Drosselspulen von etwa 0,4...0,1 mH je Leiter. Zweckmäßigste Schaltung: Leitung—Drosselspule—Kondensatorabzweig—geschützter Apparat.

Zu 2. Der Gewitterüberspannungsschutz erfordert größere Kapazitäten. Gute Erfahrungen sind mit folgenden Werten gemacht worden:

Schutzkapazität je Leiter für jede Freileitung:

0,06...0,08  $\mu\text{F}$  bei 10 kV

0,04...0,06 „ „ 20 „

0,03...0,04 „ „ 50 „ .

Schaltungen des Gewitterüberspannungsschutzes:

a) Die Kondensatoren werden unmittelbar an die abgehenden Freileitungen angeschlossen.

β) Die Kondensatoren werden zusammengefaßt und an die Sammelschiene für die abgehenden Freileitungen gelegt. Zwischen dieser und der Schiene der Transformator- oder Generatorenanschlüsse wird eine Drosselspule mit 0,1 ... 1 mH angeordnet.

Die Erdungsleitung der Kondensatoren soll möglichst kurz und ohne Knicke geführt sein.

Ortliche, durch die Kondensatoren verursachte Schwingungen werden durch Widerstände unterdrückt, die in Reihe mit den Kondensatoren liegen und je 1000 Ω für 0,01 μF betragen, d. h. z. B. bei

$$0,05 \mu\text{F} = \frac{1000}{5} = 200 \Omega.$$

Zum Schalten von Kondensatorbatterien dienen Trennschalter mit Vorkontakten, Schutzwiderständen und Erdungskontakten.

d) Überspannungsableiter mit Funkenstrecke. Sie führen Überspannungen aller Art über einen Dämpfungswiderstand nach Erde ab. Aus theoretischen Erwägungen würden sich für solche Widerstände je nach Lage des Falles Werte in der Größenordnung des 0,5- ... 2fachen Wellenwiderstandes der angeschlossenen Leitung (Näheres siehe Rüdenberg: „Elektrische Schaltvorgänge“, S. 360, 373 und 376) ergeben. Je höher die Betriebsspannung liegt, desto schwerer ist dieser Wert wegen der Höhe der beim Ansprechen auftretenden Stromstärken praktisch zu erreichen. Anzustreben ist, die Widerstände der theoretischen Forderung möglichst anzupassen und die Schwierigkeiten, die sich bei höheren Stromstärken ergeben, durch besondere Maßnahmen (z. B. Verkürzung der Einschaltdauer) zu überwinden. Bei Spannungen bis 15 kV läßt sich diese Bedingung mit den normalen Hörnerableitern ohne Schwierigkeiten erfüllen.

Die Widerstände sollen bei Erdschluß der Anlage die volle Betriebsspannung 2 min lang aushalten, ohne dauernde Veränderungen zu erleiden. Die Funkenstrecke ist so einzustellen, daß sie bei dem 1,5- ... 2fachen der verketteten Spannung mit möglichst geringem Ladeverzug anspricht.

Die Ableiter sind am besten unmittelbar bei der Einführungsstelle der Leitung anzuordnen. Die Leitungsführung im Ableiterkreise soll möglichst kurz sein.

In den Leitfäden für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen des VDE, die seit dem 1. Oktober 1925 gelten und ETZ 1925, S. 472, 942 und 1526 veröffentlicht sind, finden sich ausführliche Erklärungen über Ursprung und Verlauf der Überspannungen infolge von Schaltvorgängen, aussetzendem Erdschluß und atmosphärischen Störungen. Weiter sind darin Maßnahmen zur Verhütung von Überspannungsschäden enthalten.

Nach § 17 der VES2 müssen in Anlagen mit Spannungen von 1000 V und darüber Maßnahmen zum Schutz gegen Gefahren durch Überströme vorgeesehen werden. In älteren Anlagen sind solche oft gar nicht oder nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Schutzmaßnahmen empfehlen sich besonders, wenn die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Überströmen groß ist (z. B. bei Freileitungsnetzen in gewitterreichen Gegenden), ferner wenn im Einzelfall die Gefährdungsauswirkung für Anlage, Bedienung, Umgebung oder Öffentlichkeit groß ist (z. B. Zerstörung besonders wertvoller oder betriebswichtiger Anlageteile, Still-

setzung weitgehend zentralisierter Betriebe, Zusatzgefahren durch die Art der Betriebe oder dergleichen) und schließlich bei Anlagen minderen mechanischen und elektrischen Sicherheitsgrades (z. B. bei technisch veralteten Anlagen).

Überstromschutzeinrichtungen sollen so eingebaut werden, daß ihre mechanische sowie ihre Strom- und Spannungsfestigkeit und ihre sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb wesentlichen Eigenschaften ausreichend gewahrt bleiben. Z. B. soll eine Behinderung des Ansprechens durch Verschmutzung oder Einfrieren sowie durch Feuchtigkeit, Fremdkörperüberbrückung oder Erschütterungen vermieden sein. Anderenfalls sollen Behelfsmaßnahmen (z. B. öfteres Nachprüfen, gegebenenfalls Nachzeichnen) getroffen werden.

Schalter gehören zu den am meisten in Anspruch genommenen Teilen der elektrischen Anlage und unterliegen daher starker Abnutzung. Es ist also hier besonders wichtig, im Betriebe auf die Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes zu achten und bei eventueller Auswechslung nur bestes Material zu verwenden.

Bei Schaltern soll die Einschaltbewegung bei Wechsel- und Gleichstrom schnell erfolgen. Bei Gleichstrom soll auch das Ausschalten schnell vorgenommen werden; bei Wechselstromleistungschaltern, ausgenommen Selbstschaltern, ist dagegen das Ausschalten mit mäßiger Geschwindigkeit zu empfehlen.

Die Einschaltbewegung soll schnell erfolgen, da bei zögerndem Einschalten unter Belastung ein Verschmoren der Kontaktstücke oder Einschaltfeuer eintreten kann. Schnelles Ausschalten bei Gleichstrom vermindert die Größe und Dauer des Ausschaltfeuers. Gleichstromschaltgeräte werden daher meistens mit Momentschaltung versehen, falls nicht induktive Stromkreise vorliegen. Ausschalten mit mäßiger Geschwindigkeit ist bei Wechselstrom dagegen vorteilhafter, weil hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, daß der Ausschaltlichtbogen beim Durchgang des Stromes durch Null verlischt.

In elektrischen Anlagen werden Schaltgeräte unter Umständen monatelang in der Einschaltstellung belassen und dauernd mit ihrem vollen Nennstrom belastet. Die hierbei an den Kontaktstellen auftretende Oxidation bewirkt eine Zunahme des Übergangswiderstandes und damit eine zusätzliche Erwärmung, die z. B. bei Kontaktbürsten die Ursache für ihr Erlahmen bilden kann. Dieses könnte nicht eintreten, wenn das Schaltgerät häufiger ein- und ausgeschaltet würde, wodurch schon eine gewisse Reinigung der Kontaktstellen selbsttätig geschieht und gleichzeitig eine Gelegenheit zum Säubern und Schmieren der Schaltstücke vorhanden wäre. Aus diesen Gründen ist daher zu empfehlen, bei einem derartigen pausenlosen Dauerbetrieb die Geräte bezüglich ihrer Nennstromstärke möglichst reichlich zu wählen.

Leichtes Einfetten der Hauptkontaktflächen mit Vaseline verhindert den Zutritt der Luft und damit die Oxidation der Kontaktflächen. Die Einfettung der Kontaktflächen mit Vaseline vergrößert den Übergangs-

widerstand entgegen einer vielfach verbreiteten irrtümlichen Ansicht nicht oder nur sehr unbedeutend. Die Häufigkeit der Reinigung und Fettung richtet sich nach den Betriebsverhältnissen. In Anlagen, in denen das Schaltgerät den Einwirkungen von Staub, Schmutz, Feuchtigkeit oder chemischen Dämpfen oder Gasen ausgesetzt ist, sollte die Reinigung und Fettung ziemlich häufig, unter Umständen alle 1 bis 2 Monate erfolgen.

Die Schaltgeräte müssen gegen eine durch fremde Wärmequellen verursachte zufällige Erwärmung geschützt werden.

In Betrieben, in denen viele große Schalter zu überwachen sind, ist es empfehlenswert, die vom Oberschlesischen Elektrotechnischen Verein aufgestellten Schalterarten zu benutzen. Näheres darüber siehe S. 146 dieses Buches.

Damit derjenige, der den Betrieb leitet, über die Wirkungsweise der elektromagnetischen Auslösung und der elektrisch betätigten Einschaltvorrichtung bei Schaltgeräten unterrichtet ist, seien hier die Bestimmungen des VDE in §§ 48 und 49 der Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung RES 1928 wiedergegeben.

Elektromagnetische Auslösung muß wie folgt wirken:

1. Überstromauslösung: Geräte mit Überstromauslösung müssen bei unverzügter Auslösung vom 1- bis 2fachen, bei verzögerter Auslösung vom 1,2- bis 2fachen Wert des Auslöfernennstromes einstellbar sein.

Verzögerte Überstromauslösungen müssen, ohne auszulösen, auf die Anfangstellung zurückgehen, wenn innerhalb  $\frac{1}{3}$  der Auslösezeit der Strom auf den Wert des Nennstromes zurückgeht.

Der Auslösestrom darf vom Einstellstrom nicht mehr als  $\pm 7,5\%$  abweichen.

2. Unterstromauslösung: Geräte mit Unterstromauslösung müssen bei höchstens 10% des Auslöfernennstromes auslösen; beim Einschalten müssen sie nach Belastung mit dem Auslöfernennstrom 15% dieses Stromes noch halten, Befestigung an erschütterungsfreier Unterlage vorausgesetzt.

3. Rückstromauslösung: Geräte mit Rückstromauslösung müssen im allgemeinen die Auslösung eines Rückstromes von 10% des Auslöfernennstromes ermöglichen. Nach vorheriger Belastung mit Auslöfernennstrom und bei Nennspannung müssen sie noch halten, wenn kein Strom fließt, Befestigung an erschütterungsfreier Unterlage vorausgesetzt.

4. Spannungsrückgangsauslösung: Geräte mit Spannungsrückgangsauslösung müssen im Einschaltzustand verbleiben und einschaltbar sein, wenn die Spannung 70% der Auslöfernennspannung beträgt; sinkt die Spannung unter 35% der Auslöfernennspannung, so muß die Auslösung erfolgen.

5. Arbeitsstromauslösung: Geräte mit Arbeitsstromauslösung (Nebenschluß- oder Fremdschlußwicklungen) müssen bei 0,5- bis 1,1-facher Auslösernennspannung bzw. Betätigungsspannung richtig auslösen.

Elektrisch betätigte Einschaltvorrichtungen müssen noch bei einer Betätigungsspannung wirken, die von der normalen um  $\pm 10\%$  abweicht.

Elektrisch betätigte Ausschaltvorrichtungen müssen noch bei einer Betätigungsspannung wirken, die von der normalen um  $+10\%$  oder  $-25\%$  abweicht.

Vom VDE sind „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen REH“ aufgestellt worden, die ab 1. Juli 1929 in Kraft und ETZ 1927, S. 816 u. 1089; 1928, S. 769; 1929, S. 242 abgedruckt sind. Sie gelten für Ölchalter, Trennschalter, Stützisolatoren, Durchführungen, Überspannungsschutzgeräte, Schmelzsicherungen, Freiluftgeräte und Ausläuferchalter. Als Nennspannungen sind festgelegt: 1, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80 und 100 kV. Hochspannungsgeräte, für die diese Regeln gelten, mit Ausnahme der Freiluftgeräte, erhalten eine Reihenbezeichnung (1—100). Sie darf nur angebracht werden, wenn alle für die betr. Reihen geltenden Bestimmungen erfüllt sind.

Nach dem Aufstellungsort werden unterschieden Schaltgeräte für:

a) Innenräume:

1. Trockene Innenräume (Betriebsklasse I).

2. Feuchte oder staubige Innenräume (Betriebsklasse II).

b) Aufstellung im Freien.

Bei Betriebsklasse I ist die Reihe der Hochspannungsgeräte entsprechend nachstehender Tabelle zu wählen. Bei Betriebsklasse II wird die nächst höhere Reihe empfohlen.

Tabelle für Reihe und Nennspannung.

Reihe	Nennspannung kV	Reihe	Nennspannung kV
1	1	20	20
3	3	30	30
6	6	45	45
10	6	60	60
10	10	80	80
20	15	100	100

Für Reihenölchalter (abgesehen Ausläuferchalter) gelten bei Drehstrom 50 Herz die nachfolgenden Nennauschaltleistungen:

Reihe 1 . . . . .	20 MVA
„ 3 . . . . .	50 „
„ 6 bis 30 . . . . .	75 „

Bei anderen Stromarten sind die vorstehenden Leistungen nach folgender Tafel zu verkleinern.



Polzahl	Stromart	Frequenz in Herz	Aus Schaltleistung in %
2	Einphasenstrom	50	100
2	„	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	60
1	„	50	50
1	„	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	30

Bei der Auswahl der Schalter ist nicht nur die Aus Schaltleistung, sondern auch die Einschaltfestigkeit zu berücksichtigen. Näheres darüber siehe „Wegweiser“, 2. Auflage, S. 258.

Ausläufer Schalter sind für den Einbau an solchen Stellen bestimmt, in denen keine höhere Dauer kurzschluß-Stromstärke entstehen kann als nachstehende Tafel angibt,

Reihe	kV	Höchster Auslöser-nennstrom in A	Höchste Dauer kurzschlußstromstärke in A	Höchste Nennleistung in kVA
10	6	25	400	250
10	10	25	300	400
20	15	15	250	400
20	20	10	200	350
30	30	6	200	300

und an denen der Stoß kurzschlußstrom den Dauer kurzschlußstrom nicht erheblich übersteigt. Die Schaltstücke von Ausläufer Schaltern sind für mindestens 60 A Nennstrom bemessen.

Zur Verkehrsbezeichnung der Hochspannungsgeräte wird in erster Linie die Reihe, sodann die Stromstärke verwendet.

Jeder Öl schalter muß ein Schild mit der Angabe der Reihe, der Nennstromstärke in A, der Nennspannung in kV, der Nennaus Schaltleistung in kVA, der Nennfrequenz in Herz, des Hersteller- oder Ursprungszeichens und der Fabrikationsnummer tragen.

Bei Öl schaltern muß das Öl öfters abgelassen werden. Damit das im Betriebe leicht geschehen kann, ist vorgeschrieben, daß sie Einrichtungen zum Ablassen des Öles haben müssen, wenn das Gewicht des Ölbehälters einschließlich Öl größer ist als 30 kg. Bei Ölkesseln mit mehr als 500 kg Fassungsvermögen muß die Ablass einrichtung eine vollkommene Entleerung der Kessel ermöglichen. Die Öl schalter sind ferner mit einer Einrichtung zu versehen, die das Vorhandensein des ordnungsmäßigen Ölstandes erkennen läßt; außerdem muß die Schalterstellung und Einschalt richtung, erstere auch von der Rückseite aus, erkennbar sein. Bei Öl schaltern für mehr als 1000 A sind in die Zuleitungen elastische Glieder eingebaut, welche eine mechanische Beanspruchung der Bolzen oder Schienen der Öl schalter durch die Zuleitungen verhindern.

Die Primärauslösungen sind zwischen dem 1,4- bis 2fachen Nennstrom einstellbar; für den Einstellstrom und die Einstellzeit ist eine Anzeige vorrichtung vorhanden. Der Auslösefehler beträgt nicht mehr als  $\pm 7,5\%$ .

Die einstellbaren Auslösezeiten bei unabhängigen und die einstellbaren Grenzzeiten bei begrenzt abhängigen Auslösungen halten bei Auslösezeiten bis zu 8 s diese mit einem Spiel von  $\pm 0,5$  s, bei Auslösezeiten von mehr als 8 s mit einem Spiel von  $\pm 1$  s ein. Primärauslöser mit Verzögerung der Auslösung gehen ohne auszulösen in die Anfangsstellung zurück, wenn innerhalb zweier Drittel der Auslösezeit der Strom auf den Wert des Nennstromes zurückgeht.

Bei Sekundärrelais ist für den Einstellstrom und die Einstellzeit eine Anzeigevorrichtung vorhanden. Der Auslösefehler beträgt nicht mehr als 5% des Einstellstromes; die einstellbaren Auslösezeiten bei unabhängigen und die einstellbaren Grenzzeiten bei begrenzt abhängigen Auslösungen werden mit einem Spiel von  $\pm 0,4$  s eingehalten. Sekundärrelais mit Verzögerung der Auslösung gehen ohne auszulösen in die Anfangsstellung zurück, wenn innerhalb zweier Drittel der Auslösezeit der Strom auf 75% des Einstellstromes zurückgeht.

Elektrisch betätigte Einschaltvorrichtungen wirken noch bei einer Betätigungsspannung, die von ihrem Nennwert um + 10 oder — 15% abweicht.

Auslöser für Fernbetätigung wirken noch bei einer Betätigungsspannung, die von der Auslösenennspannung um + 10 und — 25% abweicht.

Auslöser mit Spannungsrückgangs-Auslösung verbleiben im Einschaltzustand, wenn die Spannung auf 60% der Auslöser-Nennspannung zurückgeht. Sinkt die Spannung unter 35%, so erfolgt die Auslösung.

Hier ist ein Unterschied gegenüber den Regeln für elektrische Schaltergeräte festzustellen, bei denen ein Arbeiten bei 70% der Auslösernennspannung zulässig ist, während hier das Arbeiten erst erfolgen darf, wenn die Spannung auf 60% der Auslösernennspannung gesunken ist. Der Zweck ist eine Verhinderung des Außertrittfallens von Synchronmotoren durch plötzliche Spannungstöße, wie sie z. B. bei einem Kurzschluß in einem anderen Teile des Netzes auftreten.

Reicht die hier vorgeschriebene Unempfindlichkeit nicht aus, so empfiehlt sich die Anwendung einer Verzögerung, die die genannten kurzzeitigen Stöße unwirksam macht und ein Ausschalten erst dann zuläßt, wenn die Spannungsenkung einige Sekunden angehalten hat. Eine derartige Verzögerung ist aber nicht genormt, sondern muß besonders vereinbart werden.

Der Bereich zwischen 60 und 35% der Auslösernennspannung ist Toleranzbereich. Man kann also nur sagen, daß die Auslöser bei 60% halten und bei 35% nicht halten. Bei welchem Wert innerhalb dieser Bereiche sie loslassen, ist nicht vorgeschrieben.

Bei der Wartung der Ölalter ist stets darauf zu achten, daß sie vorschriftsmäßig bis zur Marke mit Öl gefüllt sind. Das Öl muß vor dem Einfüllen gereinigt und getrocknet sein (vgl. das vorstehend über Transformator- und Schalteröle Gesagte). Das Öl muß in angemessenen

Zeitabständen auf Schlammabildung untersucht und gegebenenfalls gereinigt werden, besonders ist bei häufigen Ausschaltungen größerer Leistungen darauf zu achten. Nach einem größeren Kurzschluß sollte das Öl immer untersucht und gegebenenfalls ausgewechselt werden.

Ölschalter mit Handeinschaltung sind stets schnell bis in die Endstellung einzuschalten. Bei Schaltern mit Handeinschaltung und selbsttätiger Auslösung ist ein Verweilen in einer Zwischenstellung unzulässig, weil die freie Auslösung unter Umständen erst in der Endstellung wirkt. Besonders wichtig ist es, darauf zu achten, daß langsames Einschalten oder Festhalten vor der Endstellung bei Schutzschaltern mit Vorschaltwiderstand nicht vorkommt, weil der Widerstand dadurch zu lange eingeschaltet bleiben könnte.

Metallene Schaltstücke in Luft, an denen unter Leistung ein- oder ausgeschaltet wird, sind in angemessenen Zeitabständen zu säubern und von Schmelzperlen zu befreien. Besonders nach einem Kurzschluß ist es notwendig, die Kontakte nachzuprüfen.

Sind an Hochspannungsgeräten Signalvorrichtungen vorhanden, so sind diese auch stets darauf zu prüfen, ob sie in Ordnung sind.

Viele Störungen an Ölschaltern sind auf allmählich sich ausbildende Kriechwege, die infolge Schlammablagerung entstehen, zurückzuführen. Die Apparate sind deswegen daraufhin zeitweilig zu untersuchen<sup>1</sup>.

Wichtig ist auch, darauf zu achten, daß bei Ölschaltern alle Pole genau gleichzeitig schalten. Das kann in einfacher Weise dadurch festgestellt werden, daß provisorische Glühlampen, und zwar in jeder Phase eine, angebracht werden, die an einer entsprechenden Hilfsspannung liegen. Wird die Schaltbewegung dann ganz langsam ausgeführt, so müssen, wenn der Apparat in Ordnung ist, alle Lampen gleichzeitig aufleuchten bzw. erlöschen. Selbstverständlich muß der zu untersuchende Apparat vorher vollkommen von der Anlage abgeschaltet sein.

Ölschalterzellen und Schlauffanggruben sind vielfach aus Beton hergestellt. Dieses Material kann durch Öl leicht Schaden leiden. Es ist deswegen wichtig, solche Betonkonstruktionen durch geeigneten Anstrich vor Zerstörung zu schützen.

Die Relais sind ständig daraufhin zu untersuchen, ob sie noch in Ordnung sind, ob sie sich klemmen oder sich eventuell rost angelegt hat. In letzterem Falle muß durch Einfetten der betreffenden Teile eine weitere Rostbildung verhindert werden. Relais mit Ruhkontakten können bei Kurzschluß leiden oder zusammenbrennen. Die Relaiseinstellung muß von Zeit zu Zeit kontrolliert werden<sup>2</sup>. Insbesondere ist auch auf die Genauigkeit der Zeiteinstellung zu achten, weil sonst leicht Fehlauslösungen eintreten können. Daß einwandfreie Arbeiten von Relais wird oft durch mechanische Mängel beeinträchtigt. Es müssen deswegen besonders die

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe auch ETZ 1926, S. 183.

<sup>2</sup> Näheres darüber siehe ETZ 1922, S. 1165; 1927, S. 847. „Der elektrische Betrieb“ 1925, S. 309; Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1925, Nr. 390, S. 353.

Relais sauber gehalten werden, damit eine Verschmutzung ausgeschlossen ist. Am zweckmäßigsten ist es, Relais so gegen Staub zu schützen, daß sie möglichst wenig leiden.

Um das richtige Arbeiten der Relais zu kontrollieren, empfiehlt es sich, Schalter usw. soweit möglich nicht von Hand zu betätigen, sondern mittels der zugehörigen Relais.

Hörnerableiter müssen durch genügend oft vorgenommene Reinigung vor Verstaubung geschützt werden. Schmelzperlen sind zu beseitigen, namentlich an der Überschlagstelle. Nach vorgenommenen Arbeiten an den Hörnerableitern müssen die Schlagweiten wieder nachgeprüft werden. Nach den Zeitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannung sind die Funkenstrecken so einzustellen, daß sie bei dem 1,5- bis 2fachen der verketteten Spannung ansprechen. Hörnerableiter sind vor Zugluft zu schützen. Um feststellen zu können, ob die Hörnerableiter arbeiten, und wie oft, empfiehlt sich die Anbringung kleiner Fähnchen aus Papier an den Hörnern, die durch den aufsteigenden Lichtbogen verkohlt werden. Zuweilen werden auch besondere Zählwerke angebracht, um feststellen zu können, wie oft die Überspannungseinrichtung gearbeitet hat, um dadurch ein Bild über die Beanspruchung der Anlage durch Spannungserhöhungen zu erhalten. Ein andauerndes Arbeiten einer Überspannungsschutzvorrichtung weist auf Unregelmäßigkeiten im Netz und dadurch hervorgerufene Überspannungen hin, deren Ursache alsdann sofort zu ermitteln und zu beseitigen ist. Außer den Hörnerableitern müssen auch die zu ihnen gehörigen Widerstände regelmäßig kontrolliert werden. Das Ergebnis dieser Kontrolle ist zweckmäßig im Betriebsbuch zu vermerken.

Anlasser und Widerstände der verschiedensten Art sind in feuergefährlichen Betriebsstätten und Lagerräumen von entzündlichen Stoffen freizuhalten; in explosionsgefährlichen Betriebsstätten und Lagerräumen dürfen Widerstände nur insoweit verwendet werden, als sie für die besonderen Verhältnisse explosionsgeschützt gebaut oder aufgestellt sind.

Die Anlasser und Steuergeräte arbeiten nach den Bestimmungen des VDE noch einwandfrei, wenn die Betätigungsspannung vom Nennwert um  $\pm 10\%$  abweicht. Bezüglich selbsttätiger Auslösungseinrichtungen ist festgelegt, daß Spannungsrückgangsauslösung zur Auslösung des Gerätes führt, wenn die Spannung auf 35% des Nennwertes zurückgeht. Bei 70% des Nennwertes erfolgt keine Auslösung.

Anlasser und ähnliche Steuerapparate müssen häufig gereinigt und die Kontakte von entstandenen Brandperlen befreit werden. Namentlich ist darauf zu achten, daß die Zwischenräume zwischen den Kontakten gut gereinigt und eventuell mit einem Blasebalg ausgeblasen werden. Bei Steuerchaltern (Kontroller) mit Kontaktfingern ist festzustellen, ob diese richtig anliegen, gegebenenfalls sind die Kontaktfinger nachzustellen.

Flüssigkeitsanlasser sollten nur in frostfreien Räumen verwendet werden. Der Widerstand der Flüssigkeit hängt von der aufgelösten Menge

Soda ab. Es muß also die Konzentration der Sodablösung von Zeit zu Zeit kontrolliert werden. Verdunstetes Wasser ist durch Nachfüllen zu ersetzen. Die Metallkontakte sind, wie vorstehend schon erwähnt, dauernd sauber zu halten, von Schmelzperlen zu befreien und schwach einzufetten.

In Betrieben, in denen viele Anlasser zu überwachen sind, ist es empfehlenswert, die vom Oberschlesischen Elektrotechnischen Verein aufgestellten Anlasserkarten zu benutzen. Über diese Karten ist Genaueres in dem Abschnitt über Maschinen auf Seite 146 auseinandergesetzt, so daß darauf verwiesen sein möge.

Als normale Regelgenauigkeit von Spannungsreglern gelten folgende Abweichungen von der Nennspannung:

	bis 100 kW	über 100 kW
Für Gleichstrom-Nebenflußgeneratoren . . . . .	± 2%	± 1%
Für Wechselstromgeneratoren mit Regelung in der Haupterregung . . . . .	± 2%	± 1%
Für Wechselstromgeneratoren mit Regelung im Feld der Erregermaschine:		
bei Selbsterregung der Erregermaschine . . . . .	± 3%	± 2%
bei Fremderregung der Erregermaschine . . . . .	± 2%	± 1%

Bei Selbstreglern gelten diese Werte nur für die Einstellung nach Beendigung des Regelvorganges.

Leitungen sind nach § 14 der VES1 durch Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) zu schützen.

Schmelzsicherungen müssen für Stromstärken von 6 bis 60 A einschließlich in Anlagen mit Betriebsspannungen bis 500 V so beschaffen sein, daß die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken durch ihre Bauart ausgeschlossen ist (eine Ausnahme hiervon wird nur in Betriebsräumen gemacht). Für die gleichen Stromstärken dürfen ferner nur Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz verwendet werden.

Die geringste zulässige Nennspannung für Sicherungen ist 500 V, mit Ausnahme von Sicherungen für Steckdosen nach DIN VDE 9402, für die 250 V zulässig sind.

Normale Nennstromstärken für Sicherungsdodel sind:

25    60    100    200 A.

Normale Nennspannungen für Sicherungsdodel sind:

500 (gilt nicht für 550 V) 750 V.

Normale Nennstromstärken für geschlossene Schmelzeinsätze sind:

6    10    15    20    25;    35    60;  
80    100;    125    160    200 A.

Normale Nennspannungen für geschlossene Schmelzeinlässe sind:

500      750 V.

Normale Nennstromstärken für Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402:

2      4      6 A.

Die Sicherungstöpsel sind gemäß DIN VDE 9360 mit folgenden Kennfarben versehen:

6 A . . . . .	grün
10 A . . . . .	rot
15 A . . . . .	grau
20 A . . . . .	blau
25 A . . . . .	gelb

Nach § 14 der Errichtungsvorschriften sind geflickte Sicherungstöpsel verboten. Zu dieser Vorschrift ist der VDE nach sehr eingehenden Beratungen und Überlegungen gekommen, weil außerordentlich viele Schwierigkeiten im Betriebe durch solche geflickte Sicherungstöpsel entstanden sind. Bei der hohen Bedeutung, die die Schmelzsicherungen in elektrischen Anlagen besitzen, hielt es der Verband für notwendig, zur Aufklärung der beteiligten Kreise eingehende Versuche über den Wert reparierter Sicherungen anzustellen. Dabei ergab sich, daß ein warnender Hinweis allein nicht genügte, denn der Unterschied zwischen unsachgemäßen und sachgemäßen Reparaturen ist nicht immer einfach auf den ersten Blick festzustellen. Deshalb ist der grundsätzliche Ausschluß geflickter Stöpsel der einzig gangbare Weg gewesen.

Vom technischen Standpunkte aus betrachtet, sind geflickte Stöpsel nicht nur wertlos, sondern bedeuten geradezu eine Gefahrenquelle für die Anlage. Deswegen hat der Verband auch im Jahre 1924<sup>1</sup> folgendes veröffentlicht:

„Die Prüfstelle des Verbandes deutscher Elektrotechniker ist nach zahlreichen Versuchen mit reparierten Sicherungstöpseln (geflickten Stöpseln) und eingehenden Beratungen über die Möglichkeiten einer sachgemäßen Reparatur zu der Überzeugung gelangt, daß eine solche Wiederherstellung unter Verwertung der alten Porzellan- und Metallteile keine Preisvorteile bieten kann. Die wiedergewonnenen Materialwerte sind nicht größer als die zur Wiedergewinnung aufzuwendenden Arbeitslöhne, und da der Wiederaufbau keine weitere Ersparnis gestattet, wird das Fabrikat nicht billiger, aber unansehnlicher als eine neue Patrone. Die Reparatur von Patronen kann somit nur unter Vernachlässigung des unbedingt notwendigen Aufbaues Vorteile bringen, dies aber zum Nachteil der Verbraucher, weil solche Sicherungstöpsel nicht als Sicherung, sondern als Gefahrenquelle anzusehen sind.

Wir erblicken hiernach in der Reparatur von Sicherungspatronen (Stöpselflickereien) ein die Elektrotechnik und ihre Anhänger schädigendes Vorgehen und haben uns in deren Interesse entschlossen, Anpreisungen dieser Art künftig in unserer Zeitschrift keinen Raum mehr zu geben.“

<sup>1</sup> ETZ S. 436, El. Be. S. 92.

Man erzieht aus Vorstehendem, daß auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus solche geflickten Sicherungstöpsel nicht als zweckmäßig bezeichnet werden können. Eine wirklich sachgemäße Reparatur würde soviel kosten wie ein neuer Stöpsel, und unsachgemäße Reparaturen sind schädlich. Ein durchgebrannter Stöpsel muß also unbedingt gegen einen neuen einwandfreien ausgewechselt werden, was ja namentlich bei dem zweiteiligen D.-Stöpsel schon insofern vorteilhaft geschehen kann, weil bei diesem nur die Patrone ersetzt zu werden braucht, während der Kopf weiter verwendet wird.

Bei dem Ersatz von Schmelzsicherungen ist es wesentlich, darauf zu achten, daß nur gutes Fabrikat verwendet wird. Daß nicht alle am Markt befindlichen geschlossenen Schmelzeinsätze gleichwertig sind, geht aus nachstehender Veröffentlichung von Oberbaurat Paulus, des Vorstandes des Elektrischen Prüfamtes, München (Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1921 Nr. 298) hervor.

„Von 100 zur Prüfung eingelieferten Schmelzeinsätzen verschiedener Firmen konnten nur 30 als gut, dagegen mußten 70 als gänzlich unzureichend erkannt werden. Auch jetzt entsprechen nur die schon von früher her als bewährt bekannten Bauarten der ersten Hersteller in der wieder gangbaren Friedensaussführung den Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker in ausreichendem Maße. Die meisten jetzigen Ausführungen hielten nicht einmal bei Prüfungen mit geringerer als der angegebenen Spannung stand. Aus allem ergibt sich die recht wenig erfreuliche Tatsache, daß sich viele Stöpsel selbst unter den gemilderten Prüfungen als unzureichend erweisen, und daß demnach selbst Stöpsel von 6 Ampere schon als unbedingt feuergefährlich zu erachten sind.“

Es sei noch darauf hingewiesen, daß zu stark bemessene Patronen die angeschlossenen Leitungen und Apparate gefährden. Zu schwach bemessene führen einen unnötig großen Verbrauch an Patronen herbei und bewirken eine Unsicherheit in der Betriebsführung.

Gewarnt sei ferner vor der Überbrückung von Sicherungen, die zur Schädigung der Anlage und Feuergefahr führen kann. Das Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft schreibt deswegen besonders vor, daß niemals eine Sicherung durch Draht oder Metallteile überbrückt werden darf. Dieses bedeutet eine hohe Gefahr für die Anlage und ist strafbar. Bei mehrmaligem Durchbrennen der Sicherungen eines Stromkreises muß dieser durch Fachleute nachgeprüft werden. Dieser für landwirtschaftliche Anlagen besonders gegebene Hinweis ist natürlich für alle anderen Anlagen ebenso von Bedeutung, wie auch die weitere Vorschrift des genannten Merkblattes, daß nur die vorgeschriebenen Sicherungen verwendet werden dürfen und für diese stets einige Ersatzstücke von der richtigen Sorte vorrätig gehalten werden sollen. Welches die richtige Sicherung ist, muß unter Umständen von dem Fachmann erfragt werden.

Über geflickte, überbrückte usw. Sicherungen ist Näheres aus ETZ 1908, S. 829; 1909, S. 709; 1913, S. 416; 1923, S. 356; 1926, S. 396 zu ersehen.

Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Verwendung sachgemäßer Sicherungen und die Folgen unsachgemäßer sind verschiedentlich Polizeivorschriften erlassen worden<sup>1</sup>. Eine von der Regierung in Frankfurt a. D. am 19. Juli 1926 erlassene Polizeiverordnung enthält im wesentlichen folgendes: Es ist verboten zum Schutze der elektrischen Licht- und Kraftstromleitungen Sicherungen oder Selbstschalter zu verwenden oder verwenden zu lassen, die nicht den Vorschriften des VDE entsprechen; und es ist ferner verboten, Schmelzeinsätze von Sicherungen durch behelfsmäßige Mittel, wie Drähte, Nägel, Schraubenzieher, Stanniol u. dgl., zu ersetzen.

Der Preussische Minister für Handel und Gewerbe hat im Jahre 1930 an die Regierungspräsidenten und den Polizeipräsidenten von Berlin folgenden Erlaß gerichtet:

„Durch mehrere Berichte bin ich darauf aufmerksam gemacht worden, daß in gewerblichen Anlagen Schmelzsicherungen Verwendung finden, die nicht den Bestimmungen unter § 14 der Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V (VES 1/1930), des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V., insbesondere nicht den Bestimmungen unter Ziff. d und f a. a. D. entsprechen.

Ich sehe zunächst davon ab, die in Frage kommenden, den Anforderungen nicht genügenden Ausführungen unter Angabe des Herstellers bekanntzugeben, da letztere nach den gemachten Feststellungen vermutlich auch auf Grund von Beanstandungen in kurzen zeitlichen Zwischenräumen die Sicherungen in ihrer Ausführung abändern. Infolgedessen kann nicht immer die Gewähr dafür übernommen werden, daß die etwa von mir angegebenen Ausführungsarten auch tatsächlich zur Zeit meiner Bekanntgabe noch hergestellt und vertrieben werden. Um unerwünschte Auswirkungen dahingehender allgemeiner Anweisungen zu vermeiden, muß es daher zunächst sein Bewenden behalten, daß die Gewerbeaufsichtsbeamten den Austausch etwa angetroffener unvorschriftsmäßiger Sicherungen gegen vorschriftsmäßige anordnen, und daß sie insbesondere auch ihr Augenmerk auf Betriebe richten, die sich mit der Herstellung von Sicherungen befassen und diese Stellen erforderlichenfalls auf die Vorschriften des VDE verweisen. Sofern Unklarheit darüber besteht, ob die Schmelzsicherungen den Vorschriften a. a. D. genügen und auch im Benehmen mit den auf diesem Gebiete tätigen örtlichen Stellen (Dampfkesselüberwachungsvereinen, Elektrizitätswerken und elektrotechnischen Vereinen) die Angelegenheit nicht restlos geklärt werden kann, ist mir unter Beifügung von Skizzen oder von Mustern der fraglichen Stücke zu berichten. Ich werde sodann im Benehmen mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker die weiteren Feststellungen treffen und gegebenenfalls entsprechende Anweisung geben.“

Der Unfug des Überbrückens bzw. Fließens von Sicherungen kann auch durch Verwendung von Installations-Selbstschaltern bekämpft werden. Das gilt namentlich für solche Anlagen, in denen Überlastung und Kurzschlüsse häufig vorkommen. Diese kleinen Selbstschalter werden in zweierlei Formen hergestellt, und zwar als Stöpsel selbstschalter, die sich ohne weiteres in vorhandene Schmelzsicherungssockel einschrauben lassen, und als Sockel selbstschalter mit eigener Grundplatte. Über die vom VDE für Installations-Selbstschalter gemachten Angaben ist Näheres zu ersehen aus ETZ 1924, S. 814; 1925, S. 790 und 1709; 1926, S. 1114, 1211

<sup>1</sup> Näheres ist aus ETZ 1925, S. 1203 und 1451 zu ersehen.



und 1245; 1927, S. 376, 519 und 895; 1929, S. 405, 731 und 1135; Elektrizitätswirtschaft 1927, S. 536. Das Prüfzeichen wird für diesen Installations-Selbstschalter zunächst noch nicht erteilt. Laut Beschluß der Kommission für Installationsmaterial<sup>1</sup> ist aber die Begutachtungsprüfung durch das Elektrische Prüfamt München auf Grund der vom VDE aufgestellten Zeitsätze als gleichwertig zu erachten.

Installations-Selbstschalter, kurz „F. S.-Schalter“ genannt, können nach Beseitigung der Überlastung wieder eingeschaltet werden. Da hierdurch der bei Schmelzsicherungen nötige Neuerwerb erspart und deshalb die bei fehlendem Vorrat an Ersatzstücken meist eintretenden Anstände vermieden bleiben, erhalten F. S.-Schalter an Stellen, wo mit häufiger Überlastung zu rechnen ist, den Vorzug gegenüber Schmelzsicherungen.

Eine lang dauernde Brauchbarkeit trotz vielmaliger Beanspruchung der beweglichen Schalteile von F. S.-Schaltern bedingt außerordentliche Sorgfalt bei Anfertigung und Zusammenbau sowie eine eingehende Überwachung und Prüfung dieser Erzeugnisse. Als Grundlage hierfür sollen bis auf weiteres die Zeitsätze dienen, die vom VDE aufgestellt und ETZ 1929, S. 731 abgedruckt sind. Genormte Nennspannungen für F. S.-Schalter sind 250, 380 und 500 V und die genormten Nennstromstärken (2, 4,) 6, 10 und 15 A für alle, ferner noch 20 und 25 A für Sockel-F. S.-Schalter. Über die betriebswirtschaftliche Bedeutung der F. S.-Schalter siehe ETZ 1929, S. 293.

Nach den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung RES“ gelten folgende normale Spannungen: Gleichstrom 250, 500, 550 und 750 V; Wechselstrom 250 und 500 V. Die normalen Nennströme bei Streifenicherungen sind folgende:

Nennstrom des Sicherungskörpers und der Sicherungsbrücke A	60	100	200	350	600	1000
	6	60	100	200	350	600
Nennstrom des Schmelzeinsatzes	10	80	125	225	430	700
	15	100	160	260	500	850
	20	—	200	300	600	1000
	25	—	—	350	—	—
	35	—	—	—	—	—
	60	—	—	—	—	—

Für denjenigen, der den Betrieb überwacht, ist es wichtig, die Abschmelzstromstärken der Sicherungen zu kennen. Diese sind für Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz vom VDE in den Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial wie folgt festgelegt.

<sup>1</sup> ETZ 1924, S. 1389.

Nennstrom A	Kleinster Prüfstrom	Größter Prüfstrom
6 bis 10	1,5 × Nennstrom	2,10 × Nennstrom
15 „ 25	1,4 × Nennstrom	1,75 × Nennstrom
35 „ 200	1,3 × Nennstrom	1,60 × Nennstrom

Den kleinsten Prüfstrom müssen die Sicherungen bis 60 A mindestens 1 h, die bis 200 A mindestens 2 h aushalten; mit dem größten Prüfstrom belastet, müssen sie innerhalb der gleichen Zeit abschmelzen.

Für offene Schmelzsicherungen sind Angaben darüber in den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung RES 1928“ enthalten. Danach müssen die Schmelzsicherungen in einer Stunde durchschmelzen beim 1,8fachen Nennstrom; sie dürfen in einer Stunde nicht durchschmelzen beim 1,6fachen Nennstrom.

Bei geschlossenen Schmelzeinsätzen für Stromstärken über 60 A und auch bei Streifensicherungen sehr hoher Stromstärke verursachen die Kontakte insofern leicht Schwierigkeiten, als infolge von Oxidationserscheinungen beträchtliche Erwärmungen entstehen können. Durch ordnungsmäßige Wartung sowie durch Anziehen der Sicherungen muß dafür gesorgt werden, daß der Kontakt dauernd gut ist.

Steckvorrichtungen gehören zu den am stärksten benutzten Teilen der elektrischen Anlage und unterliegen daher starker Abnutzung. Es ist also hier besonders wichtig, bestes Material zu verwenden.

Normale Nennstromstärken sind: 10, 25, 60 A; für Stecker zur Verwendung in vorhandenen Steckdosen auch 6 A.

Normale Nennspannungen sind: 250, 500 (gilt auch für 550 V), 750, bei Drehstrom auch 380 V.

Für Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt gelten besondere, vom VDE aufgestellte „Leitsätze für 2polige Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt (Dosensteckvorrichtungen 250 V, 10 A) für Erdung, Nullung und Schutzschaltung“, die am 1. Juli 1930 in Kraft getreten und ETZ 1929, S. 1030 und 1930, S. 753 bekannt gegeben sind.

Stecker mit Schutzkontakt dürfen in Dosen ohne Schutzkontakt passen, aber nicht umgekehrt.

Nach § 17<sup>4</sup> der VES 1 sollen Steckdosen zum Einschrauben in Fassungen tunlichst nicht verwendet werden.

Bei Elektrizitätswerken, für welche die Normal-Anschlußvorschriften gelten, ist darauf zu achten, daß beim Bestehen verschiedener Tarife für Licht und Kraft die Lichtstecker nicht in die Kraftsteckdosen passen dürfen. Näheres darüber siehe § 18 der Normal-Anschlußvorschriften der Vereinigung der Elektrizitätswerke, die im Teil IV des „Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“, Verlag: Julius Springer, abgedruckt sind.

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.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, daß Gerätestecker ein Ganzes bilden sollen. Zwei Einzelstecker oder drei Einzelstecker sind nicht zulässig. Die Steckerstifte an Geräten sollen ferner stets einen Schutzkragen haben. Schließlich sollte im Betriebe immer darauf geachtet werden, daß das Herausziehen von Steckern nicht durch Ziehen an der Leitungsnur bewirkt wird.

Nach Mitteilungen des VDE in ETZ 1931, S. 948 befinden sich „Leitfäße für Stecker aus Weichgummi“ in Vorbereitung.

Fassungen müssen für mindestens 250 V gebaut sein.

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

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

Nach den Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung KPI sind die normalen Nennspannungen für Fassungen: 250, 500 (gilt auch für 550 V) und 750 V.

Zum Schutz gegen den Diebstahl von Glühlampen werden besondere Fassungen hergestellt und von mehreren Firmen geliefert.

Über Pauschfassungen sind auf S. 102 dieses Buches Angaben gemacht.

Der VDE hat sich gezwungen gesehen, über Stehlampen (Stehleuchter), die in Wohnräumen und trockenen Wirtschaftsräumen benutzt werden, besondere Vorschriften aufzustellen, über die der Ausschuß ETZ 1924, S. 1315 berichtet hat. Mit Rücksicht auf die Bedeutung dieser Vorschriften seien nachstehend einige wichtige Angaben aus diesen „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen (Stehleuchter)“, die seit dem 1. Juli 1926 gelten und ETZ 1925, S. 1323 und 1526; 1929, S. 400 und 1136 abgedruckt sind, sowie den dazugehörigen Erläuterungen wiedergegeben.

Die elektrische Ausrüstung der Stehlampe umfaßt folgende Bestandteile:

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| 1. Fassung.         | 4. Schalter.  |
| 2. Fassungsrippel.  | 5. Zuleitung. |
| 3. Anschlußklemmen. | 6. Stecker.   |

Fassungen müssen den Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial entsprechen und das VDE-Prüfzeichen tragen.

Als Zuleitungsschnüre dürfen nur Zimmerschnüre (NSA) oder leichte Gummischlauchleitungen (NLHG) verwendet werden. Zum Einziehen in den Lampenkörper können Fassungsadern (NFA) benutzt werden. Die Verwendung der Fassungsadern als Zuleitungen ist verboten. Alle bei Stehlampen verwendeten Schnüre müssen den Vorschriften des VDE für isolierte Leitungen entsprechen, und einen von der Prüfstelle des VDE zugewiesenen Kennfaden enthalten.

Die Einführung der Schnur muß durch eine isolierte Buchse erfolgen, die im Lampenkörper durch Gegenmutter, Sprengring od. dgl. gesichert befestigt ist. Die Anschlußstellen der Zuleitungsschnur innerhalb des Lampenkörpers müssen von Zug entlastet sein.

Stecker an der Zuleitungsschnur müssen den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ entsprechen und das VDE-Prüfzeichen haben. Die Anschlußschnur muß an den Anschlußstellen von Zug entlastet sowie ihre Umhüllung sicher gefaßt und gegen Verdrehung gesichert sein.

Es ist gestattet, die Zuleitungsschnur durch den Lampenträger bis an die Fassung zu führen, so daß dann eine einheitliche Leitungsart von der Fassung bis an den Wandstecker verwendet wird. Hierfür dürfen dann aber nicht Fassungsadern, sondern nur die vorgeschriebenen Zuleitungsschnüre verwendet werden.

Fast bei allen Stehlampen sind bisher mißbräuchlich und entgegen den Vorschriften Fassungsadern auch als Zuleitungsschnüre benutzt worden. Die Fassungsader ist aber ihrer ganzen Bauart nach für die rauhe Beanspruchung, der die Zuleitungsschnüre unterworfen werden, ungeeignet. Besonders zu empfehlen ist als Zuleitungsschnur die außerordentlich haltbare NLHG-Leitung (handelsübliche Bezeichnung der mit Glanzgarn beflochtenen NLH-Leitungen), die auch ästhetisch einen bedeutend gefälligeren Eindruck macht als die dünne Fassungsader. Die Befestigung der isolierenden Buchse, durch die die Schnur hindurchgeht, am Lampenkörper, ist eine wichtige Vorschrift. Bei Lampen alter Ausführung, bei der die Buchse lediglich in eine Bohrung des Lampenkörpers hineingesteckt ist, verliert sie nach kurzer Zeit ihren Halt und streift sich auf die Schnur über. Diese ist dann an der meistens scharfkantigen Bohrung sehr leicht Verletzungen ausgesetzt, wodurch ein großer Prozentsatz der Kurzschlüsse bei Stehlampen entsteht. Damit die mechanischen Beanspruchungen aufgenommen werden, soll die Zuleitungsschnur am Lampenkörper so be-

festigt werden, daß einerseits ein Herausziehen aus der Verbindungsflemme unmöglich ist, andererseits aber auch die Schnur selbst gegen Verdrehungen gesichert ist.

Erfahrungsgemäß kommen an Stehlampen, infolge ihrer starken Verwendung und infolge des häufigen Ortswechsels, sehr leicht Beschädigungen vor. Der VDE hat infolgedessen in seinen Winken, die er für die Benutzung elektrischer Hausgeräte herausgegeben hat, besonders darauf hingewiesen, daß Stehlampen, die zeitweise versagen, umgehend in Reparatur zu geben sind.

Für Handleuchter, Maschinenleuchter und ortsveränderliche Werkstattleuchter gelten die vorstehend behandelten Bestimmungen über Stehleuchter nicht. Für diese ist der § 18 der Errichtungsvorschriften maßgebend, über den nachstehend die wichtigsten Angaben gemacht werden.

Über Beleuchtungskörper sind vom VDE besondere „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V“ aufgestellt worden, die vom 1. Juli 1930 ab gelten und ETZ 1928, S. 191, 848 und 1023 abgedruckt sind.

Die Handleuchter leiden im Betriebe dadurch stark, daß sie oft ziemlich rauh behandelt werden, herunterfallen oder sonst hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Es besteht infolgedessen bei ihnen immer die Gefahr, daß Fehler vorhanden sind und dadurch Unfälle entstehen können. Aus diesem Grunde sind in § 18 der Errichtungsvorschriften VES1 ganz besonders hohe Anforderungen an solche Handleuchter gestellt worden, und es ist notwendig, daß bei ihrer Bedeutung im Betriebe darauf geachtet wird, daß sie dauernd in ordnungsmäßigem Zustande bleiben.

Nach Mitteilung des VDE in ETZ 1931, S. 948 befinden sich „Leitzäße für Handleuchter aus Weichgummi“ in Vorbereitung.

Für Handleuchter in Kesseln und ähnlichen engen Räumen mit gut leitenden Bauteilen muß bei Wechselstrom die Betriebsspannung für Handleuchter durch besondere, außerhalb des Kessels untergebrachte, Transformatorren mit getrennten Wicklungen bis auf mindestens 42 V herabgesetzt werden. Dies empfiehlt sich auch in Räumen, in denen der Übergangswiderstand zum menschlichen Körper durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische Einflüsse oder andere Ursachen wesentlich herabgesetzt ist. Bei Gleichstrom sind Akkumulatorenlampen sehr zweckmäßig.

Faßausleuchter dürfen nur mit Spannungen von höchstens 42 V betrieben werden.

Bei der großen Zahl von Meßgeräten, die im Betriebe verwendet werden, ist es wichtig, daß das Personal über die bei der Bedienung wichtigen Eigenschaften der Geräte unterrichtet ist. Es sollen infolgedessen nachstehend einige Auszüge aus den „Regeln für Meßgeräte“ des VDE, die ETZ 1922, S. 290, 518 und 858 abgedruckt und seit dem 1. Juli 1923 in Geltung sind, gegeben werden.

Meßgeräte erhalten ein Klassenzeichen, und zwar wie folgt:

Klassenzeichen E	Feinmeßgeräte 1. Kl.
„	F Feinmeßgeräte 2. Kl.
„	G Betriebsmeßgeräte 1. Kl.
„	H Betriebsmeßgeräte 2. Kl.

Beruhigungszeit ist die Zeit in s, die der vorher auf Null stehende Zeiger braucht, um bis auf etwa 1% der gesamten Skalenlänge auf einen etwa in der Mitte der Skala liegenden Teilstrich einzuspieren, wenn plötzlich eine ihm entsprechende Meßgröße eingeschaltet wird.

Die Beruhigungszeit darf nicht überschreiten:

Bei Instrumenten der Klassen E und F:	$3 + \frac{L}{100}$ s,
„ „ „ „	G: $3 + \frac{L}{50}$ s,
„ „ „ „	H: $4 + \frac{L}{40}$ s,

wobei  $L$  die in mm gemessene Zeigerlänge ist.

Von diesen Bestimmungen sind die Hochdrahtinstrumente, die elektrostatischen Instrumente und die Vibrationsinstrumente ausgenommen, ebenso solche mit Bandoafhängung.

Instrumente der Klasse E und F müssen eine Vorrichtung besitzen, mit der man den Zeiger verstellen kann, ohne das Gehäuse zu entfernen. Die Vorrichtung soll bei Instrumenten für Höchstspannungen über 40 V gefahrlos betätigt werden können, ohne daß eine Berührung spannungsführender Teile eintritt; sie muß also durch eine ausreichende Isolation von diesen getrennt sein. Es wird empfohlen, auch Instrumente der Klasse G mit einer solchen Einstellungs Vorrichtung zu versehen, sofern sie Federrichtkraft besitzen.

Wenn die Isolierung nicht ausreichend ist, muß ein Warnungsschild angebracht werden.

Strom- und Spannungmeßgeräte der Klassen E und F müssen dauernd innerhalb ihres Meßbereiches belastet werden können. Eine Ausnahme ist nur bei Instrumenten zulässig, die mit einem Schalter versehen sind, der beim Loslassen zurückfedert und nicht feststellbar ist.

Strom- und Spannungmeßgeräte der Klassen G und H müssen dauernd den dem 1,2fachen Endwert des Meßbereiches entsprechenden Betrag der Meßgröße aushalten.

Leistungs- und Leistungsfaktormesser müssen dauernd die 1,2fachen Werte ihres Nennstromes bzw. ihrer Nennspannung aushalten. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind Instrumente mit Bandoafhängung.

Frequenzmesser müssen dauernd den 1,2fachen Betrag ihrer Nennspannung aushalten.

Diese Bestimmungen gelten sinngemäß auch für das Zubehör.

Durch vorstehend angegebene Überlastungen dürfen keine bleibenden Veränderungen hervorgerufen werden, durch die die Erfüllung dieser Bestimmungen aufgehoben wird.

Vom Deutschen Normen-Ausschuß sind zwei Normenblätter<sup>1</sup> über schreibende Meßgeräte aufgestellt worden, und zwar DIN E 1507 „Ablaufende Streifen für schreibende Meßgeräte“ und DIN E 1510 „Kreis-schreiben für schreibende Meßgeräte“.

Auch über Meßwandler hat der VDE ausführliche Bestimmungen unter der Bezeichnung „Regeln für Wandler“ herausgegeben, die vom 1. Januar 1932 ab gelten und ETZ 1931, S. 676 und 1285 abgedruckt sind. Der Geltungsbereich für diese Regeln erstreckt sich auf Stromwandler und Spannungswandler, die zum Anschluß von folgenden Instrumenten dienen sollen:

Strommesser,		Frequenzmesser,
Spannungsmesser,		Elektrizitätszähler,
Leistungsmesser,		Relais und ähnliche Vorrichtungen.
Leistungsfaktormesser,		

Die genannten Instrumente können zeigend, zählend oder schreibend sein.

Meßwandler, die diesen Regeln entsprechen, erhalten ein Klassenzeichen.

Hierfür werden mit dem Vorsatz „Klasse“ folgende Ziffern verwendet:

für Stromwandler . . 0,2, 0,5, 1,0, 3,0, 10;  
für Spannungswandler 0,2, 0,5, 1,0, 3,0.

Je kleiner die Klassenziffer ist, desto größere Genauigkeit weisen die Wandler auf.

Ist ein Stromwandler an Hochspannung angeschlossen, so ist jede Berührung zu vermeiden. Ferner ist zu beachten, daß die Sekundärseite von Stromwandlern unter Strom nie offen bleiben darf, weil sonst in der Sekundärwicklung eine hohe Spannung erzeugt wird.

Um bei Meßwandlern die Richtigkeit der Klemmenbezeichnung prüfen zu können, kann man sich zweckmäßig des von Möllinger angegebenen Verfahrens bedienen, das ETZ 1927, S. 1420 beschrieben ist.

Signaleinrichtungen, deren Versagen eine Gefährdung des Betriebspersonals oder der Anlage zur Folge haben kann, müssen so eingerichtet und angeordnet sein, daß sie bei Störungen des eigenen Stromkreises oder ihrer Stromquelle entweder auf „Gefahr“ stehen oder die eigene Beschädigung melden; anderenfalls müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Gefährdung möglichst zu verhüten.

Signaleinrichtungen sollen innerhalb des gleichen Betriebes nach einheitlichen Grundsätzen der Signalisierung eingerichtet sein; anderenfalls sind Maßnahmen zu treffen, daß Bedienungsfehler möglichst vermieden werden.

<sup>1</sup> ETZ 1928, S. 5 und 556.

Die Signaleinrichtungen sollen so eingerichtet und angeordnet sein, daß in allen betriebsmäßig vorkommenden Schaltzuständen der Anlage Fehlsignale verhütet werden.

Die Signalgeber sollen unmittelbar durch den Teil der Anlage, dessen Stellung oder Zustand sie signalisieren sollen, betätigt werden, z. B. bei Ein- oder Dreifesselschaltern durch den Querträger oder das Hubwerk oder die Antriebswelle des Schalters vor der Freiauslösung, bei Trennschaltern durch die Trennmesser oder durch die Einzel- oder Gemeinschaftswelle. Die Signalgeber sollen möglichst so angebracht sein, daß sie gefahrlos beobachtet werden können.

Signaleinrichtungen, die den Betriebszustand der Anlage signalisieren sollen, müssen eigene Signalleitungen haben. In diesen Signalstromkreis dürfen mit Ausnahme von Relais keine anderen Einrichtungen eingeschaltet werden. Die Signalleitungen dürfen auch einpolig abschaltbar sein.

Der Signalempfänger soll die Endstellung des Schalters erst anzeigen, nachdem diese praktisch erreicht ist. Dieses gilt auch für Signaleinrichtungen an anderen Apparaten.

Für die Meldeschalter (Signalkontakt an Umschaltern) muß eine gewisse Solidität gefordert werden, die durch die Ausbildung der Schaltstücke für 10 A dauernde Belastung einigermaßen gesichert ist. Damit soll nicht gesagt sein, daß diese Meldeschalter tatsächlich allgemein oder häufiger mit 10 A belastet werden sollen. In der Praxis sind Unglücksfälle dadurch entstanden, daß die Meldeschalter für die Einschaltstellung an den Einschaltorganen angebracht wurden und daß diese zwar selbst in der Einschaltstellung waren, die Schalter aber durch Deformation des Gestänges die Einschaltstellung nicht ganz oder überhaupt nicht erreicht haben. Dadurch sind Hilfskontakte für Schutzwiderstände dauernd unter Strom geblieben, während das Bedienungspersonal glaubte, daß der Schalter voll eingeschaltet sei. Deshalb müssen die Meldeschalter nicht mit einem Gestänge, sondern mit dem Schalter selbst so solide verbunden sein, daß sie erst dann die Einschaltstellung anzeigen, wenn die Schalter mindestens bis zur Hälfte in die Hauptschaltstücke gebracht sind. In der Mehrzahl der Fälle kann man dann annehmen, daß eine übermäßige Erwärmung der Schaltstücke nicht mehr eintreten wird.

Bei Meldeschaltern für die Ausschaltstellung würde ein unzeitiges Arbeiten zur Folge haben können, daß ein Schalter nicht ausgeschaltet ist, während man dieses annimmt und daher unter Umständen einen Trennschalter zieht. Die Meldung darf daher nur dann erfolgen, wenn der Schalter ausgeschaltet hat und der Lichtbogen mit hinreichender Sicherheit unterbrochen ist. Man kann annehmen, daß dieses nach drei Viertel des Öffnungsweges der Schaltstücke (nicht aber des gesamten Weges der Schaltstücke) der Fall ist.

Bei Mehrfesselschaltern können durch Deformation des Gestänges ein oder mehrere Schalter zurückbleiben, so daß bei Anbringung des Meldeschalters nur an einem Hauptschalter keine genügende Sicherheit gegeben



ist, daß die beiden anderen tatsächlich ihre richtige Stellung erreicht haben. Deshalb soll jeder Einzelschalter seinen Melbeschalter haben und die Signale sollen erst dann erscheinen, wenn in allen Einzelschaltern die Schaltwege nach diesen Bestimmungen zurückgelegt sind. Dieses läßt sich durch entsprechende Parallel- oder Serienschaltung der Melbeschalter bewirken.

### Schaltanlagen.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Die Bestimmung, daß der Zugang zu Schalt- und Verteilungsanlagen freigehalten werden soll, ist zweckmäßig auch auf Schußschränke und Schußkästen auszudehnen. Das Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft schreibt ferner für diese Anlagen vor, daß Schußschränke und Schutzanlagen nicht zum Aufbewahren von Gegenständen benutzt werden sollen. Das wird zweckmäßig nicht nur für landwirtschaftliche Anlagen, sondern auch für alle elektrischen Anlagen zu beachten sein. Leider findet man immer noch häufig die Unsitte, Räume hinter Schalttafeln usw. unvorschriftsmäßigerweise zum Aufbewahren von allerhand Gegenständen zu benutzen. Überhaupt sollten Werkzeuge, Baustoffe, Kleidungsstücke usw. nie derartig gelagert werden, daß die ordnungsmäßige Bedienung dadurch erschwert wird.

Von besonderer Bedeutung ist es, durch zuverlässige Überwachung Fehlschaltungen möglichst zu verhindern, was besonders durch übersichtliche Anordnung der Schaltanlage, Schalterverriegelung, Signaleinrichtungen usw. unterstützt werden kann. Längere Leitungen dürfen zur Verhütung von Kippüberspannungen nicht einpolig durch Trennschalter oder Sicherungen abgetrennt werden. Das Schalten mit einpoligen Trennschaltern ist nur bei kleinen Transformatoren und Spannungswandlern bis etwa 20 kV zulässig, wenn diese Schalter in unmittelbarer Nähe der Transformatoren oder Spannungswandler angeordnet sind.

Ganz allgemein sollte das Schalten auf der Hochspannungsseite soweit wie irgend möglich eingeschränkt werden.

Schalt- und Meßstangen müssen aus mechanisch widerstandsfähigem Isolierstoff bestehen und einer Prüßspannung gleich der 3fachen Betriebsspannung genügen. Bei Schaltstangen, Meßstangen und Schaltzangen mit Holzschaft muß zwischen Handhabe und Betätigungsteil ein besonderes Zwischenstück aus Isolierstoff der erwähnten Spannungsfestigkeit vorhanden sein. Die zulässige Grifflänge muß durch die Formgebung (z. B. Wulst oder Scheibe) begrenzt sein.

Schaltstangen und Schaltzangen dürfen nicht geerdet werden.

Die Isolatoren der Schaltstangen und Isolierschemel sind vor der Benutzung stets daraufhin zu untersuchen, ob sie noch in Ordnung sind; sie müssen von Staub und Feuchtigkeit gereinigt werden.

Auf Isolatoren setzt sich leicht Staub oder Feuchtigkeit an, besonders solange sie nicht unter Spannung stehen. Ist eine Anlage oder ein Teil derselben längere Zeit abgeschaltet und Temperaturänderungen oder Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen, so ist besonders Vorsicht geboten. Man sollte dann die Isolatoren reinigen und, wenn möglich, die Spannung langsam erhöhen.

Zur Kontrolle von Stromkreisen, in denen keine Meßinstrumente liegen, kann zweckmäßig der Diebe-Anleger verwendet werden.

Zum Anzeigen etwaiger Erwärmung von Kontakten, Sammelschienen, Apparateilen usw. können Meßperlen, Bienenwachskügelchen, chemische Präparate, die in Papier eingewickelt sind, oder Anstrichfarben verwendet werden, worüber Näheres bereits bei § 4 ausgeführt ist. Auch auf das bezüglich des Feuerschutzes bei demselben Paragraphen Gesagte sei hier noch besonders hingewiesen, weil in Schaltanlagen, namentlich solchen für Hochspannung, beträchtliche Mengen Verwendung finden, die Feuergefahr herbeiführen können. Über Belüftung von Schalträumen siehe auch ETZ 1931, S. 1500.

Einen bemerkenswerten Beitrag zur Verhütung von Unfällen in Hochspannungsschaltanlagen siehe auch ETZ 1927, S. 1819.

Über Erdungstangen beabsichtigt der VDE besondere Leitsätze aufzustellen, die sich aber noch in Bearbeitung befinden. Ein erster Entwurf dazu ist ETZ 1931, S. 1395 abgedruckt. Näheres darüber siehe bei dem zu § 6 dieser Vorschriften Gesagten.

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.

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.

Bei Schaltanlagen, die von der Rückseite betriebsmäßig zugänglich sind, soll die Polarität von Leitungsschienen und dergleichen kenntlich gemacht sein. Die Bedeutung der benutzten Farben und Zeichen soll bekanntgegeben werden (siehe DIN VDE 705).

Bei Anlagen, die mit Spannungen von 1000 V und darüber arbeiten, muß die Polarität der Leitungen und Kabel an geeigneten Stellen kenntlich gemacht sein. Bei größeren Schaltanlagen wird die Kennzeichnung des Drehsinnes an einer zweckmäßigen Stelle empfohlen.

Nachträglich zu der Schaltanlage hinzukommende Apparate sollen entweder auf die bestehenden Unterlagen oder auf ordnungsmäßig gebaute und installierte Zusätztafeln oder -gerüste gesetzt werden.

Wenn die Rückseite der Schalttafel als elektrischer Betriebsraum oder als abgeschlossener elektrischer Betriebsraum gelten kann, dürfen die Erleichterungen der §§ 28 bzw. 29 der VES 1 oder der § 20 bzw. 21 der VES 2 in Anspruch genommen werden. Allseitig umzäunte Freiluftanlagen sind wie abgeschlossene elektrische Betriebsräume zu behandeln.

### Freileitungen.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Bei der Benutzung von Schaltstangen, Isolierschemeln usw. zur Bedienung von Sicherungen und Trennstücken in nicht spannungsfreiem Zustande ist vor Ingebrauchnahme dieser Hilfsmittel darauf zu achten, ob sie in Ordnung und sauber sind; gegebenenfalls sind sie von Staub und Feuchtigkeit zu reinigen.

Bei der Unterhaltung und Bedienung weitverzweigter elektrischer Anlagen ist es erwünscht, unter Umständen sogar notwendig, sich des Fernsprechers zu bedienen. Man pflegt deswegen auch bei umfangreichen Leitungsnetzen besondere Betriebsfernsprechanlagen einzubauen, um mit allen Teilen des Betriebes jederzeit schnell Verbindung bekommen zu können.

Über Erdungstangen beabsichtigt der VDE besondere Leitsätze aufzustellen, die sich aber noch in Bearbeitung befinden. Ein erster Entwurf dazu ist ETZ 1931, S. 1395 abgedruckt. Näheres darüber siehe bei dem zu § 6 dieser Vorschriften Gesagten.

Bezüglich des Erdens und Kurzschließens sei auf die §§ 6 und 7 verwiesen.

Während das Arbeiten an unter Spannung stehenden Leitungen, wenn sie 500 V und darüber führen, verboten ist, ist dies an den übrigen Teilen der Strecken, wie Gestängen, Verankerungen usw., zwar nicht verboten, aber es sollte möglichst auch hier nur in spannungsfreiem Zustande geschehen. Näheres darüber ist aus den Bestimmungen a), 1 und b) des § 8 und c) bis e), 1, f) und g) des § 9 dieser Vorschriften zu ersehen. Für das Arbeiten an Fernmeldeleitungen, die in gefährlicher Nähe von Starkstromleitungen verlaufen, ist deswegen besondere Vorsicht geboten, weil durch Reißen von Drähten eine Berührung beider leicht eintreten kann. Nach § 22i) der VES 1 ist es ja zulässig, Fernmeldeleitungen an einem Freileitungsgestänge zu führen, wenn sie unterhalb der Starkstromleitungen verlegt sind.

Die Baugewerks-Berufsgenossenschaft erläßt in § 30 ihrer Unfallverhütungsvorschriften folgende Bestimmung:

„Solche Strecken von Freileitungen, die unter Umständen der Gefahr einer Berührung ausgesetzt sind, müssen abschaltbar gemacht werden.“

Nach den Leitfähigkeiten für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen des VDE müssen gemäß Abschnitt V gewisse Teile von Leitungsanlagen geerdet werden, worüber Näheres aus Dettmar, Wegweiser für die vor-schriftsgemäße Herstellung von Starkstromanlagen, zweite Auflage, S. 226 zu ersehen ist. Die ordnungsgemäße Unterhaltung dieser Erdungen ist deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie starkem Angriff durch Wind und Wetter ausgesetzt sind und infolgedessen leicht Schaden leiden können, so daß dann der gewollte Schutz nicht mehr vorhanden ist. Bezüglich der Bedienung von Streckenschaltern enthalten die gleichen Leitfähige besondere Anweisungen, die nachstehend wiedergegeben werden mögen.

Das Personal muß sich wegen der bei Streckenschaltern besonders hohen Gefahr vor der Bedienung stets davon überzeugen, ob noch die volle Isolation vorhanden ist, d. h. die Isolatoren äußerlich unbeschädigt sind. Bestehen Bedenken hiergegen, so muß dafür gesorgt werden, daß Vorkehrungen zum Schutze des Bedienungspersonales getroffen werden. Als solche können Isolierschemel u. dgl. benutzt werden oder es ist dafür zu sorgen, daß sich der Bedienende auf eine metallene Unterlage, z. B. Metallgewebe, stellt, die mit dem Gestänge leitend verbunden ist. Wird Metallgewebe verwendet, so muß der Bedienende unbedingt, ehe er das Gestänge oder die Anschlußteile berührt, mit beiden Füßen auf diesem stehen und die Verbindung zwischen Metallgewebe und Erde hergestellt haben. Während die Verbindung hergestellt wird, darf der Bedienende den Mast bzw. das Gestänge nicht berühren, d. h. sich nicht zwischen das Gestänge und die Zuleitung zum Metallgewebe schalten.

Über die zulässige Belastung von Freileitungen bestehen in den Errichtungsvorschriften nur die allgemeinen Bestimmungen, daß die Leitungen genügende mechanische Festigkeit haben müssen und sie keine unzulässige Erwärmung annehmen können.

Zur Verhinderung der Bildung von Eis und Raureif bzw. zu deren Beseitigung hat man mit Erfolg Freileitungen elektrisch geheizt. Näheres darüber siehe E. u. M. 1928, S. 634, und 1929, S. 144 sowie ETZ 1931, S. 506. Raureisbildung findet in der Regel nur bei Kältegraden zwischen 0 und  $-5^{\circ}$  statt. Solange die Außentemperatur nicht wesentlich darunter sinkt, bereitet die Beseitigung des Eises durch die Heizung keine Schwierigkeiten. Sie gelingt aber nicht mehr, wenn zu spät mit dem Heizen begonnen wird und inzwischen die Temperatur auf etwa  $-10^{\circ}$  gesunken ist. Es kommt also darauf an, so früh als möglich nach Eintritt der Raureisbildung mit der Heizung zu beginnen. Ein sorgfältig organisierter Meldebedienst ist daher erforderlich.

### Isolierte Leitungen.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Nach § 20 der VES 1 sind elektrische Leitungen so zu bemessen, daß sie bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen genügende mechanische Festigkeit haben und keine unzulässigen Erwärmungen annehmen können.

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

1	2	3	4
Querschnitt mm <sup>2</sup>	Dauerbetrieb		Ausgehender Betrieb
	Höchstzulässige Stromstärke A	Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung 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	—

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 ausgehende 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. Bei Aufzügen innerhalb von Gebäuden sind die Leitungen so zu verlegen, daß im Falle ihrer Erhitzung keine Feuergefahr für die Umgebung entsteht.

Bei ausgehenden Betrieben gelten im allgemeinen als zulässige Strombelastungen die Werte in Spalte 4. Sie 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 überschreiten. Bedingt die häufige Beschleunigung größerer Massen bei Bemessung des Motors einen Zuschlag zur Beharrungsleistung, so ist dementsprechend der Leitungsquerschnitt zu vergrößern.

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

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

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

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 „

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.

Da die Zuleitungen zu ortsveränderlichen Geräten infolge der vielfachen rauen Behandlung starker Abnützung unterworfen sind und dadurch leicht Anlaß zu Störungen bzw. Unfällen geben können, ist es besonders wichtig, auf diese Bestimmungen besonders zu achten und stets dafür zu sorgen, daß nur zuverlässiges Material verwendet wird. Es sei auch diesbezüglich auf ETZ 1928, S. 1155 verwiesen. Weiter sind die Bestimmungen des § 15h) der VES 1 zu beachten.

Die „Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegegeräte“ gelten für Spannungen bis 250 V gegen Erde vom 1. Januar 1933 ab und sind ETZ 1931, S. 555 und 677 veröffentlicht.

Besondere Vorsicht ist zu empfehlen bei der Umschaltung älterer Anlagen von Gleichstrom auf Wechselstromspeisung. Wenn es sich um die

Umstellung größerer Netze handelt, so ist es zweckmäßig, durch besondere Versuche festzustellen, welche Erwärmungen bei den benutzten Stromstärken und den verwendeten Rohrorten auftreten. Danach muß man die Notwendigkeit einer eventuellen Neuverlegung beurteilen<sup>1</sup>. Dr.-Ing. L. Bloch hat in dem Aufsatz „Nachteile einphasiger Verlegung von Wechselstromleitungen in Rohren“ ETZ 1913, S. 207 wertvolle Angaben über Erwärmung von Rohren, Spannungs- und Leistungsverluste gemacht, falls die zu einem Stromkreis gehörenden Leitungen nicht in gleichen Röhre enthalten sind. Auf Grund eingehender Versuche ist er zu folgenden Ergebnissen gekommen. Die einphasige Verlegung von Wechselstromleitungen in Stahlrohren ist stets schädlich, sowohl mit Rücksicht auf die Erwärmung, wie auch auf den dadurch entstehenden beträchtlichen Energieverlust und den sehr stark erhöhten Spannungsabfall. Bei Papierrohren mit verbleitem Eisenmantel erreichen zwar die Übertemperaturen keine gefährliche Höhe, jedoch tritt bei höherer Stromstärke ein beträchtlicher Spannungsabfall auf. Für Stromstärken über 100 A ist daher auch bei Papierrohren mit verbleitem Eisenmantel die einphasige Verlegungsart schädlich. Bei Papierrohren mit Messingmantel ergeben sich auch bei hohen Stromstärken geringe Übertemperaturen, geringe Verluste und Spannungsabfälle, so daß bei dieser Rohrart die einphasige Verlegung unbedenklich erscheint.

#### Kabel.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Die zulässige Belastung von Kabeln ist nachstehend angegeben, und zwar sowohl für solche mit Kupferleiter wie auch mit Aluminiumleiter.

Belastungstafel für Gummibleitkabel.

Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter in A	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter in A
0,75	9	95	240
1	11	120	280
1,5	14	150	325
2,5	20	185	380
4	25	240	450
6	31	300	525
10	43	400	640
16	75	500	760
25	100	625	880
35	125	800	1050
50	160	1000	1250
70	200		

<sup>1</sup> ETZ 1925, S. 1514.

Für die Auswahl der Sicherung und bei auskündendem Betrieb gilt § 20 der VES I. (Siehe S. 205 dieses Buches.)

### Belastungstafel für Papierbleifabel.

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

Querschnitt mm <sup>2</sup>	Höchste dauernd zulässige Stromstärken in A bei Verlegung im Erdboden									
	Einleiterkabel bis	Verfeilte Zweileiterkabel bis	Verfeilte Dreileiterkabel bis							Verfeilte Vierleiterkabel bis
	1 kV	1 kV	1 kV	3 kV	6 kV	10 kV	15 kV	20 kV	30 kV	1 kV
1,5	31	25	22	—	—	—	—	—	—	20
2,5	41	34	30	29	—	—	—	—	—	26
4	55	44	38	37	—	—	—	—	—	35
6	70	55	49	47	—	—	—	—	—	45
10	95	75	67	65	62	60	—	—	—	60
16	130	100	90	85	82	80	—	—	—	80
25	170	130	113	110	107	105	100	98	—	105
35	210	155	138	135	132	125	120	118	—	125
50	260	195	170	165	162	155	145	140	135	155
70	320	235	206	200	196	190	180	175	165	190
95	385	280	246	240	235	225	215	210	200	225
120	450	320	288	280	270	260	250	245	230	255
150	510	365	325	315	308	300	285	280	260	295
185	575	410	370	360	350	340	325	315	295	335
240	670	475	430	420	410	400	385	370	—	390
300	760	535	485	475	465	455	440	—	—	435
400	910	640	580	570	—	—	—	—	—	—
500	1035	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	1190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	1380	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	1585	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Siegen mehrere Kabel in demselben Graben nebeneinander, so sind die Werte der vorstehenden Belastungstafel gemäß nachstehender Tafel zu vermindern, die für den üblichen lichten Abstand der Kabel in Ziegelsteinstärke errechnet ist.

Gesondert verlegte Mittelleiter bleiben hierbei unberücksichtigt.

Anzahl . . . . .	2	4	6	8
Prozent . . . . .	90%	80%	75%	70%

Bei Verlegung von Kabeln in Luft ist es empfehlenswert, die Kabel nur mit 75% des in der Belastungstafel angegebenen Wertes zu belasten.



Bei Verlegung in Kanälen oder in Röhren ist eine weitere 10prozentige Verminderung am Maße. Bei Anhäufung mehrerer Kabel in Kanälen oder Rohrblöcken sind außerdem die Verminderungen nach vorstehenden Angaben vorzunehmen.

Bei ausliegendem Betrieb gilt § 20 der VES 1. (Siehe S. 205 dieses Buches.) Sind mehrere Kabel in demselben Graben in mehreren Lagen übereinander verlegt, so müssen die zulässigen Belastungstromstärken von Fall zu Fall festgestellt werden.

Systeme von erdverlegten Einleiter-Wechselstrom-Weißkabeln können etwa 20 bis 30% höher belastet werden als die entsprechenden verseilten Kabel. Der Zuschlag von 20% gilt hierbei für Kabel mit Querschnitten zwischen 150 und 300 mm<sup>2</sup>, der von 30% für die kleineren Querschnitte. Die Angaben haben zur Voraussetzung, daß die Kabel unarmiert in einem Abstand von etwa Ziegelsteinstärke voneinander verlegt sind und berücksichtigen die Weilmantelverluste bei widerstandslosem Kurzschließen des Mantels an beiden Kabelenden.

Verseilte Mehrleiterweißkabel mit metallbelegten Adern können 10% höher als in vorstehender Tafel für verseilte Mehrleiter-Weißkabel angegeben ist, belastet werden.

#### Kabel mit Aluminium als Leitermaterial.

Für Kabel mit Aluminiumleitern beträgt die Belastbarkeit nur 75% der in den Tafeln für Kupfer angegebenen Werte.

Dr. Apt hat in seinen Erläuterungen über „Isolierte Leitungen und Kabel“ genaue Angaben über die Berechnung von Kabeln bei ausliegendem Betrieb gemacht, und zwar auf S. 125 und 174 der 3. Auflage. Für näherungsweise Berechnungen kann man aber zur Bestimmung der Höchststromstärken beim ausliegenden Betrieb den quadratischen Mittelwert der Stromstärke, genommen über die ganze Periode (Summe der Belastungs- und Abkühlungszeit) heranziehen. Dieses Annäherungsverfahren gibt recht genaue Werte, wenn das Verhältnis der Zeitdauer der Belastung zu der Zeit für Belastung und Abkühlung nicht zu klein ist. Näheres darüber ist auch aus dem Aufsatz von Dr. Apt, ETZ 1908, S. 406 zu ersehen.

Bei Arbeiten an Kabeln ist die Gefahr, daß eine Verwechslung vorkommt, sehr groß und deswegen ist besondere Vorsicht beim Beginn solcher Arbeiten geboten. Durch die auf S. 89 dieses Buches beschriebene Kennzeichnung der Kabel ist eine Erkennungsmöglichkeit gegeben.

Ob ein Kabel spannungsführend oder spannungsfrei ist, kann mit einem besonderen Apparat, der ETZ 1921, S. 230 beschrieben ist, festgestellt werden. Die Benutzung eines solchen wird also eine Erhöhung der Sicherheit bei Arbeiten an Kabeln bedeuten.

Wenn nicht jeder Zweifel darüber ausgeschlossen ist, daß das Kabel, an dem gearbeitet werden soll, spannungslos ist, so muß mit der Vorsicht gearbeitet werden, die ein eventuelles Vorhandensein von Spannung bedingt. Es muß in das Kabel dann ein sicher geerdeter Dorn eingetrieben

werden, oder das Schneiden der Kabel muß mit einer sicher geerdeten Säge oder Schere ausgeführt werden. Bei Arbeiten an Kabeln und Zubehörteilen sind ferner die Bestimmungen des § 9<sup>4</sup> dieser Vorschriften zu beachten.

Bezüglich des Erdens und Kurzschließens bei solchen Arbeiten sei auch auf die §§ 6 und 7 hingewiesen. Bei der großen Gefahr, die bei solchen Arbeiten immer vorhanden ist, muß besondere Vorsicht angewendet werden.

Zur Auffindung der Lage von Kabeln im Erdboden gibt es besondere Apparate, durch deren Benutzung das umständliche Suchen erleichtert werden kann. Näheres darüber siehe auch Siemens-Zeitschrift 1931, S. 470.

### Zähler.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Über Zähler bestehen die vom VDE aufgestellten „Regeln für Elektrizitätszähler REZ“, die seit dem 1. Januar 1932 gelten und ETZ 1930, S. 753; 1931, S. 776 abgedruckt sind. Danach gelten als normale Nennstromstärken die folgenden

A			
—	15	150	1500
—	20	200	2000
—	30	300	3000
5	50	500	5000
—	75	750	7500
10	100	1000	10000

Die Zähler müssen nach Maßgabe der nachstehenden Tafel gelegentlich überlastbar sein; sie dürfen durch die Überlastung keinen mechanischen oder thermischen Schaden erleiden.

Die angegebenen Werte der Überlastung gelten auch für getrennt angeordnete Zähler-Nebenwiderstände. Für die Überlastung getrennt angeordneter Stromwandler sind die „Regeln für Wandler REW“ maßgebend.

Nennstromstärke des Zählers A	Überlastung während	
	2 min	2 h
5... 30	um 100 %	um 50 %
50... 10000	um 50 %	um 25 %

Eingriffe in Zähler sind strafbar; sie sind auch meist leicht zu erkennen, weil die Apparate nach der Eichung stets verschlossen und plombiert werden.

Auch falsche Eichungen sind strafbar, wie das z. B. aus ETZ 1920, S. 119 zu ersehen ist. Insbesondere ist es notwendig, den Stromdiebstahl zu verhindern, weswegen Hausanschlußsicherungen und die Verbindungsleitungen zwischen dieser und dem Zähler unter besonderer Aufsicht des liefernden Werkes stehen müssen. Aus diesem Grunde werden die Hausanschlußsicherungen meist vom Werke geliefert und plombiert. Diese Sicherungen müssen den Beamten des Werkes stets bequem zugänglich sein. Über die Möglichkeit von Stromdiebstahl siehe Näheres ETZ 1921, S. 1227.

Hinsichtlich des Verfahrens zur Ermittlung des Stromdiebstahles ist Näheres aus ETZ 1927, S. 1148 zu ersehen und über die Verschleierung der Angaben von Elektrizitätszählern und deren Abhilfe sind wertvolle Angaben aus dem Buche<sup>1</sup> von Professor Dr.-Ing. A. Geldermann mit dem gleichen Titel zu entnehmen. Es ist aber nicht nur strafbar, Strom zu stehlen, sondern es steht ebenso unter Strafe, Kraftstrom als Lichtstrom zu verwenden. In einem Falle, in dem dieses geschah, hat das Landgericht Bielefeld ein Vergehen gegen § 1 des Gesetzes betr. Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit vom 9. April 1900, das in Abschnitt III dieses Buches unter E abgedruckt ist, erblickt und eine Geldstrafe angeordnet. Dieses Urteil ist vom Reichsgericht bestätigt worden<sup>2</sup>.

### Beleuchtung.

Da die betriebsmäßige Bedienung elektrischer Anlagen, mit denen sich dieser Teil der Vorschriften beschäftigt, vielfach in engstem Zusammenhang mit der Überwachung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen, die in § 2 behandelt sind, steht, ist es zweckmäßig, auch das dort Gesagte zu beachten.

Nach § 16e) der VES 1 darf für Beleuchtung bei Wechselstrom keine höhere Spannung als 250 V gegen Erde verwendet werden.

Über die an die Beleuchtung zu stellenden Anforderungen betreffend Betrieb und Erhaltung der Beleuchtungseinrichtungen hat die „Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft“ ausführliche Leitjätze, die von ihrer Kommission für praktische Beleuchtungsfragen bearbeitet worden sind, herausgegeben. Aus diesen mögen nachstehend die für den Betrieb und die Unterhaltung von Anlagen wichtigsten Bestimmungen wiedergegeben werden.

Die Beleuchtung muß den Forderungen der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit, Gesundheit und Schönheit entsprechen. Um eine gute Beleuchtung zu erhalten, sind Beleuchtungsstärke, Schattigkeit, örtliche und zeitliche Gleichmäßigkeit, Leuchtdichte der Leuchtgeräte und Lichtfarbe den Ansprüchen der zu verrichtenden Arbeit und der Betriebssicherheit, dem Verwendungszweck des Raumes und der Verkehrssicherheit anzupassen.

Die erforderlichen Beleuchtungsstärken sind in der nachstehenden Zusammenstellung enthalten.

<sup>1</sup> Berlin: Julius Springer.    <sup>2</sup> El. Be. 1927, S. 133; ETZ 1928, S. 556.

## Notwendige Beleuchtungsstärken.

## 1. Arbeitsstätten einschl. Schulen.

Art der Arbeit	Keine Allgemeinbeleuchtung			Arbeitsplatzbeleuchtung + Allgemeinbeleuchtung		
	Mittlere Beleuchtungsstärke		Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle Mindestwert	Arbeitsplatzbeleuchtung	Allgemeinbeleuchtung	
	Mindestwert	Empfohlener Wert			Mittlere Beleuchtungsstärke	Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle
	Lux <sup>1</sup>	Lux	Lux	Lux		
Grobe . . .	20	40	10	50—100	20	10
Mittelfeine . .	40	80	20	100—300	30	15
Feine . . .	75	150	50	300—1000	40	20
Sehr feine . .	150	300	100	1000—5000	50	30

Beispiele für die verschiedenen Arbeitsarten in einzelnen Industrie- und Handwerksbetrieben.

Die Beispiele sind sinngemäß auf andere Arbeitsvorgänge zu übertragen.

## Grobe Arbeit:

Gießerei:	Eisengießen — Gußpußen
Metallbearbeitung:	Großwalzen und -ziehen — Schmieden am Amboss und im Geißel — Schruppen
Keramische Industrie:	Arbeiten im Ofenraum der Glashütte und Ziegelei
Gerberei:	Arbeiten an den Gruben und Fässern

## Mittlere Arbeit:

Gießerei:	Spritzguß — einfaches Formen
Metallbearbeitung:	Arbeiten an der Revolverdrehbank (ausgenommen Einrichten) — Pressen und Stanzen — Grobmontage
Holzbearbeitung:	Sägen, Hobeln, Fräsen — Zusammenbau
Papierherstellung:	Zellulose- und Holzstoffbereitung — Arbeiten an Papiermaschinen
Lebensmittelbetriebe:	Bäckerei — Mägerei — Mühlen — Küche

## Feine Arbeit:

Gießerei:	Schwieriges Formen
Metallbearbeitung:	Feinwalzen und -ziehen — Einrichten von Revolverdrehbänken — Feindrehen — feine Prägearbeit — Feinmontage

<sup>1</sup> Lichtquellen senden in den Raum Lichtstrom, gemessen in Lumen (lm) aus. Trifft Lichtstrom auf eine Fläche auf, so wird diese beleuchtet; die Dichte des Lichtstromes auf der Fläche ist die Beleuchtungsstärke, gemessen in Lux (Lx).

Holzbearbeitung:	Feine Sägearbeiten — Polieren
Papierherstellung und Verarbeitung:	Zurichten und Fertigmachen
Gewebeherstellung und Verarbeitung:	Spinnen, Weben und Bearbeiten von hellem Gut, Färben, Zuschneiden, Nähen
Lederbearbeitung:	Färben, Zuschneiden und Nähen
Druckerei:	Maschinensatz, Drucken
Büroarbeit:	Maschinenschreiben, Lege- und Schreibarbeit

## Sehr feine Arbeit:

Metallbearbeitung:	Gravieren — feinmechanische Arbeiten — Montage von Mefsinstrumenten
Glasbearbeitung: Gewebeherstellung und Verarbeitung:	Schleifen und Polieren optischer Gläser Spinnen, Weben und Bearbeiten von dunklem Gut, Zuschneiden, Nähen
Druckerei:	Zurichten von Druckmaschinen, Handsatz, Lithographieren, Papierprüfen
Büroarbeit:	Zeichnen

## 2. In Aufenthalts- und Wohnräumen.

(Die Werte gelten für mittlere Reflexion der Raumauskleidung — 40 . . . 60%)

Art der Ansprüche	Keine Allgemeinbeleuchtung		
	Mittlere Beleuchtungsstärke		Beleuchtungs- stärke der un- günstigsten Stelle Mindestwert Lux
	Mindestwert Lux	Empfohlener Wert Lux	
Niedrige . . . . .	20	40	10
Mittlere . . . . .	40	80	20
Hohe . . . . .	75	150	50

Für Arbeitsplatzbeleuchtung gelten die in Tabelle 1 angegebenen Werte.

Von den beiden angegebenen Werten soll der empfohlene Wert gewählt werden, ausnahmsweise ein geringerer (bis zu dem angegebenen Mindestwert) nur, wenn der Charakter des Raumes und die in ihm zu verrichtende Arbeit, Größe und Art des Arbeitsgutes oder die Art und Stärke des Verkehrs es rechtfertigen.

Bei Verkehrsanlagen kann außerhalb der normalen Verkehrszeiten die mittlere Beleuchtungsstärke gegenüber den unter Nr. 3a) gestellten Forderungen je nach der Bedeutung der Straße, des Platzes usw. bis auf ein Drittel vermindert werden.

Die Arbeitsbeleuchtung soll nicht vollständig schattenlos und Schlag-  
schatten sollen nicht zu tief sein. Die Ausdehnung oder Unterteilung der  
Lichtquellen muß derart sein, daß der Übergang von dem vollständig be-  
leuchteten Teil zu dem beschatteten Teil einer Fläche nicht plötzlich, sondern  
allmählich oder stufenweise erfolgt. Die Beleuchtungsverteilung im Raum

muß so gleichmäßig sein, daß von Stelle zu Stelle keine scharfen, störenden Unterschiede zu bemerken sind, die die Erkennbarkeit beeinträchtigen. Zeitliche Helligkeitsschwankungen müssen so langsam oder so schnell vor sich gehen, daß sie vom Auge nicht als störend empfunden werden. Blendungen dürfen weder durch Lichtquellen noch durch Rückstrahlungen von beleuchteten Gegenständen hervorgerufen werden.

### 3. Für Verkehrsanlagen.

Art der Anlage	Mittlere Beleuchtungsstärke		Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle	
	Mindestwert	Empfohlener Wert	Mindestwert	Empfohlener Wert
	Lux	Lux	Lux	Lux
a) Straßen und Plätze:				
mit schwachem Verkehr . . . . .	1	3	0,2	0,5
mit mittlerem Verkehr . . . . .	3	8	0,5	2
mit starkem Verkehr . . . . .	8	15	2	4
mit stärkstem Verkehr in Großstädten . . . . .	15	30	4	8
b) Durchgänge und Treppen <sup>1</sup> :				
mit schwachem Verkehr . . . . .	5	15	2	5
mit starkem Verkehr . . . . .	10	30	5	10
c) Bahnanlagen:				
Gleisfelder				
mit schwachem Verkehr . . . . .	0,5	1,5	0,2	0,5
mit starkem Verkehr . . . . .	2	5	0,5	2
Bahnsteige, Verladestellen, Durchgänge und Treppen <sup>1</sup> :				
mit schwachem Verkehr . . . . .	5	15	2	5
mit starkem Verkehr . . . . .	10	30	5	10
d) Wasserverkehrsanlagen, Raianlagen, Landestellen, Schleusen:				
mit schwachem Verkehr . . . . .	1	3	0,3	1
mit starkem Verkehr . . . . .	5	15	2	5
e) Fabrikhöfe:				
mit schwachem Verkehr . . . . .	1	3	0,3	1
mit starkem Verkehr . . . . .	5	15	2	5

<sup>1</sup> Durchgänge und Treppen, die bei Tage ungünstig beleuchtet sind, müssen auch während der Tagesstunden genügend beleuchtet werden. Dies gilt besonders für den Übergang von natürlich beleuchteten Räumen zu künstlich beleuchteten Räumen. Hierfür gelten die oben angegebenen empfohlenen Werte als Mindestforderungen.

Über die Wirtschaftlichkeit, den Betrieb und die Instandhaltung der Beleuchtungsanlagen macht die DBG weitere folgende Angaben:

1. Jede Beleuchtungsanlage soll den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit entsprechen. Nur eine gute Beleuchtung ist wirtschaftlich. Sie erhöht die Leistungsfähigkeit des Menschen, fördert die Ordnung und Sauberkeit und erleichtert die Aufsicht. Schlechte Beleuchtung bewirkt in allem das Gegenteil. Sie gibt Anlaß zu Unfällen und sie schädigt unter Umständen die Gesundheit.

2. Die Verteilungsanlagen — wie Leitungen, Anschlüsse, Schalter und dergleichen — müssen sich dem Zweck der Beleuchtungsanlage unterordnen sowie ihre sichere und ungehinderte Benutzung gewährleisten. Für den Bau und die Einrichtung der Beleuchtungsanlagen, einschließlich der Leuchtgeräte wird auf die Vorschriften des VDE, die einschlägigen Polizeivorschriften und die Vorschriften der Feuerversicherungs-gesellschaften usw. verwiesen.

3. Eine Beleuchtungsanlage muß dauernd betriebsföher sein. Deshalb muß, wo nicht schon von selbst mit der Benutzung der Beleuchtungseinrichtungen eine genügende Überwachung verbunden ist, für sorgfältige Überwachung besonders gesorgt und unter Umständen eine Notbeleuchtung ausgeführt werden.

4. Der von Glühlampen oder Glühk6rpern abgegebene Lichtstrom geht mit deren Benutzungsdauer zurü6k. Dadurch wird unter Umständen die erforderliche Beleuchtungsstärke unterschritten. In diesen Fällen müssen die Lichtquellen ausgetauscht werden. Zuweilen ist schon eine frühere Auswechslung mit Rücksicht auf Stromkosten und Anschaffungspreis wirtschaftlich.

5. Die Beleuchtungseinrichtungen (Lampen und deren Zubeh6rteile, wie Schirme, Reflektoren, Glocken) darf man nicht so verschmutzen lassen, daß die Beleuchtungsstärken unter die vorgeschriebenen Werte hinabsinken. Es empfiehlt sich dringend eine periodische Reinigung der Leuchtgeräte. Daselbe gilt von der Decke und den Wänden des Raumes, soweit sie zur Beleuchtung mit beitragen.

6. Einer schädlichen Ansammlung von Abgasen und einer st6renden Wärmeentwicklung durch Lichtquellen muß vorgebeugt werden.

7. Bei der Anpassung der Beleuchtungseinrichtung an die künstlerische Ausstattung des Raumes dürfen notwendige lichtechnische Forderungen niemals zugunsten ästhetischer Rücksichten vernachlässigt werden.

An den Arbeitsstellen und Verkehrsgängen von Innenräumen muß künstliche Beleuchtung eingeschaltet werden, wenn die Tagesbeleuchtung unter die „empfohlenen Werte“ dieser Zeitsätze heruntersinkt.

Bei der Beleuchtung von Verkehrsanlagen ist die künstliche Beleuchtung erforderlich:

im Winterhalbjahr von ½ Std. nach Sonnenuntergang bis ½ Std. vor Sonnenaufgang;

im Sommerhalbjahr von ¼ Std. nach Sonnenuntergang bis ¼ Std. vor Sonnenaufgang.

Diese Zeiten gelten für Mitteldeutschland. In Süddeutschland ist die künstliche Beleuchtung etwas früher ein- und etwas später auszuschalten; in Norddeutschland umgekehrt. Auf die jeweiligen besonderen meteorologischen Verhältnisse (Nebel, starke Bewölkung, Unwetter usw.) ist Rücksicht zu nehmen.

Zu diesen Bestimmungen der DBG sind Erläuterungen erschienen, die für die Betriebsführung von Bedeutung sind. Sie werden von der Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin SW 19, geliefert.

Besonders wichtig ist es, darauf zu achten, daß die Lampen nicht zu sehr verstauben. Sie müssen in angemessenen Terminen gereinigt werden. Beim Reinigen dürfen die Glühlampen nicht zu stark erschüttert werden, damit der Faden nicht bricht.

Die von einer Lampe abgegebene Lichtmenge nimmt mit der Zeit etwas ab. Es ist deswegen aus wirtschaftlichen Gründen zu empfehlen, die Lampen nicht übermäßig lange zu benutzen und sie durch neue zu ersetzen, bevor ihr spezifischer Verbrauch zu stark gestiegen ist.

Bogenlampen sind für gewöhnliche Beleuchtungszwecke in den letzten Jahren fast ganz durch die Glühlampen verdrängt worden. Das ist darauf zurückzuführen, daß bei der Glühlampe die Bedienung und die Reparaturen sowie die Anschaffungskosten sehr gering sind bei einer relativ hohen Lichtausbeute.

§ 6.

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

a) Arbeiten unter Spannung sind im allgemeinen mit Ausnahme der in § 8 angeführten Fälle verboten.

b) Mit den Arbeiten an elektrischen Anlagen darf nicht früher begonnen werden, als abgeschaltet ist. Hat der Arbeitende nicht selbst abgeschaltet oder sind mehrere Personen an den Arbeiten beteiligt, so muß die mündliche oder schriftliche oder telephonische oder telegraphische Bestätigung der Abschaltung abgewartet werden. Diese Bestätigung hat unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile sowie des Namens und der Dienststellung der für die Abschaltung verantwortlichen Personen zu erfolgen.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage spannungsfrei gemacht werden soll, genügt nicht.

1. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Abschaltung sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

c) Um während der Arbeiten eine Spannungszuführung zur Arbeitstelle zu verhindern, sind — besonders bei fernbetätigten Schaltern oder Trennschaltern — nach Möglichkeit Maßnahmen zu treffen (Verriegelung von Schaltern, Entfernung von Schmelzsicherungen in Betätigungsstromkreisen oder dergleichen).

Bei Schaltern — mit Ausnahme von Mastschaltern —, Trennstücken oder dergleichen, mit denen ein Anlageteil spannungsfrei gemacht ist, muß für die Dauer der Arbeit ein Schild zuverlässig angebracht sein mit dem Hinweis, daß an dem zugehörigen Teil der elektrischen Anlage gearbeitet wird und nicht geschaltet werden darf.

Werden Schmelzsicherungen zur Abtrennung benutzt, so müssen die Schmelzeinsätze herausgenommen und sicher verwahrt werden. In solchen Fällen kann bei Spannungen bis 250 V gegen Erde von der Anbringung eines Schildes abgesehen werden.

Dem zuständigen Bedienungspersonal ist von der Vornahme der Arbeiten Kenntnis zu geben.

d) Das Berühren abgeschalteter Teile vor der unter g) geforderten Erdung und Kurzschließung ist verboten, da durch Induktion, atmosphärische Einflüsse oder unbefugtes Wiedereinschalten Gefahr droht.



e) Sind die Abschaltung und der spannungsfreie Zustand des Teiles der Anlage, an dem gearbeitet werden soll, und der in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle befindlichen Teile nicht durch Augenschein erkennbar, so muß vor Inangriffnahme der Arbeiten der spannungsfreie Zustand auf andere Weise festgestellt werden [siehe f) und Regeln 2 bis 4].

Bei fernbetätigten Trennschaltern muß die erfolgte Abschaltung durch Besichtigung der Trennschalter selbst festgestellt werden.

f) Das Prüfen auf Spannungsfreiheit darf nur mit dafür geeigneten Geräten vorgenommen werden (vgl. auch „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V“). Vor und nach Gebrauch ist der Spannungssucher auf seinen einwandfreien Zustand zu prüfen.

2. Der spannungsfreie Zustand kann auch festgestellt werden durch Verfolgung der Leitungsführung von der Trennstelle bis zur Arbeitsstelle entweder durch Sicht oder an Hand von Leitungsplänen oder durch beides.

3. Besonders ist darauf zu achten, daß der spannungsfreie Zustand nicht immer durch Herausnahme von Schaltern oder dergleichen allein sichergestellt ist, da noch Verbindungen durch Meß-, Ring-, Doppelleitungen usw. bestehen können oder eine Rücktransformierung, induktive bzw. kapazitive Beeinflussung oder dergleichen vorhanden sein kann.

4. Bei Arbeiten an Kabeln und Zubehörteilen, besonders beim Schneiden von Kabeln und Öffnen von Kabelmuffen, sollen sich die Arbeitenden zunächst vergewissern, ob sie das richtige Kabel vor sich haben. Erst dann darf unter Anwendung von Schutzmaßnahmen mit der Arbeit begonnen werden.

g) Zum Schutze gegen Gefährdung durch zufälliges oder versehentliches Wiedereinschalten oder gegen etwa vorhandene Rückspannungen sowie gegen Gefährdung durch Induktionsströme müssen an der Arbeitsstelle die Teile, an denen gearbeitet werden soll, geerdet und kurzgeschlossen werden. Für den Fall, daß bei der Arbeit die Leitung unterbrochen wird oder die Arbeiten an einer Unterbrechungstelle (z. B. Trennschalter) vorgenommen werden, muß an beiden Seiten der Unterbrechungstelle geerdet und kurzgeschlossen werden.

h) In Anlagen, in denen die Trennstellen aller zur Arbeitsstelle führenden Leitungen offen ersichtlich sind und etwaige Schaltungen nur innerhalb des Raumes, in dem die Arbeitsstelle liegt, vorgenommen werden können und Rückspannungen nicht zu befürchten sind, kann von einer Erdung und Kurzschließung der Arbeitsstelle abgesehen werden, auch dann, wenn die Leitung aufgetrennt wird.

i) In Freileitungsnetzen ist an der bzw. den in Frage kommenden Abschaltstellen grundsätzlich eine Erdung und Kurzschließung der Leitung, an der gearbeitet werden soll, vorzunehmen. Liegt die Arbeitsstelle in der Nähe der Trennstelle, so kann von der unter g) geforderten Erdung und Kurzschließung an der Arbeitsstelle abgesehen werden.

Erfolgt die Abschaltung durch Mastschalter, so kann man sich mit einer KurzschlieÙung an einem der nächsten Maste begnügen, wenn die Mastschalter gegen unbefugtes Wiedereinschalten gesichert sind. An der Arbeitsstelle ist aber stets eine behelfsmäßige Erdung für die Ableitung von Induktionströmen anzubringen, bei Auftrennung der Leitung auf beiden Seiten der Arbeitsstelle.

k) Erdungen und KurzschlieÙungen dürfen erst vorgenommen werden, nachdem sich der Arbeitende davon überzeugt hat, daß dies ohne Gefahr geschehen kann oder, wenn ihm die Abschaltung des betreffenden Teiles von einer verantwortlichen Person gemeldet ist. Vor Beginn der Arbeit ist stets zuerst zu erden und dann kurzzuschließen. Nach Beendigung der Arbeit ist zuerst die KurzschlieÙung und erst dann die Erdung aufzuheben.

l) In Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V kann von einer Erdung und KurzschlieÙung abgesehen werden, wenn der spannungsfreie Zustand durch Herausnahme der Sicherungen oder Trennstücke unbedingt sichergestellt ist. Die Öffnung des Schalters allein genügt nur, wenn die Wiedereinschaltung durch Unbefugte verhindert ist.

5. Bei Arbeiten an Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1000 V empfiehlt es sich immer, die Leitungen wenigstens kurzzuschließen.

m) Die Vorrichtungen für die Erdung und KurzschlieÙung (Erdungsstangen mit Seil oder Erdungsseile) müssen so beschaffen sein, daß sie einen sicheren Kontakt mit den zu erdenden und kurzzuschließenden Teilen gewährleisten. Die Seile sind so zu bemessen, daß sie den Kurzschlußstrom thermisch so lange aushalten, bis die Auslösung eines vor der Kurzschlußstelle liegenden Schalters eingetreten ist; ihr Querschnitt muß jedoch mindestens dem Leitwert von 25 mm<sup>2</sup> Kupfer entsprechen.

6. Seile sollen nur in feindrähtiger schmiegsamer Ausführung verwendet werden. Um ein Aufspießen zu verhindern, empfiehlt es sich, geflochtene oder umklöpelte Kupferseile zu verwenden.

Ketten sollen nicht verwendet werden.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten die Bestimmungen der Abschnitte Regel 4 und g) bis m) für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Bei geschlossenen Netzen, namentlich in Verbindung mit Transformatoren, ist besondere Vorsicht bezüglich Herbeiführung des spannungsfreien Zustandes notwendig, wie sich das z. B. auch aus ETZ 1915, S. 445 ergibt. Es ist also besondere Vorsicht bezüglich wirklich erreichter Spannungsfreiheit geboten. Durch leichtsinniges Handeln sind in solchen Fällen schon vielfach Unfälle vorgekommen, so daß diesbezüglich besondere Warnungen notwendig sind.

Die sichere Erreichung des spannungsfreien Zustandes ist zur Verhütung von Unfällen von höchster Bedeutung. Aus diesem Grunde sind

in den Errichtungsvorschriften auch an einigen Stellen besondere Einrichtungen, mit denen der spannungsfreie Zustand erreicht werden kann, vorgeschrieben.

Für feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume ist in § 31 der VES 1 vorgeschrieben, daß Stromverbraucher so eingerichtet werden müssen, daß sie zum Zwecke der Bedienung spannungslos gemacht werden können.

Im § 11 der VES 1 ist bestimmt, daß bei Hebelchaltern und mehrpoligen Dosenauschaltern die Schaltstellung erkennbar sein muß, während für Anlagen mit Spannungen von 1000 V und darüber nach § 11 der VES 2 vorgeschrieben ist, daß die Ein- und Ausschaltstellung der Kontakte außerhalb des Schalters angezeigt werden muß. Diese Anzeigevorrichtung muß so gebaut sein, daß sie nicht die Stellung des Antriebes, sondern die des Schalters selbst angibt. Am Antrieb des Öl Schalters muß der Schalt-sinn zweifelsfrei erkennbar sein. In der gleichen Anlage soll der Betätigung-sinn des Öl schalterantriebes und seiner Steuerorgane überall der gleiche sein.

Bezüglich der Anlässe, Steuer- und Widerstandsgeräte bestimmen die § 12 der VES 1 und § 14 der VES 2, daß auf jedem Gerät die Stellung, in der das Gerät eingeschaltet, und die, in der es ausgeschaltet ist sowie der Schaltweg deutlich zu kennzeichnen sind.

Nach § 9 der VES 2 sind in Stromerzeugung- oder -verteilungsanlagen die der Stromverteilung dienenden Abzweige einzeln oder gruppenweise durch Leistungschalter schaltbar. Jede Schaltanlage muß an Ort und Stelle als Ganzes und in weit verzweigten Anlagen auch in ihren wesentlichen Teilen (z. B. vor Öl schaltern) im Leerlauf durch Trennschalter mit erkennbaren Trennstellen spannungslos gemacht werden können. An Abzweigen (z. B. Öl schalterzellen), die keine eigenen Trennschalter haben, soll eine Aufschrift entsprechenden Inhaltes angebracht werden.

Können Öl schalter von beiden Seiten Spannung erhalten, z. B. in Ringleitungen, so sollen sich nach den VES 2 nicht nur vor, sondern auch hinter den Schaltern erkennbare Trennstellen befinden.

Die Schaltung von Schaltanlagen mit Sammelschienen ist nach den VES 2 so entworfen, daß jeder Abzweig oder jede Gruppe von Abzweigen von den Sammelschienen abtrennbar ist, oder es sind die einzelnen Sammelschienteile austrennbar eingerichtet.

Die Baugewerks-Berufsgenossenschaft schreibt in § 30 ihrer Unfallverhütungsvorschriften folgendes vor.

„Der Unternehmer oder sein Stellvertreter hat dafür zu sorgen, daß die Leistungen von Lieferanten des elektrischen Stromes stromlos gemacht oder gegen Berührung in zweckmäßiger Weise gesichert sind.“

Besondere Vorsicht ist in landwirtschaftlichen Anlagen notwendig; deswegen ist in dem Merkblatt für die Behandlung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft unter Nr. 10 ausdrücklich hervorgehoben, daß Arbeiten an und auf Gebäuden nur nach Abschaltung aller in der Nähe der Arbeitsstellen befindlichen Leitungen ausgeführt werden sollen. Die Sicherungen der betreffenden Stromkreise sollen entfernt und unter Ver-

schluß gehalten werden, damit kein Unberufener sie während der Arbeit einsetzen kann. Nach der Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft ist bestimmt, daß die Bedienung betriebsmäßig Hochspannung führender Teile, wie Masttransformatoren, der Anschluß von beweglichen Transformatoren oder von Hochspannungsmotoren, nur von besonders ausgebildeten Personen vorgenommen werden darf, die sich im Besitz eines schriftlich vom Elektrizitätswerk anerkannten Ausweises befinden.

In Bergwerken unter Tage ist gemäß § 21 der VES 1 festgelegt, daß an Verteilungsschaltanlagen die ankommenden Leitungen abtrennbar sein müssen. Die zu den Stromverbrauchern führenden Abzweigungen von Hauptleitungen müssen unter Spannung abtrennbar sein. Bei elektrischen Streckenförderungen unter Tage müssen Speiseleitungen nach § 42 der VES 1, die Gebrauchsspannungen gegen Erde führen, von der Stromquelle und an den Speisepunkten von den Fahrleitungen abschaltbar sein.

Über die Ausführung von Kurzschlußeinrichtungen an Freileitungen siehe ETZ 1914, S. 859 und Elektrizitätswirtschaft 1927, S. 571; über die Aufhebung von Kurzschließungen sind in § 7 Angaben gemacht.

Die Sicherheit der Herbeiführung des spannungsfreien Zustandes wird besonders durch das Vorhandensein eines übersichtlichen und zuverlässigen Schaltplanes unterstützt. Weiter sind von großer Bedeutung alle Einrichtungen, die zum Nachweis etwa vorhandener Spannungen dienen. Der VDE hat besondere „Leitsätze für Spannungsfucher bis 750 V“ aufgestellt, die am 1. April 1927 in Kraft getreten und ETZ 1927, S. 155 und 409; 1929, S. 874 und 1135 abgedruckt sind. Die wichtigsten Bestimmungen daraus sind folgende:

Spannungsfucher mit optischer Anzeige (Glühlampen) sind nicht als Handleuchter im Sinne der Vorschriften für Handleuchter anzusehen.

Normale Nennspannungen für Spannungsfucher sind: 250, 500, 750 V.

Die Nennspannung ist auf dem Spannungsfucher anzugeben.

Spannungsfucher für 500 V Nennspannung sollen einen Prüfbereich von 200 bis 500 V, Spannungsfucher für 750 V einen solchen von 500 bis 750 V aufweisen.

Die Spannungsfucher sollen den betriebsmäßigen und mechanischen Anforderungen standhalten und den Errichtungsvorschriften entsprechen.

Schaltvorrichtungen sollen den „Vorschriften für Geräte-Einbauschalter“ sinngemäß entsprechen.

Das Gehäuse der Spannungsfucher soll, soweit es aus Isolierstoff besteht, den an Handleuchter zu stellenden Anforderungen entsprechen. Bei Spannungsfuchern mit Glühlampen soll das Gehäuse Schutz gegen Splitterwirkung gewähren.

Die spannungsführenden Teile sollen auf feuerficheren Körpern angebracht sein.

Abdeckungen aus Isolierstoff, die im Gebrauch mit einem Lichtbogen in Berührung kommen können, sollen feuericher sein.

Alle Teile, auch die Schutzabdeckungen, sollen so befestigt sein, daß Lockerungen und Lageveränderungen im Gebrauch nicht eintreten können.

Der Berührung zugängliche Gehäuse und Griffe sollen, wenn sie nicht geerdet sind, aus nichtleitendem Baustoff bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet oder umkleidet sein.

Metallteile, für die eine Erdung in Frage kommen kann, sind mit einem Erdungsanschluß zu versehen.

Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile sollen gemäß § 3a) der Errichtungsvorschriften gegen zufällige Berührung geschützt sein, z. B. durch Kragen oder Manschetten an den Lastern.

Die vorn überstehende Länge der metallenen Prüfstifte soll 20 mm nicht überschreiten.

Die Zuleitungen sollen mit dem Gehäuse fest verbunden und beiderseits von Zug entlastet sein. Als Zuleitungen sind nur Gummischlauchleitungen zulässig, und zwar bis 250 V die mittlere (NMH) und über 250 V die starke Ausführung (NSH).

Alle Spannungsucher sollen am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen.

Es sind auch Bauarten von Spannungsuchern für Spannungen über 750 V bekannt, die teils als transportable, teils als fest angebrachte Anzeigeapparate arbeiten<sup>1</sup>.

Der VDE beabsichtigt „Leitfäße für Erdungstangen“ aufzustellen, die am 1. Januar 1933 in Kraft treten sollen. Vorläufig liegt nur ein Entwurf hierzu vor, der in ETZ 1931, S. 1395 veröffentlicht worden ist. Die wichtigsten Bestimmungen daraus sind nachstehend wiedergegeben:

Diese Leitfäße gelten gleichmäßig für Erdungstangen zur Verwendung sowohl in gedeckten Räumen als auch im Freien.

Bei allen Erdungen und Kurzschließungen soll entweder eine leitende Verbindung zwischen dem Standort des Bedienenden und der Erdungsleitung oder eine isolierende Unterlage für diesen zur Vermeidung von Schrittspannungen vorhanden sein. Dieser Standort darf auch zwecks Aufnahme der Arbeiten erst nach erfolgter Kurzschließung bzw. beim Beseitigen dieser erst nach vollständiger Aufhebung der Erdung verlassen werden.

Bei Erdungen auf Stahlmasten soll zur Vermeidung einer Gefährdung durch Berührungsspannung zwischen Mast und Mastumgebung der Mast erst nach Erdung von mindestens 2 Phasen verlassen werden. Hierbei sind die Erdungsseile von mindestens 2 Erdungstangen vor ihrer Erdung sowohl mit der Zuleitung zum Erder bzw. dem Stahlmast wie auch miteinander elektrisch gut leitend zu verbinden.

Die beim Verlassen des Mastes mögliche Gefährdung kann besonders in kleineren Netzen und in Netzen mit Erdschlußlöschung auch dadurch beseitigt werden, daß die Erdung der zweiten und allenfalls dritten Phase gar nicht mehr erfolgt, sondern daß vielmehr die Erdung der ersten Phase wieder aufgehoben wird, wenn bei der Erdung der zuerst geerdeten Phase festgestellt wurde, daß die Leitung noch unter Spannung steht, und daß wohl Erdschluß, aber noch kein Kurzschluß erfolgt ist.

Bei allen Erdungen auf Masten soll während der Vornahme der Erdung die unmittelbare Umgebung des Mastfußes nicht betreten werden.

<sup>1</sup> Näheres darüber siehe Kalender für Elektrotechniker, 1927/28, S. 330; ETZ 1908, S. 990 und 1921, S. 230 und El. Be. 1923, S. 155.

Erdungstangen müssen entweder aus Werkstoffen mit hinreichendem Isoliervermögen bestehen oder es muß bei Verwendung leitenden Materials im oberen Teil der Stange zwischen Handhabe und Kopfklemme ein besonderes Zwischenstück aus Isolierstoff eingesezt sein.

Besonderer Wert ist auf mögliche Handlichkeit bei der Bedienung sowohl hinsichtlich Form wie Gewicht der Erdungstange zu legen.

Der Querschnitt ist so zu bemessen, daß er den zu erwartenden Kurzschlußstrom thermisch so lange aushält, bis ein vor der Kurzschlußstelle liegender Schalter ausgelöst hat; Querschnitte unter  $25 \text{ mm}^2$  dürfen nicht verwendet werden.

Eine genügende Biegsamkeit des Erdungsseiles wird bei Verwendung von etwa 800 Adern bei  $25 \text{ mm}^2$  und von etwa 1600 Adern bei  $50 \text{ mm}^2$  erreicht.

Zur Vermeidung einer Berührung des unter Umständen bei Erdung von irrtümlich nicht abgeschalteten Leitungen oft nicht spannungslosen Erdungsseiles mit Personen muß das Erdungsseil längs der Strecke, bei der eine Berührung mit den Händen möglich ist, isoliert sein.

Die Kopfklemme der Erdungstange sowie die Erdanschlußklemme des Erdungsseiles müssen einen sicheren Flächenkontakt gewährleisten und für die höchste jeweils zu erwartende Stromstärke, mindestens jedoch für 200 A bemessen sein.

Infolge des isolierenden Dryüberzuges ist bei der Erdung von Aluminiumleitungen besondere Vorsicht geboten; empfohlen wird, durch mehrfaches Aufsetzen des Erdungstangentopfes auf das Seil die Kontaktstelle blank zu scheuern.

Erdungstangen und Zubehörteile sollen in brauchbarem Zustand erhalten sowie in angemessenen Zwischenräumen darauf untersucht werden.

Bezüglich der Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an Kabeln sei auch auf das S. 209 dieses Buches Gesagte verwiesen. Liegen mehrere Kabel zusammen und ist es nicht möglich, das spannungslose Kabel ohne weiteres herauszufinden, so ist ein Spannungsfucher zu verwenden, wie er heute von verschiedenen Firmen hergestellt wird, der es ermöglicht, spannungsführende und spannungsfreie Kabel einwandfrei zu erkennen. Auf jeden Fall dürfen dergleichen Arbeiten nur in dem vorher sichergestellten spannungsfreien Zustande unternommen werden.

## § 7.

### **Maßnahmen vor der Unterspannungsezung nach beendeter Arbeit.**

a) Mit der Einschaltung elektrischer Anlagen, in deren Bereich gearbeitet wurde, darf nicht früher begonnen werden, als die Freigabe zur Wiedereinschaltung durch die dafür verantwortliche Person (oder Personen) unter gegenseitiger Angabe der abgeschalteten Teile, des Namens und der Dienststellung mündlich oder schriftlich oder telephonisch oder telegraphisch erfolgt ist.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, zu dem die Anlage wieder eingeschaltet werden soll, genügt nicht.

1. Andere Nachrichtenmittel für die Bestätigung der Freigabe sind nur zulässig, wenn besondere Maßnahmen getroffen sind, die ein Mißverständnis ausschließen.

b) Diese Freigabe darf erst dann erteilt werden, wenn der betriebsmäßige Zustand der Anlage wieder hergestellt ist und außerdem die mit

der Arbeit betrauten Personen ihre Zustimmung gegeben haben. Auch müssen alle Schutzverkleidungen wieder angebracht sein.

Bei Aufhebung von Kurzschlüssen und Erdungen ist zuerst die Kurzschlußverbindung zu beseitigen.

Anlagen oder Teile derselben, die längere Zeit außer Betrieb waren, können unter Umständen feucht geworden sein; bei Wiedereinschalten ist deswegen größte Vorsicht geboten. Bei hoher Spannung empfiehlt es sich, diese langsam auf den normalen Wert zu erhöhen. Des weiteren sei auf die Bestimmung des § 6 bezüglich der Ausführung von Erdungen und Kurzschlüssen nochmals hingewiesen.

In der vom VDE aufgestellten Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft ist besonders hervorgehoben, daß die Bedienung betriebsmäßig Hochspannung führender Teile, wie Masttransformatoren, Anschluß von beweglichen Transformatoren oder Anschluß von Hochspannungsmotoren, nur von besonders ausgebildeten Personen vorgenommen werden darf, die sich im Besitz eines schriftlich vom Elektrizitätswerk anerkannten Ausweises befinden. Ferner sind für die Inbetriebsetzung eines fahrbaren Transformators folgende Angaben gemacht:

1. Stelle den Transformatorwagen nach dem Anfahren so auf, daß die einzuhängenden Anschlußleitungen zum Mastschalter möglichst straff sind und keinesfalls auf dem Wagendach aufliegen.

2. Bringe die Erdungen sehr gut an. Setze Wert auf guten Zustand der Klemmverbindungen.

3. Hänge bei offenem Mastschalter die Anschlußleitungen mittels Schaltstange ein.

4. Schließe das Kabel zum Motorwagen im Transformatorwagen an.

5. Führe das Kabel über kleine Holzgabeln. Lasse es nicht auf der Erde liegen.

6. Friedige den Transformatorwagen ein und hänge die Warnungsschilder an.

7. Stelle den Isolierschemel neben den Schaltermast und schließe vom Schemel aus den Mastschalter mittels Schaltstange oder Winde. Einschalten ohne Benutzung des Schemels ist unter allen Umständen verboten.

8. Lasse nach der Schließung durch eine Winde die Kurbel in der Winde stecken.

Für die Außerbetriebsetzung eines fahrbaren Transformators sind nach der vom VDE aufgestellten Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannungen in der Landwirtschaft folgende Bestimmungen maßgebend.

1. Setze den Motor außer Betrieb.

2. Öffne den Mastschalter unter Benutzung des Isolierschemels mittels der Winde oder der Schaltstange.

3. Sänge die Schaltstange aus dem Mastschalterhebel aus, bzw. nimm die Kurbel aus der Winde heraus.

4. Sänge die Hochspannungs-Anschlußleitung vom Mastschalter nur mittels Schaltstange ab. Dann erst nimm den weiteren Abbau vor.

5. Rolle das Rabel auf und überzeuge dich, daß Türen und Steckdosen am Transformator- und Motortwagen gut verschlossen sind.

Daß gerade die fahrbaren Transformatoren eine besondere Gefahrenquelle darstellen, geht aus dem von H. Schuch im Reichsarbeitsblatt Band V, 1925, S. 561 erstatteten Bericht, der auszugsweise ETZ 1926, S. 314 wiedergegeben ist, hervor.

In landwirtschaftlichen Anlagen kommt es oft vor, daß sie ganz oder teilweise mehrere Monate hindurch nicht gebraucht werden. Während dieser Ruhepausen können aber leicht Beschädigungen vorgekommen sein, besonders werden die Motoren und Anlasser in dieser Zeit der Nichtbenutzung verstauben, und es sollte eigentlich selbstverständlich sein, daß eine solche Anlage vor Wiedereinschaltung erst auf ihre Ordnungsmäßigkeit hin geprüft wird. Leider wird aber darauf viel zu wenig geachtet, was zur Folge hat, daß bei der Wiedereinschaltung Störungen, z. T. unangenehmer Natur, eintreten können. Näheres darüber siehe ETZ 1927, S. 1911.

#### § 8.

### Arbeiten unter Spannung.

a) Alle Arbeiten unter Spannung dürfen nur durch besonders damit beauftragte und mit der Gefahr vertraute Personen ausgeführt werden. Zweckentsprechende Schutzmittel sind bereitzustellen und zu benutzen; sie sind von dem Benutzer vor Gebrauch nachzusehen [siehe § 2c) und 3<sup>1</sup>]. Die Arbeiten dürfen nur mit dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden.

b) Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sind nur in Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde gestattet und auch nur dann, wenn es aus Betriebsrücksichten nicht zugänglich ist, die Teile der Anlage, an denen selbst oder in deren unmittelbarer Nähe gearbeitet werden soll, spannungsfrei zu machen [Ausnahmen siehe e) und f)].

1. Solche Betriebsrücksichten werden im allgemeinen vorliegen:

Bei Betriebsarbeiten in Leitungsnetzen der Elektrizitätswerke, besonders bei Ausführung von Hausanschlüssen, Umschaltung von Leitungen und dergleichen, wenn mit einer Abschaltung die Stromversorgung einer größeren Zahl von Abnehmern unterbrochen werden würde; auch kann die Rücksicht auf einzelne wichtige Abnehmer ein Arbeiten unter Spannung notwendig machen.

Ebenso kann in wichtigen Betrieben, deren Erzeugnisse durch Störung des Herstellungsvorganges entwertet werden, ein Arbeiten unter Spannung erforderlich sein.



c) Bei Anlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur in Notfällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden [Ausnahmen siehe g) und h)].

d) In feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räumen sind bei Spannungen über 250 V gegen Erde Arbeiten unter Spannung verboten; bei Spannungen bis 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nur in besonderen Ausnahmefällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden.

e) In feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen sowie in schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind Arbeiten unter Spannung verboten.

f) An Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde dürfen Arbeiten unter Spannung nicht vorgenommen werden.

g) An Akkumulatoren sind Arbeiten unter Spannung bei Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen gestattet. Eine geeignete und unterwiesene Person ist nur bei Betriebsspannungen von 1000 V und darüber erforderlich.

h) In Prüffeldern und Laboratorien sind Arbeiten unter Spannung auch bei Spannungen über 250 V gegen Erde zulässig, jedoch dürfen mit ihnen nur Personen betraut werden, die ausreichendes Verständnis für die vorhandenen Gefahren besitzen und sich ihrer Verantwortung bewußt sind.

i) Die Bestimmungen unter b), c) und d) gelten in Elektrizitätswerks- und Industrieanlagen mit der Maßgabe, daß an Stelle von Spannungen bis 250 V gegen Erde eine Betriebsspannung von 500 V tritt.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten die Bestimmungen der Abschnitte c) und e) bis h) für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Das Ausführen von Arbeiten unter Spannung schließt eine große Gefahr in sich, und es ist deswegen notwendig, auf die Verantwortung, die dadurch entsteht, hinzuweisen. Durch leichtsinnige Handhabung der diesbezüglichen Vorschriften sind vielfach Unfälle vorgekommen, deren Vermeidung unbedingt angestrebt werden muß. In Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde erweist es sich aber in manchen Fällen doch als notwendig, Arbeiten unter Spannung auszuführen. Abgesehen von solchen Fällen, wo es sich um Netzteile handelt, an die lebenswichtige Betriebe, wie Bahnhöfe, Krankenhäuser usw. angeschlossen sind, und bei denen eine Abschaltung schon immer auf große Schwierigkeiten stieß, hat sich in früheren Jahren eine Abschaltung durch Verlegung der Arbeiten in die Zeit des geringsten Stromkonsums, also in die Mittags- und Nachmittagsstunden, ermöglichen lassen. Durch den ständig wachsenden An-

schluß gewerblicher Betriebe an die Niederspannungsnetzwerke sah man sich jedoch schon vor mehreren Jahren infolge vielfacher Klagen aus diesen Abnehmerkreisen über die wirtschaftlichen Schädigungen durch die Unterbrechung der Energieversorgung dazu gezwungen, die Ausführung der Arbeiten auf die frühesten Morgenstunden sowie auf die Sonntage zu verlegen. Im Laufe der weiteren Entwicklung stieß jedoch auch die Abschaltung zu dieser Zeit auf stetig wachsende Schwierigkeiten. Erstens war es angesichts der Zunahme von Neuanschlüssen nicht mehr möglich, mit dem vorhandenen Personal die erforderlichen Arbeiten in den frühesten Vormittagsstunden und an den Sonntagen zu bewältigen. Weiterhin nahm die Einführung von elektrischen Haushaltapparaten in den letzten Jahren einen derartigen Umfang an, daß bei Abschaltungen auch die früher weniger in Mitleidenschaft gezogenen Kleinabnehmer von den Stromunterbrechungen stark betroffen wurden, so daß sich der Kreis der Beschwerdeführenden immer mehr vergrößerte. Infolge der zunehmenden Einführung der elektrischen Antriebe für Kirchenglocken und Orgeln sowie der Kirchenheizung konnten auch an Sonntagen die Verteilungsnetze nicht mehr abgeschaltet werden. Die Elektrizitätswerke sind daher seit langem gezwungen und halten es zum normalen Betriebe eines Elektrizitätswerkes gehörig, täglich Arbeiten, insbesondere die Anbringung von Abzweigen in den Niederspannungsnetzen, unter Spannung ausführen zu lassen. Die Notwendigkeit zur Ausführung derartigen Arbeiten unter Spannung ergab sich auch daraus, daß die Ausgestaltung der Netze teilweise die Herstellung eines spannungsfreien Zustandes von Zweigleitungen überhaupt nicht oder nur mit Schwierigkeiten ermöglicht, da z. B. durch die Schaltdrähte für Straßenbeleuchtung die Spannung von dem nicht abgeschalteten, unter Spannung stehenden Teile des Netzes auf die abgeschaltete Zweigleitung übertragen wird.

Die Ausführung der Arbeiten wird bei Kabelnetzen natürlich so vorgenommen, daß das unter Spannung stehende Hauptkabel sowie das Anschlußkabel ohne Freilegung spannungsführender Teile so weit zum Anschluß vorbereitet werden, daß nur noch die bereits angelöteten Klemmen der abgehenden Kabeladern an die durchgehenden Adern nach Aufschneiden der abgedundenen Aderspilation anzuklemmen sind, daß also die Zeit, während welcher wirklich unter Spannung gearbeitet wird, auf das technisch geringstmögliche Maß beschränkt wird. Selbstverständlich müssen die Monteure für diese Arbeiten besonders unterwiesen und herangebildet werden und es dürfen auch nur besonders geschickte Monteure mit diesen Arbeiten betraut werden. Fernerhin müssen auch die für diese Arbeiten im § 3, Regel 1, dieser Betriebsvorschriften aufgeführten Schutzmittel, wie Abdeckungen usw., zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise werden bei den Werken Abzweigungen in Niederspannungskabelnetzen unter Spannung angebracht, ohne daß Unfälle bei diesen Arbeiten eingetreten sind. Es läßt sich die Ausführung solcher Arbeiten aus betriebstechnischen Gründen heute nicht mehr umgehen. Wenn sie durch geschultes Personal und unter Beachtung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln vorgenommen

werden, besteht aber nach den Erfahrungen der Werke kaum eine Unfallgefahr.

Bediensungs-, Wartungs- und Reinigungsarbeiten, die, wie das Einsetzen von gefahrlos hantierbaren Sicherungen, das Ölen von Maschinen usw., zum regelmäßigen Betriebe gehören und durch richtige Ausführung gefahrlos gemacht sind, fallen nicht unter diese Bestimmung. Bezüglich der Schmelzsicherungen, die nicht spannungslos gemacht werden können, ist in § 14 der VES 1 deshalb auch verlangt, daß sie so gebaut oder angeordnet sein sollen, daß sie auch unter Spannung gegebenenfalls mit geeigneten Hilfsmitteln von unterwiesenem Personal ungefährlich müssen ausgewechselt werden können.

Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik hat in den VDI-Nachrichten Nr. 1, 1927 und El. Be. 1927, S. 10 besonders darauf hingewiesen, daß auch die Gebrauchsspannungen lebensgefährlich wirken können. Die große Zahl der tödlichen Unfälle an Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde beweist leider, daß die Annahme, solche Spannungen seien ungefährlich, irrtümlich ist. Der Umstand, daß beim Spannungsprüfen mit den Fingern durch das Berühren spannungsführender Teile in der Regel keine Gesundheitschädigungen eintreten, hat zu dieser irrigen Annahme geführt. Die Lebensgefahr in diesen Fällen tritt aber auf, sobald gleichzeitig ein mehr oder weniger gut mit der Erde in Zusammenhang stehender Metallteil berührt wird, z. B. die Zentralheizung, eine Gas- oder Wasserleitung, eine Werkzeugmaschine usw. Prüft jemand z. B. im Freien oder auf leitendem Boden stehend, mit den Fingern, so geht nicht nur ein Strom vom einen Finger zum anderen, sondern auch noch durch den Körper zur Erde.

Tritt ein solcher Unfall unter Spannung ein, so wird das Gericht durch Zeugenvernehmung feststellen, ob tatsächlich ein Zwang zum Arbeiten unter Spannung vorlag. Wenn der Beamte die Notwendigkeit des Arbeitens unter Spannung nicht beweisen kann, wird er sich in der Regel außer der Bestrafung noch einer Schadenersatzklage aussetzen, die ihn unter Umständen zur Erstattung aller Kosten für die ärztliche Behandlung, den Krankenhausaufenthalt und der Rente für den Verunglückten oder dessen Hinterbliebenen zwingt.

Die Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft weist noch besonders darauf hin, daß die Bedienung betriebsmäßig hochspannungsführender Teile, wie Masttransformatoren, Anschluß von beweglichen Transformatoren oder Anschluß von Hochspannungsmotoren, nur von besonders ausgebildeten Personen vorgenommen werden darf, die sich im Besitz eines schriftlich vom Elektrizitätswerk anerkannten Ausweises befinden.

In feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räumen ist das Spannunglosmachen dadurch erleichtert, daß durch § 31 der VES 1 vorgeschrieben ist, die nach diesen Räumen führenden Leitungen allpolig

abtrennbar zu machen. Nach der gleichen Stelle müssen auch Stromverbraucher so eingerichtet sein, daß sie spannungslos gemacht werden können.

Die nach Schlagwettergefährdeten Grubenräumen führenden Leitungen müssen nach § 41 der VES 1 und § 32 der VES 2 von nichtschlagwettergefährdeten Räumen oder von über Tage aus allpolig abschaltbar sein.

### § 9.

#### **Arbeiten in der Nähe von Spannung führenden Teilen.**

a) Muß an einer Stelle gearbeitet werden, von der aus Spannung führende Teile mittelbar oder unmittelbar (z. B. durch Werkzeuge) berührt werden können, so ist die Gefahrzone durch Schranken, einschiebbare Wände oder dergleichen abzusperren oder die Spannung führenden Teile sind durch isolierende Abdeckungen (z. B. Gummimatten) der zufälligen Berührung zu entziehen.

b) Der Arbeitende hat stets darauf zu achten, daß er nicht einen Teil seines Körpers oder einen leitenden Gegenstand mit Spannung führenden Teilen in Berührung bringt. Die Arbeiten dürfen nur mit dicht anschließender Kleidung ausgeführt werden. Für einen festen Standort ist zu sorgen.

c) Arbeiten an Starkstrom- oder Fernmeldeleitungen in gefahrbringender Nähe von Leitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde sind nur gestattet, wenn die letztgenannten Leitungen abgeschaltet, geerdet und kurzgeschlossen oder sonstige ausreichende Schutzmaßnahmen [vgl. a) und g]) getroffen sind.

Bei Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde, deren Leitungen unter Spannung stehen, sind Anstreich- und Ausbesserungsarbeiten nur bis auf 2 m unterhalb des untersten Querträgers zulässig, es sei denn, daß die Abstände der Leitungen von dem Mastschaft eine Annäherung auf weniger als 2 m ausschließen oder die Leitungen gegen Berührung geschützt sind.

d) Die Nachprüfung des Isolationzustandes von Kettenisolatoren ist nur zulässig, wenn durch geeignete Maßnahmen eine gefährliche Annäherung an die Spannung führenden Leitungen verhindert wird. Die hierzu benötigten Meßstangen müssen eine ausreichende Sicherheit gegen Übertritt von Spannung auf den Bedienenden haben.

Die Verwendung von Meßstangen aus Hartpapier und ähnlichem Baustoff bei feuchtem Wetter ist verboten.

e) Liegen mehrere Stromkreise mit Spannungen über 250 V gegen Erde auf gemeinsamem Gestänge, so dürfen Arbeiten an einem — vorher abzuschaltenden — Stromkreis nur vorgenommen werden, wenn sich die anderen nicht abgeschalteten Stromkreise nicht in gefahrbringender Nähe befinden und Vorsorge gegen eine Verwechslung der Stromkreise getroffen ist.

Ein unter der Arbeitstelle liegender Stromkreis muß abgeschaltet und wenigstens an der Arbeitstelle geerdet und kurzgeschlossen werden. Von der Abschaltung kann abgesehen werden, wenn es sich um eine wichtige Leitung handelt, deren Abschaltung eine schwere Schädigung für das versorgte Gebiet bedeutet und, wenn der Abstand zwischen der Arbeitstelle und der darunter liegenden, Spannung führenden Leitung so groß ist, daß für das arbeitende Personal auch beim Handhaben der Werkzeuge keine Berührungsfahr besteht. Das Personal ist auf die erhöhte Gefahr besonders aufmerksam zu machen.

1. Empfohlen wird, die verschiedenen Stromkreise mit vom Erdboden und von jedem Querträger aus deutlich erkennbaren Unterscheidungsmerkmalen (Zahlen, Zeichen, Farben oder dergleichen) zu versehen.

f) Laufen neben Starkstrom- oder Fernmeldeleitungen, an denen gearbeitet werden soll, Leitungen mit Betriebsspannungen von 30 kV und darüber an gleichen oder benachbarten Gestängen parallel — gleichgültig, ob an der Arbeitstelle selbst oder an einer entfernten Stelle —, so ist zum Schutze gegen Gefährdung durch Induktionströme an der Arbeitstelle selbst die Leitung zu erden und kurzzuschließen. Soll eine Leitung unterbrochen oder verbunden werden (z. B. an einer Schlaufe), so muß Erdung und Kurzschließung sowohl vor als auch hinter der Arbeitstelle erfolgen. Stets ist zuerst zu erden und dann kurzzuschließen und beim Entfernen dieses Schutzes zuerst die Kurzschließung und dann die Erdung aufzuheben [siehe auch § 6g)].

Beim Besteigen von Masten für Freileitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde, an denen Fernmeldeleitungen geführt sind, sind diese zu erden und kurzzuschließen, auch wenn die Leitungen mit Spannungen über 250 V gegen Erde bereits abgeschaltet sind.

g) Werden Leitungen oberhalb oder unterhalb zu kreuzender Leitungen gezogen, die mit Spannungen über 250 V gegen Erde betrieben werden und unter Spannung bleiben müssen, so ist durch besondere Vorrichtungen oder Maßnahmen dafür zu sorgen, daß sie beim Spannen nicht gegen die zu kreuzenden Leitungen schlagen können. Prelldrähte sind gegen das Anschlagen an die Spannung führenden Leitungen zu sichern, sofern nicht der Abstand der Prelldrähte von den Spannung führenden Leitungen eine gegenseitige Berührung ausschließt.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten die Bestimmungen der Abschnitte c) bis g) für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

Ebenso wie das Arbeiten unter Spannung vielfach zu Unfällen geführt hat, ist auch das Arbeiten in der Nähe von spannungsführenden Teilen, namentlich, wenn die Spannung erhebliche Werte annimmt, mit besonderer Gefahr und Verantwortung verknüpft. Insbesondere sei auch hier wieder auf die vielfach vorgekommene leichtsinnige Unterschätzung dieser Gefahren hingewiesen.

Die Baugewerks=Berufsgenossenschaft hat in ihren Unfallverhütungsvorschriften folgende Bestimmung:

„In der Nähe von ungeschützten, spannungsführenden blanken Leitungen oder Apparaten bei Hochspannung auch von isolierten Leitungen oder Apparaten dürfen Arbeiten nur dann vorgenommen werden, wenn die Leitungen oder Apparate entfernt oder stromlos gemacht sind. Die Leitungen dürfen erst dann wieder unter Spannung gesetzt werden, wenn Vorkehrungen getroffen sind, die die Berührung eines spannungsführenden Teiles verhüten.“

Die Betriebsanweisung für die Bedienung elektrischer Starkstromanlagen für Hochspannung in der Landwirtschaft bestimmt, daß die Bedienung betriebsmäßig hochspannungsführender Teile, wie Masttransformatoren, Anschluß von beweglichen Transformatoren oder Anschluß von Hochspannungstransformatoren, nur von besonders ausgebildeten Personen vorgenommen werden darf, die sich im Besitz eines schriftlich vom Elektrizitätswerk anerkannten Ausweises befinden.

## Anhang.

### I. Schematische Darstellungen.

a) Für jeden elektrischen Betrieb soll ein Schaltplan vorhanden sein; er kann aus mehreren Teilen bestehen.

b) Die Schaltpläne sollen enthalten:

α) Stromarten und Spannungen,

β) Anzahl, Art und Stromstärke der Stromerzeuger, Transformatoren und Akkumulatoren,

γ) Art der Abschaltung und Sicherung der einzelnen Teile der Anlage,

δ) Angabe der Leitungsquerschnitte,

ε) die notwendigen Angaben über Stromverbraucher.

1. Für die Schaltpläne sollen die in den Normblättern DIN VDE 710 bis 717 festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder verwendet werden. Für einfachere Darstellungen sollen die Schaltzeichen, für eingehendere die Schaltbilder verwendet werden. Das Muster eines Schaltplanes zeigt das Normblatt DIN VDE 719.

2. In den Schaltplänen sollen die Angaben über Stromverbraucher so weit eingetragen werden, als sie zur sicherheitstechnischen Beurteilung der einzelnen Teile der Anlage erforderlich sind. Im allgemeinen wird es genügen, wenn die Schaltpläne bis zu den letzten Verteilungssicherungen durchgeführt und die Querschnitte der einzelnen Abzweigleitungen sowie die Zahl und die Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben werden; bei Lichtstromkreisen wird häufig die angenäherte Angabe der Lampenzahl genügen.

3. Mehrpolige Leitungen und Apparate können im allgemeinen einpolig bezeichnet werden; in diesem Falle ist die Leiterzahl durch eine entsprechende Zahl von Querstrichen senkrecht zum Hauptleitungszug kenntlich zu machen.

4. Wenn in den Schaltplänen auf die Eigenart einzelner Räume hingewiesen werden soll, genügt die Eintragung der Nummer des für die Räume maßgebenden Paragraphen der Errichtungsvorschriften; z. B. bedeutet § 95 einen „explosionsgefährdeten Raum“ nach den Errichtungsvorschriften VES 1.

Eine Zusammenstellung der Normblätter für Bildzeichen, Kennfarben, Schaltzeichen und Schaltbilder ist bei dem Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdener Str. 97, als DIN-Taschenbuch 2 herausgegeben und sowohl durch den genannten Verlag als auch durch die Geschäftsstelle des VDE erhältlich.

Nach dem dritten Absatz des § 1b) dieser Vorschriften gelten die Bestimmungen über schematische Darstellungen für den Betrieb von Hausinstallationen nicht. Was hier unter Hausinstallationen zu verstehen ist, gibt § 1q) an. (Siehe S. 12 dieses Buches.)

In Teil III dieses Buches ist ein Auszug der wichtigsten Schaltzeichen und Schaltbilder nach den Normenblättern DIN VDE 710 bis 717 gegeben.

## II. Warnungsschilder und Warnungstexte.

a) Soweit für Blitzpfeile und Warnungstexte besondere Schilder verwendet werden, sind die unter c) in Abb. 1 bis 6 angegebenen Schildgrößen A bis F möglichst einzuhalten. Schilder und Schrift sollen haltbar und wetterbeständig sein.

b) Für Warnungstexte gilt als Regel schwarze Schrift auf gelbem oder hellem metallenen Grund. Als Schrift soll Blockschrift mit großen und kleinen Buchstaben ohne Schnörkel benutzt werden, damit sie schon in größerer Entfernung deutlich lesbar ist.

Bei Blechschildern sollen Schrift und Blitzpfeil (nach DIN VDE 6) möglichst erhaben geprägt sein.

c) Warnungsschilder mit Blitzpfeilen sind in Anlagen mit Betriebsspannungen über 250 V gegen Erde zu verwenden. In Anlagen mit Betriebspannungen bis 250 V gegen Erde soll der Blitzpfeil nur an Stellen mit erhöhter Gefahr angebracht werden.

### Beispiele:

Schild nach Abb. 1 ist für Zugangstüren zu größeren Werken oder



Abb. 1. Größe A = etwa 30 × 20 cm.



Abb. 2. Größe B = etwa 30 × 20 cm.

Werkstätten oder zum Anheften an andere, in die Augen fallende Stellen bestimmt, an denen täglich viele Menschen verkehren, z. B. im Hofe eines

Elektrizitätswerkes, in der Montagehalle einer Maschinenfabrik, auf der Hängebank und im Füllort einer Grube.

Schild nach Abb. 2 ist in Zugängen zu Schalträumen (auch für die



Abb. 3. Größe C = etwa 20×12 cm.



Abb. 4. Größe D = etwa 12×20 cm.

Innenseiten von Schaltsäulen) an einzelnen Maschinen, an Freileitungsmasten bei Wegekrenzungen anzubringen.

Schild nach Abb. 3 ist für Schaltstationen und für Stellen geeignet, an denen Prüf- und Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden.

Schild nach Abb. 4 dient z. B. für Maste, Träger, Verkleidungen usw.

Schilder nach Abb. 5 und 6 sind ausschließlich für Anlagen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde bestimmt, falls keine erhöhte Gefahr



Abb. 5.

Größe E = etwa 12×20 cm.



Abb. 6.

Größe F = etwa 20×12 cm.



Abb. 7.

Größe G = etwa 30×20 cm.

vorliegt [vgl. § 3g)]. Sie sollen Bauhandwerker, Maler, Dachdecker, Schornsteinfeger u. a. zur Vorsicht ermahnen.

Andere Warnungsschilder und -texte sind zulässig, wie Texte, die auf eine besondere Gefahr aufmerksam machen, die mit der Vornahme einzelner Arbeiten verbunden ist, z. B. Größe G nach Abb. 7.




Auf Blechtafeln gedruckte Warnungsschilder werden diesen Vorschriften entsprechend von der Firma F. Ed. Wunderle, Mainz-Kastel, geliefert. Sie besitzt für diese Ausführung das alleinige Nachdruckrecht.




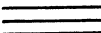
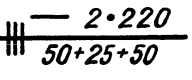
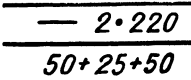
### III. Verschiedenes.




#### A. Die wichtigsten Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen.



##### I. Stromsysteme und Schaltarten. DIN VDE 710.

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
201			Gleichstrom
205			Dreiphasen-Wechselstrom von 50 Hz.
219			Nullpunkt-Klemme allgemein

##### II. Verteilungs- und Leitungspläne. DIN VDE 711.

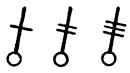
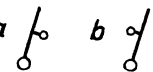
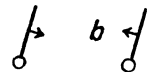


Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
313			Leitung aus 3 Leitern allgemein oder Freileitung bzw. unterirdisch Bemerkung: Falls erwünscht, sind anzugeben: die Stromart und die Spannung in Volt über dem Leitungstrich, Zahl und Querschnitte der Leiter in mm <sup>2</sup> und die Länge der Leitung in km unter dem Leitungstrich, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen
318			Leitung für 2 × 220 V Gleichstrom, bestehend aus 3 Leitern zu 50 + 25 + 50 mm <sup>2</sup>

Nr.	Schaltzeichen	Benennung
323		Freileitung an Holzmasten
324		Freileitung an Stahlmasten
325		Freileitung an Stahlgittermasten
326		Freileitung an Eisenbetonmasten

Nr.	Schaltzeichen	Benennung
327		Freileitung auf Stützpunkt mit Zuganker
328		Freileitung auf Stützpunkt mit Strebe

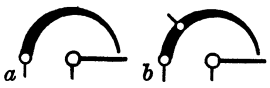

### III. Apparate, Maschinen und Meßgeräte.

#### Allgemeines DIN VDE 712




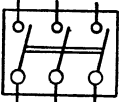

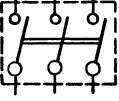

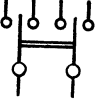

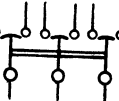

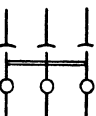

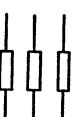


Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
402			Querstriche zur Kennzeichnung von 1-poligen, 2-poligen oder 3-poligen Schaltgeräten
406		wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Auslösung: a) durch Hilfstrom, b) durch Spannungsrückgang
407		wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Auslösung: a) durch Überstrom, b) durch Unterstrom
408		wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Auslösung durch Überstrom—Rückstrom
409		wie Schaltzeichen	Besonderes Zeichen für Fernschalter: Ein- und Ausschalten durch Hilfstrom


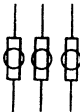

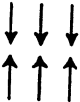



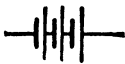
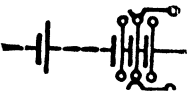
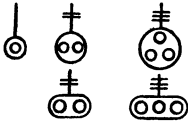
### IV. Verbindungs-, Unterbrechungs- und Sicherheitsapparate.

#### DIN VDE 713

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
502		wie Schaltzeichen	Anlasser a) für Reihenschlußmotoren, b) für Nebenschlußmotoren
505		wie Schaltzeichen	Anlasser für Drehstrommotoren

Einschalt-  
richtung  
rechts oder  
links, hier  
von rechts  
nach links  
wieder-  
gegeben

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung	
507		wie Schaltzeichen	Stern-dreieckschalter	
509		wie Schaltzeichen	Nebenschluß- regler, Erregerregler, mit Kurzschluß- kontakt	Einschalt- richtung rechts oder links, hier von rechts nach links wiedergegeben
516			Ölschalter	
517			Schalter in Gußeisen gekapselt	
519			Umschalter für 2 Wege, mit Unter- brechung	
521			Umschalter für 2 Wege ohne Unter- brechung	
524			Trennschalter mit Drehpunkt, ein- fache Unterbrechung	
527			Sicherung, allgemein	
528			Streifensicherung	

Nr.	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
530			Schraubſicherung
535			Funkenſtrecke als Überſpannungſchutz
539		wie Schaltzeichen	Durchſchlagsſicherung
542		wie Schaltzeichen	Erdung
543		wie Schaltzeichen	Erdung über Kapazität
546		wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie, allgemein
550		wie Schaltzeichen	Doppelzellenschalter
553		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung

V. Transformatoren.

DIN VDE 714

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),



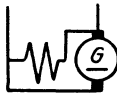











rechts oben und unten = Spannungen in V.

Die Schaltart wird durch die in die entsprechenden Kreise einzusetzenden allgemeinen Schaltzeichen in der nach den RET festgelegten Lage angegeben. Die Schaltgruppe nach RET wird rechts neben der Mitte des Schaltzeichens oder Schaltbildes eingetragen.

607				Drehstrom-Trans- formator Schaltgruppe $A_3$ mit Nullpunkt- klemme 100 kVA 50 Per/s 6000/400 V
614				Regelbarer Trans- formator a) Drehtrans- formator b) Stufentrans- formator

## VI. Maschinen und Umformer.

DIN VDE 715.

Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpilig	
701			Generator, allgemein
706			Nebenschluß- Gleichstrom- Generator  Der Motor wird gekenn- zeichnet durch <i>M</i>
716			Synchron-Generator, 3-phasig
718			Synchron-Generator, 3-phasig, in Stern geschaltet
722			Asynchron-Motor, 3-phasig, mit Schleifringläufer
725			Synchron-Generator mit an- gebauter Erregermaschine
727			Drehstrom - Gleichstrom - Ein- anker-Umformer, 3-phasig
730			Gleichrichter, 3-phasig

### VII. Meßgeräte.

DIN VDE 716, Blatt 1.

#### 1. Anzeigende Meßgeräte.

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung	Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpilig				einpolig	mehrpilig	
802				Spannungsmesser	810			Leistungsfaktormesser
804				Strommesser	813			Frequenzmesser
805				Wirkleistungsmesser allgemein	814			Stromrichtungszeiger
807				Drehstrom gleich belastet	815			Isolationsmesser
808				Drehstrom ungleich belastet				

#### 2. Schreibende Meßgeräte, Zähler und Zusatzapparate.

817				Schreibendes Meßgerät, allgemein	825			Wattstundenzähler für Vierleiter-Drehstrom
819				Zähler, allgemein				

### VIII. Relais.



DIN VDE 716, Blatt 2.

Zur Unterscheidung der Bedeutung der Relaisglieder ist bei der Darstellung das Verhältnis — Breite : Höhe — zu wählen: für Primär-, Sekundär- und Hilfsrelais 2 : 3 (Nr. 850 bis 852), Ablaufglieder 1 : 1 (Nr. 853 bis 860), Ansprechglieder 2 : 1 (Nr. 861 bis 864) und für Richtungsglieder 3 : 1 (Nr. 865 bis 868).



Nr.	Schaltzeichen		Benennung	Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpilig			einpolig	mehrpilig	
850			Primärrelais, allgemein	851			Sekundärrelais, allgemein
				852			Hilfsrelais, allgemein

**Glieder für Sekundärrelais.**



**a) Ablaufglieder.**

Nr.	Schaltzeichen		Benennung
	einpolig	mehrpilig	
853			Sekundärrelais mit Ablaufglied für Zeitablauf a) allgemein





**b) Ansprechglieder.**

861			Sekundärrelais mit Ansprechglied a) allgemein
-----	---	---	--

**c) Richtungsglieder.**

865			Sekundärrelais mit Richtungsglied, allgemein
-----	---	---	---

**d) Kontaktvorrichtungen.**

869			Arbeitskontakt
870			Ruhekontakt

**e) Melderelais.**

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpilig		
877		wie einpolig	wie Schaltzeichen	selbsttätig
878		wie einpolig	wie Schaltzeichen	rückstellbar
879		wie einpolig	wie Schaltzeichen	umstellbar

Die Relaisglieder können zusammengesetzt werden z. B.:



Zweipoliges Relais mit Ansprechglied Ablaufglied



Kombiniertes Relais mit Ansprechglied Ablaufglied Richtungsglied



### IX. Meßwandler.

DIN VDE 716, Blatt 3.

Nr.	Schaltzeichen		Schaltbild	Benennung
	einpolig	mehrpoleig		
826				Nebenwiderstand zu Strommessern
827				Stromwandler, allgemein
832				Spannungswandler, allgemein

Die Meßwandler werden zur Kennzeichnung der Bauweise oder Formart durch Buchstaben unterschieden, welche in den Vollkreis des Schaltzeichens eingetragen werden.

Erster Buchstabe: Art der Isolierung zwischen Primär- und Sekundärwicklung

- T* = Trockenwandler  
Isolierung durch Luft oder imprägnierte Faserstoffe
- O* = Ölwannder
- M* = Massewandler
- P* = Porzellanwandler

Zweiter Buchstabe: Bauweise des Wandlers

- T* = Topfwandler
- S* = Stützwandler
- D* = Durchführungswandler
- K* = Kaskadenwandler

Dritter Buchstabe: Bauweise der Wicklung

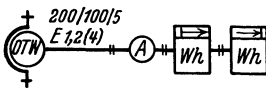
- S* = Stabwandler  
Primärwicklung aus einem Leiter, gleichgültig, ob er einen Konstruktionsteil des Wandlers bildet oder nicht
- W* = Wickelwandler  
Primärwicklung besteht aus mehreren Windungen

Vierter Buchstabe: Einbau

- H* = Horizontal
- V* = Vertikal
- B* = Beliebig

Wenn Einbau beliebig, kann der 4. Kennbuchstabe fortgelassen werden. Bei Spannungswandlern werden nur die ersten zwei Buchstaben verwendet.

Beispiele:



Ölwandler

Topfwandler 200/100/5 A

Wickelwandler Klasse E 1,2 Ω. Auslösebürde 4 Ω  
Angeschlossen 1 Strommesser und 2 Zähler

Ölwandler

3 Einphasen-Spannungswandler




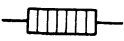







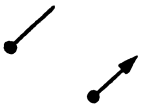



110 000/√3 : 110/√3 V

Kaskadenwandler Klasse F 150 VA

Grenzleistung 600 VA

## X. Innen-Installationen.

DIN VDE 717.

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)*
906		Ausschalter 2-polig (Dosenschalter 2)*
905 a		Serienschalter (Dosenschalter 5)*
905 b		Gruppenschalter (Dosenschalter 4)*
907		Wechselschalter (Dosenschalter 6)*
907 a		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

\* Schalterbezeichnungen nach KPI (siehe auch DIN VDE 9290).

## B. Die Prüfstelle des VDE und ihr Arbeitsgebiet.

Im Jahre 1920 hat der Verband Deutscher Elektrotechniker auf Grund von mehr als 10jährigen Vorbereitungen in Zusammenarbeit mit nachstehenden Verbänden:

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie,  
 Vereinigung der Elektrizitätswerke,  
 Verband Deutscher Elektroinstallationsfirmen,  
 Elektro-Großhändler-Vereinigung Deutschlands,

eine Prüfstelle errichtet, über deren Entwicklung ETZ 1920, S. 949 (Dettmar) eingehend berichtet ist. Dort sind auch genaue Angaben über den Zweck und die Art der Prüfung gemacht. Über die Prüfstelle des VDE ist weiter Näheres aus ETZ 1923, S. 262 (Ely) und 1925, S. 617 (Paulus) zu ersehen.

Bei den von der Prüfstelle vorgenommenen Untersuchungen handelt es sich um Systemprüfungen, so daß, wenn die zur Prüfung eingereichten Modelle die Prüfung bestanden haben, dieses Ergebnis für alle Erzeugnisse gilt, die den geprüften in elektrischer und mechanischer Beziehung entsprechen.

Um die mit Erfolg geprüften Systeme als solche zu kennzeichnen, hat sich der VDE Warenzeichen als Verbandzeichen gesetzlich schützen lassen, deren Benutzung er den Herstellern der Waren bei Bestehen der Prüfung (Zeichenprüfung) und bei Erfüllung gewisser weiterer Bedingungen gestattet, und zwar gilt die Genehmigung zur Benutzung für solche Waren, die den geprüften elektrisch und mechanisch gleichwertig sind.

Als solche Verbandzeichen kommen für isolierte Leitungen ein Kennfaden in den Farben schwarz-rot, für andere Erzeugnisse ein Zeichen in Frage, das z. Z. — entsprechend der nachstehenden Abbildung — aus einem Dreieck besteht, das die Buchstaben VDE umschließt; an die Unterseite des Dreieckes ist ein Rechteck angesetzt.

Bis vor kurzem wurde die Genehmigung des zweiten Zeichens erteilt, das lediglich aus einem gleichseitigen Dreieck bestand und ebenfalls die Buchstaben VDE umschließt.



Dieses ebenfalls gesetzlich geschützte Zeichen wird jetzt nicht mehr verliehen.

Die Genehmigung zur Benutzung des neuen Verbandzeichens wird seit etwa Anfang 1928 erteilt. Von diesem Zeitpunkt ab sind Genehmigungen zur Führung des alten Verbandzeichens nicht mehr ausgesprochen worden. Die bereits früher erteilten Genehmigungen zur Benutzung dieses Zeichens verloren für die Herstellung von Erzeugnissen ihre Geltung am 30. Juni 1930. Der Vertrieb der mit diesem Zeichen versehenen Erzeugnisse ist jedoch noch bis zum 30. Juni 1932 gestattet.

Über Form, Abmessung usw. des neuen VDE-Prüfzeichens gibt das Normenblatt DIN VDE 10 Aufschluß.

Die Inhaber der Genehmigung für das alte Zeichen dürfen das neue Zeichen nicht ohne weiteres benutzen; sie sind aber berechtigt, bei der Prüfstelle die Umschreibung für die Genehmigung zur Führung des neuen Zeichens zu beantragen. Einem solchen Antrag wird von der Prüfstelle stattgegeben werden, wenn von den Antragstellern die dafür in Frage kommenden, in einer Satzung niedergelegten Bedingungen erfüllt werden.

Durch die Kennzeichen (Verbandzeichen) soll den Abnehmern rein äußerlich ohne weiteres eine Unterscheidung solcher Erzeugnisse, bei denen die VDE-Bestimmungen laut Prüfergebnis erfüllt sind, von ungeprüften Waren ermöglicht werden. Mit der Erteilung der Zeichengenehmigung soll nicht etwa ein besonders hoher oder gar der höchsterreichbare Gütegrad des betreffenden Erzeugnisses gekennzeichnet werden. Das Zeichen soll vielmehr lediglich die Gewähr für eine Ausführung der Ware bieten, die im Sinne der VDE-Bestimmungen ausreichende Betriebsicherheit und genügenden Schutz gegen Feuer- oder Unfallgefahr verspricht.

Für die Prüfungen werden von der Prüfstelle Prüfdrucke benutzt, die auf Grund der gesammelten Erfahrungen und im Einvernehmen mit den zuständigen VDE-Kommissionen und -Ausschüssen ausgearbeitet sind, so daß auf diese Weise eine Einheitlichkeit in der Durchführung sämtlicher Prüfungen möglichst gesichert ist. Die bei den Arbeiten der Prüfstelle gesammelten Erfahrungen werden den Kommissionen und Ausschüssen des VDE als Unterlage für die weitere Bearbeitung der VDE-Bestimmungen zur Verfügung gestellt.

Für die Prüfungen kommen einstweilen nur bestimmte Warengattungen in Frage, und zwar vor allem solche, mit denen die fachlich nicht vorgebildeten Kreise in Berührung kommen. Die Warengattungen, die zur Prüfung zugelassen sind, werden jeweils in der ETZ bekanntgegeben. Die von der Prüfstelle erteilten Genehmigungen zur Benutzung der Zeichen werden von Zeit zu Zeit veröffentlicht.

An der Tätigkeit der Prüfstelle sind sämtliche Kreise beteiligt, die durch die Arbeiten berührt werden. Dieses sind: die Hersteller elektrotechnischer Erzeugnisse, die Elektrizitätswerke, die Großhändler, die Installateure, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, die deutschen Berufsgenossenschaften, die Elektrotechnischen Abteilungen der Überwachungsvereine sowie die Feuerversicherungsanstalten.

Da die Abnehmer- und Verbraucherkreise elektrotechnischer Erzeugnisse großen Wert auf das Vorhandensein der dem VDE geschützten Zeichen an den Waren legen, empfiehlt es sich für die Hersteller, ihre Erzeugnisse, soweit diese in das Arbeitsgebiet der Prüfstelle fallen, bei der Prüfstelle zur Zeichenprüfung einzureichen. Dazu sind entsprechende Anträge bei der Prüfstelle zu stellen. Die Durchführung der Prüfungen sowie die Erlaubnis zur Benutzung der Zeichen sind jedoch von der Erfüllung bestimmter Bedingungen abhängig gemacht, so daß sich die Antragsteller

im eigensten Interesse vor Einreichung eines Antrages zunächst die Satzung der Prüfstelle einfordern.

Eine weitere Aufgabe der Prüfstelle besteht darin, eine Überwachung des Marktes und der Fertigung der mit einem Verbandzeichen des VDE versehenen Waren vorzunehmen, um festzustellen, ob die mit dem Zeichen versehenen, am Markt oder auf Lager befindlichen Erzeugnisse mit denen übereinstimmen, die zur Zeichenprüfung vorgelegt wurden. Hierzu werden von der Prüfstelle dem Markt oder der Fertigung Stichproben entnommen und untersucht; bei schlechtem Prüfergebnis wird auf den Hersteller entsprechend eingewirkt oder im Wiederholungsfalle die Zeichen-Genehmigung entzogen.

Bei dem Verband Deutscher Elektrotechniker besteht ein besonderer Ausschuß, der sich nur mit den Maßnahmen befaßt, die zu einer weiteren Durchführung der VDE-Vorschriften führen sollen.

Das Arbeitsgebiet der Prüfstelle des VDE erstreckte sich Mitte 1931 auf folgende Erzeugnisse:

- Sicherungsschmelzstöpsel,
- Sicherungselemente,
- Dosenschalter,
- Steckvorrichtungen,
- Glühlampenfassungen und -armaturen,
- Handleuchter,
- Abzweigdosen,
- Isolierrohre mit verbleitem Eisen- oder Messingmantel,
- Stahlpanzerrohre,
- Koch- und Heizgeräte sowie Gerätesteckvorrichtungen dazu,
- Dauerwellgeräte,
- Handgeräte mit Kleinstmotoren,
- Geräte-Einbauswitcher,
- Christbaumbeleuchtungen,
- Spielzeug,
- Klingeltransformatoren,
- Schutztransformatoren mit Kleinspannungen,
- Spannungssucher,
- Gleichstrom-Reduktoren,
- Verbindungsgeräte, die die Verwendung von Starkstromleitungen als Antenne oder Erde ermöglichen,
- Netzanschlußgeräte und -Empfänger, die zur Entnahme von Betriebsstrom für Rundfunkgeräte aus Starkstromnetzen dienen,
- Galvanische Elemente,
- Hochfrequenz-Heilgeräte,
- Isolierte Leitungen in Starkstrom- und Fernmeldeanlagen.

Auch Begutachtungen von Erzeugnissen, die von irgendeiner Seite zur Prüfung vorgelegt werden, gibt die Prüfstelle ab, ohne damit aber die

Genehmigung zur Benutzung eines Zeichens auszusprechen. Derartige Begutachtungen dienen lediglich der Feststellung, wieweit die eingereichten Erzeugnisse den einschlägigen VDE-Bestimmungen entsprechen; sie sollen also nur zur technischen Unterrichtung der Antragsteller dienen. Die Veröffentlichung oder eine Vervielfältigung, die der Veröffentlichung gleich zu achten ist, sowie auch der Hinweis auf die Erteilung eines solchen Gutachtens in Veröffentlichungen ist somit unzulässig. Eine Bekanntgabe der Begutachtung an dritte Stellen ist nur unter restloser Wiedergabe des vollen Wortlautes gestattet.

Die Geschäftsräume der VDE-Prüfstelle befinden sich Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

### **C. Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren<sup>1</sup>.**

Gültig ab 1. Juli 1909.

#### **A. Allgemeines.**

Es wird empfohlen, auf den Maschinen, den dazu gehörenden Apparaten und Transformatoren der im allgemeinen üblichen Bauart (Gleichstrommaschinen mit Nebenschluß-, Reihenschluß- und Verbundwicklung mit oder ohne Wendepole bzw. Kompensationswicklung, Ein- und Mehrphasenmaschinen, Umformer, Doppelgeneratoren, Transformatoren, Anlasser, Regler usw.) einheitliche Bezeichnungen an den Klemmen anzubringen. Bei Sonderausführungen (z. B. Zweikommutatormaschinen, Kommutatormaschinen für Wechselstrom, Sonderanlasser usw.) werden für die notwendigen Ergänzungen vorläufig keine einheitlichen Bezeichnungen festgelegt.

Die normale Klemmenbezeichnung soll das Schaltungsschema nicht ersetzen.

Eine Klemme kann bzw. muß unter Umständen mehrere Buchstaben erhalten.

#### **B. Maschinen und dazu gehörende Apparate.**

Der Drehsinn (Rechtslauf: im Uhrzeigersinn, Linkslauf: entgegen dem Uhrzeigersinn) ist bei Maschinen stets von der Riemenscheiben- bzw. Kupplungsseite aus gesehen zu verstehen.

#### **I. Gleichstrom.**

Die einheitliche Bezeichnung der Klemmen von Gleichstrommaschinen, Anlassern und Reglern soll sein:

Anker . . . . .	mit <i>A—B</i>
Nebenschlußwicklung . . . . .	„ <i>C—D</i>
Reihenschlußwicklung . . . . .	„ <i>E—F</i>
Wendepolwicklung bzw. Kompensationswicklung . . . . .	„ <i>G—H</i>

<sup>1</sup> Bezüglich der beabsichtigten Neubearbeitung dieser Normen siehe ETZ 1929, S. 1475 u. 1477.

Fremderregte Magnetwicklung . . . . .	mit $J—K$
Leitung, unabhängig von Polarität . . . . .	„ $L$
Netz, Zweileiter . . . . .	„ $N—P$
„ Dreileiter . . . . .	„ $N—0—P$
„ Nulleiter . . . . .	„ $0$
Anlasser . . . . .	„ $L, M, R,$ wobei

$L$  mit  $N$  oder  $P$  verbunden werden kann,  
 $M$  mit  $C$  oder  $D$  (u. U. über einen Regler),  
 $R$  mit  $A$  oder  $B, E, F, G, H$  je nach Schaltung.

Bei Umkehranlassern sind die Klemmen, deren Vertauschung zur Änderung des Motordrehsinns erwünscht ist, doppelt zu bezeichnen, wobei die für einen der beiden Drehsinne gültige Gruppe in Klammern zu setzen ist, z. B. bei Stromumkehrung im Anker  $A (B)$  und  $B (A)$ .

Es empfiehlt sich, nach Montage die nicht benutzten Bezeichnungen ungültig zu machen.

Bei Magnet-Reglern sind die Klemmen, die mit dem Widerstand verbunden sind . . . . . mit  $s—t$  zu bezeichnen, wobei  $s$  mit dem Schleifkontakt unmittelbar in Verbindung steht und mit

$C$  oder  $D$  bei Selbsterregung,  
 $J$  „  $K$  „ Fremderregung

zu verbinden ist.

Wenn eine mit dem Ausschaltkontakt verbundene Klemme vorhanden ist, wird sie . . . . . mit  $q$  bezeichnet.

Wiederholen sich Bezeichnungen an der gleichen Maschine, so sind diese durch Richtzahlen zu unterscheiden, z. B. bei

Doppelkommutatormaschinen mit  $A_1—B_1, A_2—B_2$

bei Maschinen mit Wendepol- und Kompensationswicklung

für die erstgenannte . . . . . mit  $G_1—H_1,$   
 „ „ letzterwähnte . . . . . „  $G_2—H_2.$

## II. Wechselstrom (ausschl. Kommutatormaschinen) (Einphasen- und Mehrphasenstrom).

Die einheitliche Bezeichnung von Wechselstrommaschinen, Anlassern und Reglern soll sein:

Anker bzw. Primäranker . . . . . mit  $U, V, W$   
 bei verketteter Schaltung.

(bei Einphasenstrom  $U—V$ )

Anker bzw. Primäranker . . . . . „  $U, V, W, X, Y, Z$   
 bei offener Schaltung, wobei  $U—X, V—Y, W—Z$   
 je zu einer Phase gehören.

Bei Zweiphasenstrom ist die Bezeichnung . . . . .  $U-X, Y-V$   
 (bei Verkettung erhält der Verkettungspunkt die  
 Bezeichnung  $X, Y$ ).

Bei Einphasenmotoren mit Hilfsphase wird  
 die Hauptwicklung . . . . . mit  $U-V$   
 die Hilfswicklung . . . . . „  $W-Z$

bezeichnet.

Nullpunkt und bei Einphasenstrom der Nulleiter . . . . .  $O$   
 Sekundäranker (dreiphasig) . . . . . „  $u, v, w$   
 Sekundäranker (zweiphasig) . . . . . „  $u-x, y-v$   
 Magnetwicklung (Gleichstrom) . . . . . „  $J-K$   
 Leitung, unabhängig von Polarität bzw. Phase . . . . . „  $L$   
 Netz, Drehstrom mit drei Leitungen . . . . . „  $R, S, T$   
 Netz, Drehstrom mit vier Leitungen (Nulleitung) . . . . . „  $O, R, S, T$   
 Netz, Einphasenstrom, Zweileiter . . . . . „  $R-T$   
 Netz, Einphasenstrom, Dreileiter . . . . . „  $R-O-T$   
 Netz, Zweiphasenstrom . . . . . „  $Q-S, R-T$

Bei Reglern für Generatoren sind die Klemmen, die  
 mit dem Widerstand verbunden sind . . . . . „  $s-t$   
 zu bezeichnen, wobei  $s$  mit dem Schleifkontakt  
 in unmittelbarer Verbindung steht und mit  $J$  oder  
 $K$  zu verbinden ist. Wenn eine mit dem Ausschalt-  
 kontakt verbundene Klemme vorhanden ist, wird  
 sie . . . . . „  $q$   
 bezeichnet.

Bei Anlassern werden die Klemmen bezeichnet:

am Sekundäranlasser

bei dreiphasiger Ausführung . . . . . „  $u, v, w$   
 bei zweiphasiger Ausführung . . . . . „  $u-x, y-v$

an Primäranlassern für Drehstrom . . . . . „  $X, Y, Z,$   
 wenn sie im Nullpunkt angeschlossen werden;

an Primäranlassern . . . . . „  $U_1-U_2, V_1-V_2,$   
 wenn sie zwischen Netz und Motor angeschlossen  
 $W_1-W_2$

werden.

Bei Umkehranlassern werden die Netzanschlüsse mit  $R, S, T$ , die An-  
 schlüsse an den Primärankern mit  $U (W), V, W (U)$  bezeichnet.

Es empfiehlt sich, nach Montage die nicht benutzten Bezeichnungen  
 ungültig zu machen.

Es wird empfohlen, daß bei Drehstromgeneratoren die Reihenfolge der  
 Buchstaben  $U, V, W$  bei Rechtslauf und beim Netz die Buchstaben  $R, S, T$   
 die zeitliche Reihenfolge der Phasen angibt.



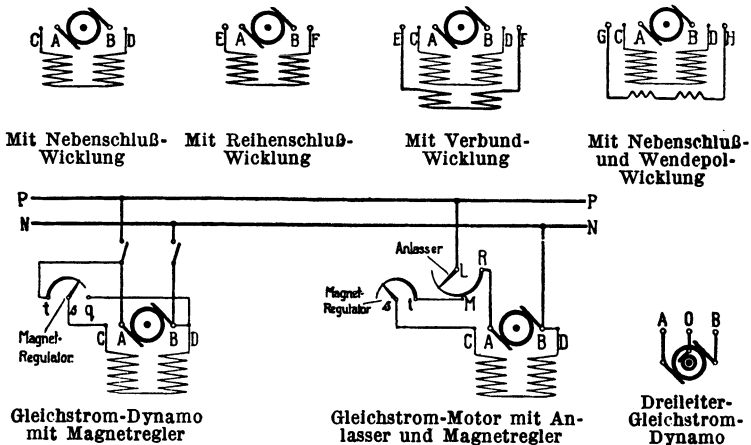
**C. Transformatoren.**

- Die einheitliche Bezeichnung der Klemmen von Transformatoren soll sein:
- Drehstromwicklung höherer Spannung (Oberspannungswicklung) . . . . . mit  $U, V, W$   
bei verketteter Schaltung,
  - Drehstromwicklung niederer Spannung (Unterspannungswicklung) . . . . . „  $u, v, w$   
bei verketteter Schaltung,
  - Drehstromwicklung höherer Spannung (Oberspannungswicklung) . . . . . „  $U, V, W, X, Y, Z$   
bei offener Schaltung,
  - Drehstromwicklung niederer Spannung (Unterspannungswicklung) . . . . . „  $u, v, w, x, y, z$   
bei offener Schaltung,
  - Einphasenstrom, Wicklung höherer Spannung (Oberspannungswicklung) . . . . . „  $U-V$
  - Einphasenstrom, Wicklung niederer Spannung (Unterspannungswicklung) . . . . . „  $u-v$
  - Nullpunkt und bei Einphasenstrom, Mittelleiter . . . . . „  $O$   
für Oberspannung . . . . . „  $O$   
für Unterspannung . . . . . „  $o$
  - Stromwandler,  
Netzseite . . . . . „  $L_1-L_2$   
Apparatseite . . . . . „  $l_1-l_2$

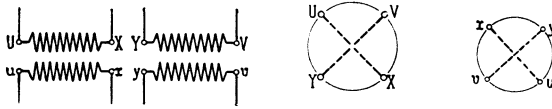
Die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben, die an den Klemmen der Primär- und Sekundärwicklung angebracht sind, muß den gleichen Drehsinn ergeben.

Beispiele für die Bezeichnung der Klemmen nach vorstehenden Normen:

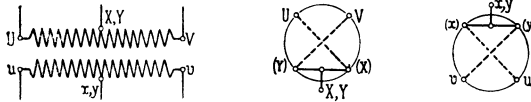
**Gleichstrom-Generatoren und -Motoren.**



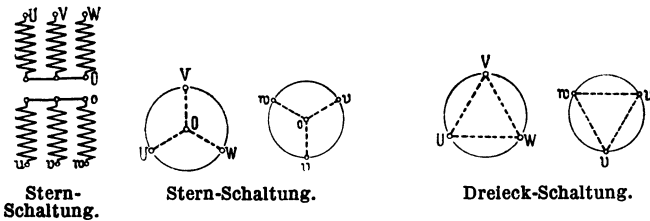




Für zweiphasigen unverketteten Wechselstrom.



Für zweiphasigen verketteten Wechselstrom.

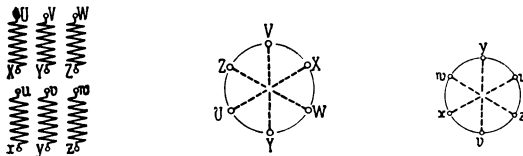


Stern-Schaltung.

Stern-Schaltung.

Dreieck-Schaltung.

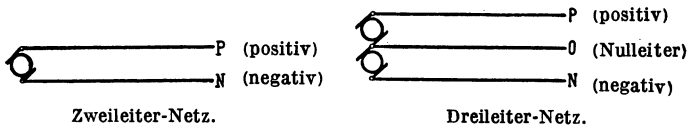
Für Drehstrom, Transformator in verketteter Schaltung.



Für Drehstrom, Transformator in offener Schaltung.

**Netz-Bezeichnungen.**

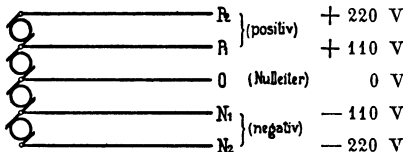
**Gleichstrom.**



Zweileiter-Netz.

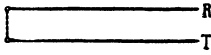
Dreileiter-Netz.

Beispiel :

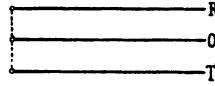


Fünfleiter-Netz.

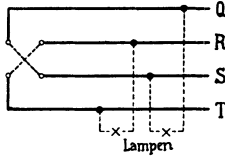
Wechselstrom.



Zweileiter-Netz.

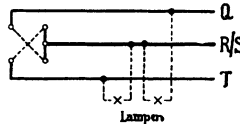


Dreileiter-Netz.

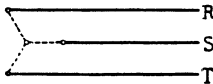


Unverkettet.

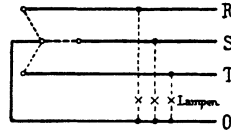
Zweiphasig.



Verkettet.

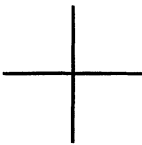


Dreiphasig.

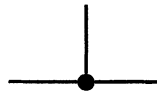


Mit besonderem Nulleiter.

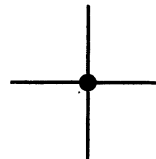
Kreuzende Leitungen.



Ohne Verbindung.



Mit Verbindung.



**D. Leitsätze betreffend die einheitliche Einrichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen<sup>1</sup>.**

Gültig ab 1. Juli 1910<sup>2</sup>.

Leitsatz 1.

Ziel der Fortbildungskurse ist es, den mit der Einrichtung und Wartung elektrischer Starkstromanlagen betrauten Monteuren, Maschinisten und Wärmern ein besseres Verständnis für die Maßnahmen zu geben, die zur Sicherheit der mit genannten Anlagen in Berührung kommenden Personen und für eine ordnungsmäßige Betriebsführung erforderlich sind.

<sup>1</sup> Erläuterungen siehe ETZ 1910, S. 490.

<sup>2</sup> Angenommen durch die Jahresversammlung 1910 des VDE. Veröffentlicht: ETZ 1910, S. 492.

**Leitsatz 2.**

Weiterhin ist anzustreben, dem natürlichen Interesse für die in Betracht kommenden Vorgänge durch Aufklärung darüber Rechnung zu tragen und hierdurch die Berufsfreudigkeit zu erhöhen.

**Leitsatz 3.**

Zur Teilnahme an den Fortbildungskursen sollen nur Monteure und Wärter zugelassen werden, die bereits praktisch in dieser Eigenschaft längere Zeit hindurch tätig waren.

**Leitsatz 4.**

Nur solche Gegenstände sollen in den Kursen behandelt werden, die die Ausführung der praktischen Arbeiten fördern. Theoretische Auseinandersetzungen sind grundsätzlich zu beschränken.

**Leitsatz 5.**

Das Programm der Kurse soll vor allen Dingen auf den Stoff der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen“ sowie der „Anleitung zur ersten Hilfsleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe“ und der „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe“ Rücksicht nehmen. Weiteres richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

**Leitsatz 6.**

Anzustreben ist, daß als Vortragende Herren gewählt werden, die in der Praxis stehen oder in enger Berührung mit dieser sind.

**Leitsatz 7.**

Bei allen Kursen sollten möglichst akademische Vorträge vermieden werden. Der Stoff sollte vielmehr in Besprechungen, Vorführungen und Übungen (gegebenenfalls Exkursionen) behandelt werden.

**Leitsatz 8.**

Es empfiehlt sich, den Einfluß der Vorträge dadurch nachhaltiger zu gestalten, daß man den Hörern kurze Auszüge aus diesen gibt. Außerdem hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, den Hörern geeignete Bücher nachzuweisen oder, wenn möglich, zu ermäßigten Preisen bzw. kostenlos zur Verfügung zu stellen.

**Leitsatz 9.**

Grundsätzlich sollen keine Zeugnisse, sondern lediglich Teilnahmebescheinigungen ausgestellt werden, aus denen hervorgeht, welche Gebiete in dem Kursus behandelt worden sind.]

**Leitsatz 10.**

Die Fortbildungskurse müssen so eingeteilt werden, daß eine Unterbrechung des Erwerbes seitens der Hörer nicht notwendig ist.

**Leitsatz 11.**

Seitens der Arbeitgeber ist eine Förderung der Kurse erwünscht.

**Leitsatz 12.**

Die zum Verbands gehörenden elektrotechnischen Vereine sollen dafür besorgt sein, daß in ihrem Bezirke Kurse abgehalten werden, die den vom VDE aufgestellten Leitsätzen entsprechen.

**Leitsatz 13.**

Die Kurse sollen möglichst zu ständigen Einrichtungen ausgestaltet werden.

**Schlußbemerkung.**

Abstand wird davon genommen, einen Einheitsplan für die Kurse vorzuschreiben, einesteils weil die Frage des Stoffes noch zu sehr im Flusse ist, andererseits weil Auswahl und Behandlung nach den örtlichen Verhältnissen verschieden sein müssen. Um jedoch Vereinen, die solche Kurse erstmalig einzurichten beabsichtigen, einen Anhalt zu geben, wird auf den Aufsatz von Dettmar: „ETZ“ 1909, S. 678 verwiesen, der eine Zusammenstellung der Programme bestehender Kurse enthält. Ferner wird im folgenden auf Grund bereits gesammelter Erfahrungen eine Übersicht des in Betracht kommenden Stoffes gegeben:

- I. Das Wesen des Magnetismus und der Elektrizität.
  1. Magnetismus.
  2. Elektrizität.
  3. Wechselwirkung zwischen Magnetismus und Elektrizität.
- II. Wichtigste Stromerzeuger der Starkstromtechnik.
  1. Gleichstrommaschinen.
  2. Wechselstrommaschinen.
  3. Transformatoren, Umformer.
  4. Batterien.
- III. Verwendung des elektrischen Stromes.
  1. Beleuchtung:
    - a) Glühlicht.
    - b) Bogenlicht.
    - c) Sonstige Lampen.
  2. Kraft:
    - a) Gleichstrom.
    - b) Wechselstrom.
    - c) Drehstrom.
  3. Heizung und sonstige Zwecke (Galvanoplastik).
- IV. Verteilung der elektrischen Energie.
  1. Verschiedene Leitungssysteme für Gleich- und Wechselstrom.
  2. Verschiedene Leitungssysteme für Mehrphasenstrom.
  3. Berechnung einfachster Leitungsanlagen (Stromdichte und Spannungsabfall).
  4. Hochspannung-Übertragungsanlagen.

**V. Meßkunde.**

1. Hauptsächlichliche Meß- und Prüfapparate (Spannung-, Strom- und Leistungsmesser, Elektrizitätszähler und Isolationsmesser).
2. Wichtige Meßarbeiten des Monteurs (Isolationsmessungen nach den Errichtungsvorschriften des VDE und sonstige Messungen).

**VI. Spezielle Installationslehre, unter besonderer Berücksichtigung der Errichtungsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des VDE:**

1. Aufstellung von Generatoren, Motoren, Transformatoren und Batterien.
2. Werkstoff- und Apparatenkunde.
3. Aufstellung von Schalttafeln und Apparaten.
4. Herstellung unterirdischer Leitungsanlagen.
5. Herstellung oberirdischer Freileitungsanlagen.
6. Herstellung oberirdischer Innenleitungsanlagen.
7. Anbringung von Lampen und sonstigen Stromverbrauchern.
8. Leitungspläne und Werkstoffabrechnung.

**VII. Spezielle Betriebslehre, unter besonderer Berücksichtigung der Betriebsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des VDE:**

1. Inbetriebsetzung und Wartung elektrischer Maschinen und Transformatoren.
2. Schaltungsarbeiten an elektrischen Maschinen und Transformatoren.
3. Behandlung der Akkumulatorenbatterien im Betriebe.
4. Allgemeiner Betriebsdienst bei Starkstromanlagen.

**VIII. Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen.**

1. Bekämpfung von Bränden.
2. Wiederbelebungsversuche.
3. Besprechung von Unfällen.

**E. Gesetz, betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit.**

Vom 9. April 1900.

§ 1. Wer einer elektrischen Anlage oder Einrichtung fremde elektrische Arbeit mittels eines Leiters entzieht, der zur ordnungsmäßigen Entnahme von Arbeit aus der Anlage oder Einrichtung nicht bestimmt ist, wird, wenn er die Handlung in der Absicht begeht, die elektrische Arbeit sich rechtswidrig zuzueignen, mit Gefängnis und mit Geldstrafe bis zu 1500 M. oder mit einer dieser Strafen bestraft.

Neben der Gefängnisstrafe kann auf Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte erkannt werden.

Der Versuch ist strafbar.

§ 2. Wird die im § 1 bezeichnete Handlung in der Absicht begangen, einem anderen rechtswidrig Schaden zuzufügen, so ist auf Geldstrafe bis zu 1000 M. oder auf Gefängnis bis zu 2 Jahren zu erkennen.

Die Verfolgung tritt nur auf Antrag ein.

## **F. Betriebsvorschriften für Aufzüge des Deutschen Aufzugs-Ausschusses.**

Der Deutsche Aufzugs-Ausschuß ist von den Regierungen der verschiedenen Länder zur Förderung des deutschen Aufzugswesens mit dem Sitz in Berlin errichtet worden. Er hat die Aufgabe, die technischen Grundsätze für den Bau von Aufzügen, gemäß § 4 der Verordnungen der Länder über die Einrichtung und den Betrieb von Aufzügen (Aufzugsverordnung), aufzustellen und nach den Bedürfnissen der Praxis und den Ergebnissen der Wissenschaft fortzubilden. Als Anlage zu der vom Deutschen Aufzugs-Ausschuß aufgestellten Polizeiverordnung über die Einrichtung und den Betrieb von Aufzügen ist nachstehende Betriebsvorschrift für Aufzüge als für die Bedienung derselben gültig aufgestellt worden:

### I. Geltungsbereich.

Die Betriebsvorschriften gelten für alle Aufzüge, auf welche die Verordnung über die Einrichtung und den Betrieb von Aufzügen Anwendung findet, mit Ausnahme von Personenaufzügen in Privathäusern, die nur von einer Familie bewohnt werden.

### II. Vorschriften für den Aufzugsbesitzer.

1. Der Aufzugsbesitzer darf nur solche Personen mit der Bedienung des Aufzuges betrauen, die nach § 10 Abschnitt II der Verordnung zugelassen sind. In Fabriken, Hotels, Warenhäusern und ähnlichen Großbetrieben sind die Führer und Hilfsführer der Aufzüge durch ein Abzeichen kenntlich zu machen.

2. Der Aufzugsbesitzer muß dafür Sorge tragen, daß:

- a) der Aufzug in betriebssicherem Zustande erhalten wird;
- b) die in der Verordnung und den technischen Grundsätzen vorgeschriebenen Aufzugsschilder vorhanden sind;
- c) ein Abdruck dieser Betriebsvorschriften sowie des Abschnitts IV daraus an den in der Verordnung bezeichneten Stellen aushängt;
- d) die Triebwerksräume, die Fahrschachtzugänge und bei Personenaufzügen die Fahrkörbe ausreichend beleuchtet sind;
- e) die regelmäßigen Prüfungen des Aufzuges veranlaßt und etwaige Beanstandungen sofort behoben werden;
- f) der Aufzug außer Betrieb gesetzt wird, sobald er sich nicht in gefahrlosem Zustand befindet.



### III. Vorschriften für die mit der Bedienung der Aufzüge betrauten Personen.

1. Die mit der Bedienung der Aufzüge betrauten Personen müssen täglich vor Inbetriebnahme des Aufzuges feststellen, daß:

a) der Aufzug nicht in Bewegung gesetzt werden kann, wenn die Fahr- schachttür in einem Stockwerk geöffnet oder nicht ordnungsmäßig ge- schlossen ist;

b) der Aufzug in den Endstellungen des Fahrkorbes selbsttätig still- gesetzt wird;

c) die Bremsvorrichtung der Aufzugswinde ordnungsmäßig wirkt;

d) die Notrufvorrichtung in Personenaufzügen in Ordnung ist.

2. Die mit der Bedienung der Aufzüge betrauten Personen müssen den Aufzug und insbesondere die Führungsschienen, die Seile oder sonstigen Tragmittel und ihre Befestigungen, die Fang- und Bremsvorrichtungen, die Schalteinrichtungen und die Türverschlüsse in regelmäßigen Zwischenräumen nachsehen und reinigen und dafür sorgen, daß alle beweglichen Teile, Lager und Führungen nach Bedarf geschmiert werden.

3. Die Führer dürfen die Schlüssel für Aufzugstüren, für Steuerungs- und Sicherheitseinrichtungen und für sonstige unter Verschuß zu haltende Einrichtungen nicht an unbefugte Personen abgeben und sind dafür ver- antwortlich, daß der Fahrschacht nicht zur Lagerung von Gegenständen irgendwelcher Art benutzt wird.

4. Die Führer müssen hervortretende Mängel sofort dem Aufzugsbesitzer melden und verhindern, daß ein nicht in gefahrlosem Zustande befindlicher Aufzug benutzt werden kann. Das Verbot der Benutzung muß an jeder Zugangsstelle für jedermann erkenntlich gemacht sein; gefährdete Zugang- stellen sind außerdem sicher abzusperrern.

5. Die den Aufzug bedienenden Führer müssen während der Fahrt im Bereiche der Steuerung bleiben.

### IV. Vorschriften für die Benutzung.

1. Fahrkorb gleichmäßig belasten. Lasten nötigenfalls gegen Verschie- bung sichern.

2. Fahrschachttür und etwa vorhandene Fahrkorbtür ordnungsmäßig schließen; erst dann Steuerung betätigen.

3. Beim Hängenbleiben des Fahrkorbes oder beim Ausbleiben der An- triebskraft Steuerung in Haltstellung bringen.

4. In Personenaufzügen beim Hängenbleiben des Fahrkorbes oder im Falle der Gefahr Notrufvorrichtung betätigen.

5. Fahrkorbtür und Fahrschachttür nicht öffnen, bevor Fahrkorb in Ruhe.

6. Es ist verboten:

a) Aufzüge ohne Befugnis zu bedienen;

b) Aufzüge über die festgesetzte Höchstlast zu belasten;

- c) Personen in Aufzügen zu befördern, bei denen das Mitfahren von Personen verboten ist;  
 d) die Schalteinrichtungen und Sicherheitsvorrichtungen vorschriftswidrig zu benutzen oder sie zu beschädigen.

#### V. Vorschriften für die Instandhaltung und die Instandsetzung.

1. Das Schmieren der Führungsschienen hat, wenn keine selbsttätigen Schmiervorrichtungen vorhanden sind, durch die Klappen in den seitlichen Fahrkorbwandungen zu erfolgen. Das Betreten der Fahrkorbdecke zur Vornahme von Reinigungs- oder Schmierarbeiten während der Fahrt ist unzulässig.

2. Arbeiten im Fahrschacht dürfen nur vorgenommen werden, wenn durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt ist, daß der Aufzug gegen den Willen der die Instandsetzungsarbeiten ausführenden Person nicht in Bewegung gesetzt werden kann.

3. Die Fahrkorbdecke darf bei Instandsetzungsarbeiten nur durch die mittels der vorgeschriebenen Kurzschließvorrichtung öffnbare Fahrschachttür oder durch die dafür vorgesehene Öffnung in der Fahrkorbdecke und nur dann betreten werden, wenn der Fahrkorb stillgesetzt ist.

#### VI. Bestrafungen.

Die Nichtbefolgung der vorstehenden Betriebsvorschriften kann nach § 17 der Verordnung mit Geldstrafe bis zum Betrage von 150 RM. oder im Unvermögensfalle mit entsprechender Haft bestraft werden, soweit nicht nach den Strafgesetzen eine höhere Strafe verwirkt ist.

Die Führer der Aufzüge haben das Recht und die Pflicht, Personen, welche sie bei ihren Obliegenheiten hindern oder stören, festzustellen und zwecks Bestrafung anzuzeigen.

#### **G. Reichsausschuß für Lieferbedingungen beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Berlin NW 6, Schiffbauerdamm 19.**

Der Reichsausschuß für Lieferbedingungen ist auf Grund freier Vereinbarungen von Industrie, Handwerk, Groß- und Kleinhandel, Verbraucherschafft, Behörden und Wissenschaft ins Leben gerufen worden, denen sich die Landwirtschaft und das Lebensmittelgewerbe angeschlossen haben. Er hat sich die Aufgabe gestellt, einheitliche Lieferbedingungen und Prüfverfahren für Rohstoffe, Halbfabrikate und Fertigwaren zu schaffen. Er bezweckt damit die Festlegung von Gütevorschrift und Qualitätsklassen, Vereinheitlichung handelsüblicher Gebräuche bezüglich Handelsmengen, Bemusterung, Verpackung und Lagerung nach Verwendungszwecken. Damit sollen Mindestgrenzen für den stofflichen Inhalt, die äußere Beschaffenheit usw. aufgestellt werden, auf die sich dann weitere Qualitätsklassen aufbauen können.

Für den Verbraucher ergeben sich daraus folgende Vorteile und Auswirkungen:

Waren stets gleichen Gehalts und Aussehens sowie bestimmter Ausgiebigkeit;

Wegfall des Sortierens;

Verringerung der Verluste durch Abfall;

Verringerung der Arbeit bei Gebrauch und Zubereitung;

Enttäuschung und Gefühl der Übervorteilung schwinden;

Beseitigung häufiger Verschwendung an Material  
Beseitigung häufiger Verschwendung an Zeit } = Geld;

dadurch Anpassung an die beschränkte Kaufkraft der deutschen Abnehmerschaft;

daraus folgend eine allmähliche, stetig zunehmende Marktbelebung;

Erzielung angemessener Preise, Mindestqualitäten und darüber liegende können durch Überangebot geringwertiger, minderwertiger oder unsortierter Waren nicht gedrückt werden;

dadurch Erhaltung der Kaufkraft für weiteren Ausbau der Erzeugungs- und Handelsmethoden, die zur weiteren Wirtschaftsbelebung führt;

Wiederaufrichtung des Vertrauens zwischen Erzeuger und Händler, Händler und Verbraucher;

Stärkung gesunder Erzeugungs- und Handelsverhältnisse, Möglichkeiten zu Frachtersparnissen, Frachtvergünstigungen, Prämien- und Zollsenkungen;

Förderung der Ernährung aus eigener Scholle, da Qualitätsbestimmungen wegweisend für die rechte Wahl der Produktionsmittel sein werden;

Bekämpfung ausländischer Standardwaren, die unsere Märkte bedrohen, und die wir durch deutschen Geist, Arbeit und Bodenschätze mindestens ebensogut herstellen können;

Absatzförderung auf dem internationalen Warenmarkt.

Durch die Schaffung einfacher und einheitlicher Prüfverfahren wird die Begutachtung der Waren erleichtert, der Grad der Sicherheit erhöht und Streitigkeiten vermindert.

Der Reichsausschuß für Lieferbedingungen hat eine große Zahl von Arbeiten bereits abgeschlossen und als Druckschriften im Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S, Dresdener Str. 97, erscheinen lassen. Als für den elektrischen Betrieb wichtig seien einige nachstehend abgedruckt:

### 1. Lieferbedingungen für Maschinenputztücher<sup>1</sup> 390 A 2.

2. revidierte Ausgabe März 1928 (hierdurch wird die unter Nr. 390 A erfolgte Ausgabe Juni 1925 ungültig).

Die „Lieferbedingungen für Maschinenputztücher“ wurden erstmalig auf einer am 3. März 1925 abgehaltenen Sitzung vereinbart und unter „Ausgabe Juni 1925“ veröffentlicht. Sie sind nunmehr auf Grund der am 22. November 1927 unter dem Vorsitz von Professor G. Herzog abgehaltenen Sitzung revidiert. Um bei Bestellungen, Angeboten und Lieferungen eine

<sup>1</sup> Nachdruck nur mit Genehmigung des R.A.L. Vertrieb: Beuth-Verlag, Berlin S 14.

Verwechslung mit der alten Fassung zu vermeiden, ist die Eintragsnummer durch Anhängung der Zahl 2 (d. h. zweite Ausgabe) geändert worden.

Die neuen Bedingungen sind von folgenden Körperschaften angenommen worden:

Erzeuger:

C. Otto Engert, Textilwerke G. m. b. H., Kirschau,  
 Gebr. Friese A.-G., Kirschau,  
 Ernst Grahl, Baumwoll- und Juteweberei, Wilthen,  
 Liebscher & Stolle, Rucksack- und Gamaschenfabrik, Wilthen,  
 Mechanische Weberei Altstadt G. m. b. H., Altstadt i. Sa.,  
 Gebr. Müller G. m. b. H., Löbau,  
 Riedel & Ginzel, Bernstadt,  
 Max Schwarzbach, Spinnerei und Weberei, Altmittweida i. Sa.  
 Oskar Paul Sperling, Wilthen,  
 Textilwerke Großpostwitz, Jannasch & Co., Großpostwitz,  
 C. G. Thomas, Aktiengesellschaft, Wilthen,  
 Vereinigte Putztuchwerke, Cöpenick,  
 Vereinigte Spinnereien und Webereien August Pelz & C. W. Paul  
 G. m. b. H., Kirschau,

Verband der Maschinenputztuch-Webereien und Wäschereien mit folgenden angeschlossenen Firmen:

Paul Berger & Co., Mulda i. Sa.,  
 Karl Geißler, Mechanische Weberei, Saalfeld a. d. S.,  
 C. F. Kuhn, Leubsdorf i. Sa.,  
 Maschinenputztücher G. m. b. H., Benrath a. Rh.,  
 Phönix, Vereinigte Dampfwaschanstalten, Elberfeld,  
 Reimes & Co., Dortmund,  
 Schönfeld & Co., Chemnitz,  
 Adolf Strecker G. m. b. H., Metzingen i. Württ.,  
 Emil Vogel, Dampfwaschanstalt, Dresden-Blasewitz,  
 Verband der Putzlappenhersteller.

Handel:

Deutscher Drogistenverband,  
 Händlerverband für Gummi-, Asbest- und technische Bedarfsartikel,  
 Reichsverband des Deutschen Groß- und Überseehandels,  
 Reichsverband des Deutschen Seifenhandels und verwandter Betriebe,  
 Verband deutscher Waren- und Kaufhäuser,  
 Zentralverband deutscher Konsumvereine.

Verbraucher:

Arbeitsgemeinschaft der Eisen verarbeitenden Industrie (Avi),  
 Beton- und Tiefbau-Wirtschaftsverband<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Gehört der Avi an.

Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft,  
 Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein,  
 Deutscher Eisenbau-Verband<sup>1</sup>,  
 Deutscher Feldbahnverband<sup>1</sup>,  
 Deutscher Städtetag,  
 Eisen- und Stahlwaren-Industriebund<sup>1</sup>,  
 Gesamtvereinigung der Weiß- und Schwarzblech verarbeitenden Industrie<sup>1</sup>,  
 Handelsschiffs-Normen-Ausschuß (HNA),  
 Reichsbund der deutschen Metallwaren-Industrie<sup>1</sup>,  
 Reichsverband der Automobil-Industrie<sup>1</sup>,  
 Reichsverband des deutschen Handwerks,  
 Reichsverband landwirtschaftlicher Hausfrauenvereine,  
 Reichswehrministerium, Heer,  
 Reichswehrministerium, Marine,  
 Telegraphentechnisches Reichsammt,  
 Verband deutscher Elektrotechniker,  
 Verein der märkischen Kleineisen-Industrie<sup>1</sup>,  
 Verein deutscher Fahrrad-Industrieller<sup>1</sup>,  
 Verein deutscher Maschinenbauanstalten<sup>1</sup>,  
 Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen,  
 Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands,  
 Vereinigung der deutschen Dampfkessel- und Apparateindustrie<sup>1</sup>,  
 Vereinigung der Walzdraht-Verbraucher<sup>1</sup>,  
 Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie<sup>1</sup>.

Ferner:

Bad. Chem.-Techn. Prüfungs- und Versuchsanstalt Karlsruhe,  
 Bayerischer Industrie- und Handelskammertag,  
 Bayerische Landesgewerbeanstalt, Nürnberg,  
 Chem.-Techn. Reichsanstalt,  
 Forschungsinstitut für rationelle Betriebsführung im Handwerk, Karlsruhe,  
 Handelskammer Reutlingen,  
 Handelskammer Zittau,  
 Industrie- und Handelskammer Berlin,  
 Industrie- und Handelskammer Duisburg,  
 Industrie- und Handelskammer Düsseldorf,  
 Industrie- und Handelskammer Halberstadt,  
 Industrie- und Handelskammer Hannover,  
 Industrie- und Handelskammer Köln,  
 Industrie- und Handelskammer Königsberg,  
 Industrie- und Handelskammer München,

<sup>1</sup> Gehört der Avi an.

Industrie- und Handelskammer Passau,  
 Mechan. techn. Laboratorium a. d. Technischen Hochschule München,  
 Physikalisch-Technische Reichsanstalt,  
 Reichsfinanzministerium,  
 Sächsische Regierung,  
 Staatliches Materialprüfungsamt, Berlin,  
 Staatliche Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule zu  
 Darmstadt,  
 Versuchs- und Materialprüfungsamt an der Technischen Hochschule  
 Dresden.

### Lieferbedingungen für Maschinenputztücher.

#### A. Sorten.

1. Putztücher aus Baumwollabfällen und Kunstbaumwolle (zerfaserte Baumwollgewebe oder Garne),
2. Putztücher aus Bourette-seide<sup>1</sup>.

Maschinenputztücher sind Gewebe von bestimmten Abmessungen, die an den Rändern ohne Webkanten oder Dreherleiste gesäumt sind. Der Saum ist, falls nicht anders vereinbart, entweder umstochen oder umgelegt<sup>2</sup>.

#### B. Abmessungen (Fertigmaße).

Bei Bestellung ist die Größe anzugeben. Handelsüblich sind:

40 × 40 cm

45 × 45 cm.

Die Abmessungen sind **Fertigmaße**, Größenschwankungen in jeder Richtung von  $\pm 3\%$  sind zulässig.

#### C. Kennzeichnung.

Maschinenputztücher sind, wenn nicht anders vereinbart, mit Namen oder Zeichen des Besitzers zu liefern<sup>3</sup>.

Die Färbung des Kennzeichens muß wasch- und sodaecht sein.

#### D. Handelsübliche Verpackung.

In Ballen, bestehend aus Einzelbündeln zu 50 oder 100 Stück. Umhüllung der Ballen mit Jutegewebe.

#### E. Eigenschaften.

##### 1. Beschaffenheit des Gewebes.

Das Gewebe muß fest und doch weich und porös sein, um die Ölaufnahmefähigkeit zu erhöhen. Aus diesem Grunde wird dickes, locker gedrehtes

<sup>1</sup> Diese Tücher dürfen bei der Reinigung nicht mit Alkalien (Soda usw.) behandelt werden.

<sup>2</sup> Der umgelegte Saum ist normalerweise haltbarer als der umstochene. Weil Maschinenputztücher mehrfach gewaschen und wieder verwandt werden, ist auf die Festigkeit des Saumes unbedingt zu achten. Der umgelegte Saum ist daher auch vorzuziehen.

<sup>3</sup> Aufgedrucktes Kennzeichen (Stempelung) ist zu vermeiden, weil waschechte Stempelfarbe vielfach das Gewebe zerfrißt.

Garn dazu verwendet<sup>1</sup>. Die Tücher dürfen bei Benutzung keine Fasern zurücklassen.

## 2. Feuchtigkeitsgehalt.

Die Ware darf nicht mehr Feuchtigkeit enthalten, als sie aus der Luft anzieht.

### F. Bemusterung.

Für den Fall einer Bemusterung ist folgendes zu vereinbaren.

Der Käufer erhält zwei gleiche Muster. Das eine ist in Anwesenheit des Verkäufers und des Käufers bzw. deren bevollmächtigten Vertretern mit dem Siegel des Verkäufers zu versehen und für etwaige Streitfälle aufzubewahren. Das zweite Muster dient als Vergleichsmuster bei der Lieferung<sup>2</sup>.

### G. Abnahmeprüfung.

Bei der Abnahme sind Stückzahl und Beschaffenheit der Ware an Hand von Stichproben zu prüfen. Kleine Abweichungen in Reinheit, Farbe, Festigkeit und Aufsaugfähigkeit für Maschinenöl, ferner Größenschwankungen bis zu  $\pm 3\%$  (vgl. B) und Gewichtsschwankungen (bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt) bis zu  $\pm 5\%$  geben kein Recht zu Beanstandungen. Die Gewebegewichte sind bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt und unter Beziehung auf die Flächeneinheit zu vergleichen. Saumumschläge sind hierbei zu berücksichtigen. Vor der Prüfung sind die zu vergleichenden Tücher 24 Stunden lang im Prüfraum aufzubewahren.

Zum Zwecke einer genauen Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes sind Proben in luftdichter Verpackung an ein Prüfungsinstitut einzusenden.

### H. Allgemeine Bemerkungen.

#### 1. Reinigung.

Gute Putztücher lassen sich bei normalem Gebrauch häufiger reinigen, ohne ihre durchschnittliche Gebrauchsfähigkeit, vor allen Dingen auch ihre Saugwirkung zu verlieren. Die Wiederverwendbarkeit gewaschener Tücher hängt auch davon ab, ob sie stark verschmutzt, in Berührung mit ätzenden Chemikalien gekommen oder mit fremden Bestandteilen, z. B. Feilspänen, durchsetzt sind.

#### 2. Lagerung und Versand gebrauchter Tücher.

Da ölhaltige Tücher der Gefahr der Selbstentzündung ausgesetzt sind, sind bei der Lagerung die behördlichen Vorschriften sowie die der Feuerversicherungen zu beachten. Gebrauchte ölige Tücher sind in eiserne Kästen mit selbstschließenden Deckeln zu legen. Für den Bahnversand sind die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft maßgebend.

---

<sup>1</sup> Ein zu dicht gewebtes Tuch erscheint zwar haltbarer, ist aber weniger saugfähig.

<sup>2</sup> Die Siegelung der Muster kommt in der Hauptsache bei größeren Abschlüssen, insbesondere mit Behörden, in Betracht.

## 2. Lieferbedingungen für Putzlappen RAL 390C.

An der Aufstellung des Blattes „Lieferbedingungen für Putzlappen“ haben bisher die nachfolgenden Körperschaften usw. mitgearbeitet:

AEG,  
 Berliner Straßenbahn-Betriebs G. m. b. H.,  
 Chemisch-Technische Reichsanstalt,  
 Deutscher Kunstspinnstoff-Ausschuß,  
 Deutsche Reichsbahngesellschaft,  
 Deutscher Städtetag,  
 Eisenwerk Wülfel,  
 Gießerei-Normenausschuß (Gina),  
 I. G. Farbenindustrie,  
 Industrie- und Handelskammer zu Berlin,  
 Inspektion für Waffen und Gerät,  
 Ludw. Loewe & Co. A.-G.,  
 Mechanische Weberei Altstadt G. m. b. H.,  
 Raboma, Maschinenfabrik,  
 Reichsgesundheitsamt,  
 Reichswehrministerium, Heereswaffenamt,  
 Reichswehrministerium, Marineleitung,  
 Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H.,  
 Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem,  
 Telegraphentechnisches Reichsamt,  
 Verband der Putzlappen- und Polierscheibenhersteller,  
 Verein deutscher Maschinenbauanstalten,  
 Verein deutscher Schiffswerften,  
 Verein deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen,  
 Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands,  
 Vereinigte Putztuchwerke Cöpenick,  
 Vereinigung der Elektrizitätswerke,  
 Wirtschaftliche Vereinigung deutscher Gaswerke,  
 Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie,  
 Zentralverband des deutschen Rohproduktengewerbes.

Allen interessierten Kreisen wird empfohlen, diese Liefernorm im Geschäftsverkehr zugrunde zu legen.

### A. Begriffsbestimmung.

Putzlappen sind größere Lumpenstücke aus bestimmten Gewebearten, die vom Lumpenhandel und von den Putzlappenherstellern bearbeitet werden. Man unterscheidet weiße Putzlappen und bunte Putzlappen (Mischung von Lumpen verschiedener Farbe).



**B. Sorten.**

1. Baumwollene u. halbleinene Putzlappen in weiß<sup>1</sup>.
2. Baumwollene u. halbleinene Putzlappen in bunt.
3. Leinene Putzlappen in weiß<sup>1</sup>.
4. Leinene Putzlappen in bunt.
5. Trikotputzlappen.
6. Halbwoollene Putzlappen.

Die Sorte ist bei Bestellung anzugeben.

**C. Abmessungen.**

Das Mindestmaß der Putzlappen soll, wenn nicht anders vereinbart, 20 × 30 cm betragen. Andere Mindestgrößen sind bei Bestellung anzugeben.

**D. Handelsübliche Verpackung.**

Putzlappen werden nach Gewicht gehandelt. Kleinere Mengen werden im allgemeinen in Stopfbällen geliefert, größere, insbesondere ganze Wagonladungen, in Preßballen (100 bis 250 kg) mit Jutegewebe umhüllt. Die brutto für netto zu rechnende Verpackung darf 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nicht übersteigen.

**E. Eigenschaften.**

1. Beschaffenheit und Reinheit des Gewebes.

Putzlappen müssen aus festem, weichem Gewebe, im wesentlichen ohne Löcher, bestehen und durch Auskochen in Soda- und Seifenlösung gereinigt sein<sup>2</sup>. Sie müssen frei sein von störenden Bestandteilen, wie Knöpfen, Haken, Ösen usw.; auch sollen sie keine losen Bänder oder Litzen enthalten.

2. Farbechtheit.

Für bunte Putzlappen kann keine Farbechtheit gewährleistet werden. Praktisch jedoch wird Farbstoff von ihnen kaum abgegeben.

3. Feuchtigkeitsgehalt.

Die nach dem Waschen getrockneten Putzlappen sollen nicht mehr Feuchtigkeit enthalten, als sie aus der Luft anziehen. Im allgemeinen soll der Feuchtigkeitsgehalt 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nicht überschreiten.

**F. Bemusterung.**

Falls eine Bemusterung vereinbart wird, sollte sie in folgender Weise erfolgen:

Der Käufer erhält zwei gleiche Muster von je 1 Kilo. Das eine wird in Anwesenheit des Verkäufers und des Käufers bzw. deren bevollmächtigten Vertreter mit dem Siegel des Verkäufers versehen und für etwaige Streitfälle aufgehoben. Das zweite Muster dient als Vergleichsmuster bei der Lieferung.

<sup>1</sup> Ist Farbechtheit erforderlich, so müssen weiße Putzlappen verwendet werden.

<sup>2</sup> Gewaschene Putzlappen haben eine wesentlich größere Saugfähigkeit als ungewaschene, da schmutzige und klebrige Bestandteile aus den Lumpen entfernt und die Fasern des Gewebes aufgelockert sind. Die Reinigung ist auch aus gesundheitlichen Rücksichten zu fordern, weil Putzlappen z. T. Altmaterial darstellen, das in unmittelbarem menschlichen Gebrauch gewesen sein kann.

### G. Abnahmeprüfung.

Bei Abnahme sind Stichproben aus mehreren Ballen der Lieferung zu nehmen und zunächst nach dem Muster auf die vereinbarten Bedingungen zu prüfen.

Wird zur Ermittlung des in Rechnung zu stellenden Gewichtes der Feuchtigkeitsgehalt geprüft, so sind insgesamt 20 kg aus verschiedenen Ballen zu nehmen, nach Wägung in einem gleichmäßig auf Zimmertemperatur erwärmten Raum zum Trocknen auszubreiten und so lange zu trocknen, bis das Gewicht annähernd konstant bleibt. Ist das Endgewicht niedriger als das Anfangsgewicht, so ist das Anlieferungsgewicht entsprechend zu kürzen.

Für eine genaue Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes sind Proben in luftdichter Verpackung an ein Prüfungsinstitut zu senden.

### H. Allgemeine Bemerkungen.

#### 1. Lagerung und Versand.

Die Ware ist zweckmäßig in den angelieferten Ballen zu lagern. Es sind möglichst nicht mehr Ballen zu öffnen, als zur Prüfung und Ausgabe nötig ist. Da ölhaltiges Material die Gefahr der Selbstentzündung erhöht, sind bei der Lagerung gebrauchter Putzlappen die Vorschriften der Feuerversicherungen zu beachten. Gebrauchte Putzlappen sind zweckmäßig in eisernen Kästen mit selbstschließenden Deckeln zu lagern. Für den Bahnversand gebrauchter Putzlappen sind die Vorschriften der Reichsbahn maßgebend.

#### 2. Reinigung.

Gebrauchte Putzlappen lassen sich entölen, waschen und wieder verwenden. Die Wiederverwendbarkeit gewaschener Putzlappen hängt auch davon ab, ob sie stark verschmutzt, mit ätzenden Chemikalien in Berührung gekommen oder mit fremden Bestandteilen, z. B. Feilspänen, durchsetzt sind.

#### 3. Lieferungsbedingungen für Putzwolle RAL 390 E2.

Die nachfolgenden „Lieferbedingungen für Putzwolle“ wurden auf einer am 8. April 1927 in Berlin unter dem Vorsitz von Professor Gotthard Herzog abgehaltenen Sitzung vereinbart und sind von folgenden Körperschaften angenommen worden<sup>1</sup>.

#### Erzeuger:

Deutscher Kunstspinnstoff-Ausschuß,  
Fachgruppe Textilindustrie des Reichverbandes der Deutschen Industrie,  
Verband Deutscher Putzwollfabrikanten mit folgenden angeschlossenen

#### Firmen:

Berliner Putzwollwerke Hermann Jaffé, Berlin,  
Bernhard Greifenhagen, Löbau i. Sa.,

<sup>1</sup> Eine Änderung des Abschnittes E, die nachstehend berücksichtigt ist, wurde am 1. IV. 1931 vorgenommen.

Peter Hüren Nachf., M.-Gladbach,  
 H. Kalthoff, Walkmühle bei Kettwig, Ruhr,  
 Carl Karthaus, M.-Gladbach,  
 Ernst Kühnel, Söhne Copitz,  
 Otto Lieb, Augsburg,  
 Maschinenputztücher-Ges. m. b. H., Benrath a. Rh.,  
 Wwe. B. Messing A.-G., Bocholt i. W.,  
 Rudolf Neumann, Meißen.  
 Reis & Co. A.-G., Friedrichsfeld bei Heidelberg,  
 N. Rimpel & Co., Kitzingen,  
 Sapt A.-G. für Textilprodukte, M.-Gladbach,  
 F. B. Silbermann, Augsburg,  
 Evan Simonis jun., Crimmitschau,  
 Curt Schenk, Werdau i. Sa.,  
 C. G. Schön, Leipzig-Stahmeln,  
 Heinrich Schwarzenberger, Heilbronn a. Neckar,  
 Reinhard Uhlig, Werdau i. Sa.,  
 W. Wolf & Söhne, Stuttgart-Untertürkheim;

## Außerhalb des Verbandes:

Chemische Fabrik Feuerbach G. m. b. H., Feuerbach bei Stuttgart,  
 Wöllnerwerke G. m. b. H., Rheingönheim-Ludwigshafen a. Rh.

## Handel:

Reichsverband des Deutschen Groß- und Überseehandels,  
 mit dem angeschlossenen Fachverband:  
 Händlerverband für Gummi-, Asbest- und technische Bedarfsartikel.

## Verbraucher:

Arbeitsgemeinschaft der Eisen verarbeitenden Industrie (Avi),  
 Beton- und Tiefbau-Wirtschaftsverband<sup>1</sup>,  
 Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft,  
 Deutsche Wagenbauvereinigung<sup>1</sup>,  
 Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein,  
 Deutscher Eisenbau-Verband<sup>1</sup>,  
 Deutscher Feldbahnverband<sup>1</sup>,  
 Deutscher Städtetag,  
 Eisen- und Stahlwaren-Industriebund<sup>1</sup>,  
 Fachgruppe Textilindustrie des Reichsverbandes der Deutschen Industrie,  
 Gesamtvereinigung der Weiß- und Schwarzblech verarbeitenden In-  
 dustrien<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Die mit <sup>1</sup> versehenen Verbände gehören der Avi an.

Reichsbund der deutschen Metallwaren-Industrie<sup>1</sup>,  
 Reichsverband der Automobil-Industrie<sup>1</sup>,  
 Reichswehrministerium, Heer,  
 Reichswehrministerium, Marine,  
 Verein der märkischen Kleineisen-Industrie<sup>1</sup>,  
 Verein Deutscher Fahrrad-Industrieller<sup>1</sup>,  
 Verein Deutscher Gießereifachleute,  
 Verein Deutscher Maschinenbauanstalten<sup>1</sup>,  
 Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen<sup>1</sup>,  
 Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands,  
 Vereinigung der Deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie<sup>1</sup>,  
 Vereinigung der Walzdraht-Verbraucher<sup>1</sup>,  
 Zentralverband der Deutschen elektrotechnischen Industrie<sup>1</sup>.

Ferner:

Bayerische Landesgewerbeanstalt,  
 Chemisch-Technische Reichsanstalt,  
 Staatliches Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

### Lieferbedingungen für Putzwolle.

#### A. Begriffsbestimmung.

Als Putzwolle wird ein Paket oder eine Rolle von verschiedenen Textilfäden bezeichnet, die durch die Streckmaschine in parallele Lage gebracht sind. Putzwolle besteht entweder aus reinen Baumwollabfallfäden, wie sie in der Spinnerei, Zwirnerei, Weberei usw. abfallen, oder aus solchen als Hauptmaterial und einer prozentual größeren oder geringeren Beimischung von Fäden aus der Halbwooll-, Leinen- und Jute-Industrie, von Klaubefäden und Lesefäden, von hand- oder mechanisch gereinigtem Spinnerei- und Webereikehricht, endlich von Gardinen, Seilfäden, gerissenem Jutegewebe<sup>2</sup>.

Soll Putzwolle nicht zum Putzen benutzt werden, sondern um darauf knien zu können, so darf sie in der Hauptsache aus gelösten Jutelumpen, gelösten alten Scheuertüchern und anderen geringwertigen Lumpensorten, ferner aus Werg und ähnlichen Stoffen bestehen.

#### B. Sorten.

1. weiße Putzwolle.
2. bunte Putzwolle.

Sorte und Verwendungszweck sind erforderlichenfalls bei Bestellung anzugeben; ist insbesondere Farbechtheit erforderlich, so darf keine bunte Putzwolle verlangt werden.

<sup>1</sup> Die mit <sup>1</sup> versehenen Verbände gehören der Avi an.

<sup>2</sup> Die Saugfähigkeit und Weichheit des Materials ist um so größer, je mehr es aus reinen Baumwollfäden besteht, und um so sauberer, trockener und ölfreier es ist.

### C. Eigenschaften.

#### 1. Güte.

Die Güte der gelieferten Putzwolle muß in allen Teilen der des Musters entsprechen, das dem Kaufabschluß zugrunde gelegt wurde. Zulässige Toleranzen bedürfen vorheriger Vereinbarungen (vgl. E).

#### 2. Reinheit.

Putzwolle muß aus reinen oder gereinigten Textilfäden bestehen, muß frei von Sand, Metallteilchen (Nadeln) und anderen Verunreinigungen sein und darf Scherhaare, Schnitffäden, Hanf, Bindfäden, Papiergarne und unversponnene Stoffe praktisch nicht enthalten. Sollen die Fäden praktisch ölfrei sein, so ist dies besonders zu verlangen. Werden ungewaschene Ölfäden oder bereits gebrauchte, wieder gewaschene Putzwolle als Beimengung zu neuer verwendet, so hat dies der Verkäufer unaufgefordert anzugeben.

#### 3. Feuchtigkeitsgehalt.

Der Feuchtigkeitsgehalt (Zuschlag zum absoluten Trockengewicht) darf bei ausschließlich baumwollener Putzwolle 8 %, im übrigen 12 % nicht überschreiten.

### D. Handelsübliche Verpackung.

Die Ware wird im allgemeinen in Ballen, die mit Jutegewebe umhüllt sind, im Gewicht von 100 bis 200 kg geliefert. Die einzelnen Docken (Bündel) haben ein Gewicht von 5 bis 10 kg. Die Brutto für Netto zu rechnende Verpackung darf 5 % nicht übersteigen.

### E. Verkaufsgrundlagen und Arbitrage.

Werden keine anderen Vereinbarungen getroffen, so gelten folgende Bedingungen:

Der Kauf erfolgt nach Muster. Es sind zwei Muster, möglichst zwei ganze Docken, zu nehmen. Begnügen sich die Parteien mit kleineren Mustern, so muß die Docke auseinandergelegt und in der Längsrichtung geteilt (nicht gerissen!) werden. Die Muster werden in Anwesenheit des Käufers und Verkäufers oder deren Bevollmächtigten versiegelt. Das eine bleibt für Streitfälle beim Käufer liegen, das andere dient als Vergleichsmuster für die Lieferung. Die Muster sind bis zur Prüfung an einem trockenen Ort aufzubewahren.

Bei Abweichungen in der Güte zwischen Kaufmuster und Lieferung ist bei Mengen von 1000 kg und darüber jede Partei berechtigt<sup>1</sup>, beim Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL) eine Entscheidung gemäß den „Besonderen Bedingungen für die Arbitrage von Putzwolle“<sup>2</sup> zu

<sup>1</sup> Ab 1. April 1931.

<sup>2</sup> Zu beziehen durch den Beuth-Verlag, Berlin S 14.

beantragen. Hierdurch wird der ordentliche Rechtsweg ausgeschlossen<sup>1</sup>. An Hand der hierfür dort niedergelegten „Wertstandardmuster für Putzwolle“ nehmen die beauftragten Klassierer den Vergleich zwischen Kaufmuster und Probe aus der Lieferung vor. Stellen sie eine Abweichung nach unten gegenüber dem Kaufmuster fest, so ist die Rechnung entsprechend zu kürzen. Ein Satz für die zulässige Höchstabweichung kann vereinbart werden, bei dessen Überschreiten die Lieferung zurückgewiesen werden darf<sup>2</sup>.

#### F. Abnahmeprüfung.

Bei Abnahme sind aus mehreren Ballen der Lieferung Stichproben zu entnehmen und auf Übereinstimmung mit dem Muster bezüglich der unter C gekennzeichneten Eigenschaften zu prüfen.

Bei Abweichungen in der Güte vgl. E.

Zur Prüfung daraufhin, ob die Ware zu feucht geliefert ist, sind insgesamt 20 kg Putzwolle aus verschiedenen Ballen zu entnehmen und in einem gleichmäßig auf Zimmertemperatur (etwa 17 bis 20° C) erwärmten Raum zum Trocknen auszubreiten. Durch wiederholte Wägungen ist die Gewichtsbeständigkeit der Probemenge festzustellen. Ergibt das so ermittelte Endgewicht im Vergleich mit dem Anfangsgewicht von 20 kg einen Gewichtsunterschied, so ist das Gewicht der Lieferung entsprechend zu kürzen und dann als Liefergewicht der Abnahmebescheinigung zugrunde zu legen.

Zum Zwecke einer genauen Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes (vgl. C 3) sind Proben in luftdichter Verpackung an ein Prüfungsinstitut zur Prüfung einzusenden.

#### G. Allgemeine Bemerkungen.

##### 1. Lagerung.

Das Material ist zweckmäßig in den Ballen, wie es geliefert wird, zu lagern. Es sind möglichst nicht mehr Ballen zu öffnen, als zur Prüfung und zur Ausgabe nötig ist. Da ölhaltiges Material der Gefahr der Selbstentzündung ausgesetzt ist, sind bei der Lagerung die Vorschriften der Feuerversicherung zu beachten. Gebrauchte Putzwolle wird zweckmäßig in eiserne Kästen mit selbstschließenden Deckeln gelegt. Für den Bahnversand sind die Vorschriften der Reichsbahn maßgebend.

##### 2. Waschbarkeit.

Putzwolle läßt sich nach dem Gebrauch entölen, waschen und wieder verwenden. Die Wiederverwendbarkeit gewaschener Ware hängt auch davon ab, ob sie stark verschmutzt war, mit fremden Bestandteilen, z. B.

---

<sup>1</sup> Bei Lieferungen an Behörden ist für etwa aus dem Vertrag entstehende Rechtsstreitigkeiten das Gericht zuständig, in dessen Bezirk der Auftraggeber seinen Sitz hat. Die Arbitrage beim RAL wird bei Lieferung an Behörden nur dann angerufen, wenn dies im Einzelfalle vertraglich besonders vereinbart ist.

<sup>2</sup> Z. B. hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft sich vorbehalten, bei einer Nettoabweichung von 10 % und darüber die Lieferung zurückzuweisen.

Feilspänen, durchsetzt ist oder in Berührung mit ätzenden Chemikalien gekommen ist. Durch Waschen verliert die Putzwolle an Saugfähigkeit und verwirrt sich, deshalb muß sie neu aufgekämmt werden.

## **H. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit.**

Die nachstehend abgedruckten AWF-Betriebsblätter sind entnommen aus den Arbeitsergebnissen des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung (AWF) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Berlin NW 6, Luisenstr. 58. Die vom AWF herausgegebenen Schriften haben den Zweck, allgemeine Richtlinien für einzelne Aufgaben der Betriebsführung zu geben. Sie sind auf dem Wege der Gemeinschaftsarbeit von maßgebenden Fachleuten aufgestellt. Vollständige Verzeichnisse der bisher erschienenen Schriften, Vordrucke u. dgl. sind kostenlos durch den Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdenerstr. 97 zu erhalten. Von dieser Stelle sind auch Sonderdrucke der nachstehend veröffentlichten Betriebsblätter zum Preise von je M. 0,25 zu beziehen. Bei Abnahme einer größeren Anzahl von Schriften einer Sorte wird entsprechender Preisnachlaß gewährt.

### **1. Behandlung der Wälzlager.**

#### Allgemeines.

1. Im nachstehenden sind nur die hauptsächlichen Gesichtspunkte erwähnt. Man beachte etwa darüber hinausgehende Sondervorschriften der Hersteller bzw. frage dort in besonderen Fällen an.

#### Aufbewahrung.

2. Die Lager werden in Pappkästchen oder sonst zweckmäßig verpackt, eingefettet geliefert und sind erst bei der Verwendung aus der Verpackung zu nehmen.

3. Die Lager dürfen nicht an feuchten oder zu warmen Orten aufbewahrt werden.

4. Die Lager sollen vor dem Einbau nicht auf Werkbänken oder sonstwie offen herumliegen.

#### Reinigung.

5. Verschmutzte Lager sind sorgsam unter beständigem Drehen mit Benzin, Benzol oder gutem Petroleum auszuwaschen, sofort einzufetten und zu verpacken.

6. Läuft ein Lager auch nach dem Reinigen nicht einwandfrei, ist es gar durch Rost oder auf andere Weise schon beschädigt, so sollte es zur Untersuchung bzw. Instandsetzung dem Hersteller eingesandt werden.

7. Auch die Maschinenteile (Gehäuse), in welche die Lager eingebaut werden sollen, müssen unbedingt gründlich von Schmutz, Formsand und anhaftenden Spänen gereinigt werden.

## Ein- bzw. Aufpassen der Lager.

8. Die Teile, die zum Ein- oder Aufpassen der Lager dienen, fertige man stets nach besonderen Lehren an.

9. Werden Lager als Lehren verwendet, so nehme man nach Möglichkeit stets die gleichen Lager. Werden derartige Lager dann eingebaut, so sind sie vorher gründlich zu reinigen.

10. In allen Passungsfragen verlange man von der Lieferfirma die betreffenden Abmaße.

11. Auf die Welle stets stramm aufpassen (fester Sitz):

- a) die Innenringe der Querlager,
- b) die sich drehenden Scheiben der Längslager und Wechsellager.

12. In die Gehäuse verschiebbar einpassen (gleitender Sitz, von Hand noch bequem verschiebbar):

- a) die Außenringe der Querlager,
- b) die Außenringe der Tonnenrollenlager,
- c) die stillstehenden weiten Scheiben der Längs- und Wechsellager.

13. In die Gehäuse stramm einpassen (fester Sitz):

- a) die Außenringe der Kugel-Schulterlager,
- b) die Außenringe der Rollenlager mit zylindrischen Rollen.

## Aufziehen und Einbringen der Laufringe.

14. Die Ringe dürfen bei Auf- bzw. Einbringen nicht schief angesetzt werden.

15. Beim Aufziehen eines Innenringes darf nicht gegen den Außenring oder Käfig, ebenso beim Einbringen eines Außenringes nicht auf den Innenring oder Käfig geschlagen werden.

## Befestigungsmittel.

16. Die Innenringe sind möglichst mit Muttern oder Rohrstücken seitlich fest gegen einen Wellenbund oder sonstigen Ansatz zu spannen, der so auszubilden ist, daß das Lager im Bedarfsfalle durch geeignete Vorrichtungen bequem von der Welle abgezogen werden kann.

17. Bei Verwendung von Befestigungsmuttern — besonders bei Spannhülsmuttern — sind zu beachten:

- a) Muttern fest anziehen und sichern;
- b) möglichst die Muttern so anbringen, daß sie entgegen der Wellendrehrichtung angezogen werden;
- c) im übrigen die etwaigen Vorschriften des Herstellers beachten.

18. Das Anbringen von Nuten, Löchern, Klemmflächen od. dgl. auf den Ringen oder Scheiben von Wälzlagern zur Sicherung der Lager gegen Drehung ist unnötig und mehr schädlich als nützlich.



## Einbaufehler.

19. Verklemmungen bewirken zusätzliche Belastung und meist Überlastung und vorzeitige Zerstörung von Lagern. Sie machen sich außerdem durch Erwärmung oder harten Gang bemerkbar.

20. Verklemmungen in Längsrichtung der Welle sind in folgender Weise zu vermeiden:

a) bei mehreren Querlagern darf nur eines im Gehäuse seitlich am Außenring festgelegt werden (Festlager), alle übrigen Lager müssen seitlich möglichst viel Spiel erhalten (Loslager);

b) wird die Welle durch ein Längslager oder sonstwie in Längsrichtung festgelegt, so müssen alle auf der Welle sitzenden Querlager seitlich am Außenring Spiel erhalten.

21. Verklemmungen quer zur Wellenrichtung sind in folgender Weise zu vermeiden:

a) Welle und Gehäuse müssen gut rund sein;

b) insbesondere darf bei zweiteiligen Gehäusen durch Anziehen der Befestigungsschrauben kein Unrundziehen der Gehäuse und der Außenringe bewirkt werden;

c) keine Schrauben auf den Außenring drücken lassen;

d) der Innenring darf nicht so stramm aufgezogen werden, daß die innere Luft des Lagers restlos verschwindet.

22. Genaue Gleichachsigkeit der Gehäusebohrungen ist bei Lager ohne Einstellmöglichkeit unerlässlich, aber auch bei allen anderen Lagern anzustreben.

23. Käfige und Wälzkörper dürfen in ihrem Umlauf nicht durch Teile behindert werden, die in das Lager hineinragen.

## Nach dem Einbau.

24. Nach Anziehen aller Schrauben und Muttern müssen die Lager von Hand spielend leicht und reibungsfrei gehen.

25. Ein Probelauf darf nur mit gut geschmierten Lagern vorgenommen werden.

26. Nur nach einwandfreiem Probelauf ist ein Lager in Betrieb zu nehmen, andernfalls auszubauen und nachzusehen.

## Schmierung.

27. Verwendbar sind nur gute Mineralöle, Vaseline und starre Fette. Die Schmiermittel müssen säurefrei sein, dürfen nicht harzig oder ranzig werden, solche pflanzlicher oder tierischer Herkunft sind zu vermeiden, ebenso darf Kunstvaseline nicht verwendet werden.

28. Zum Einbringen der Schmiermittel sind geeignete verschleißbare Schmieröffnungen anzubringen.

## Abdichtung.

29. Die Lagergehäuse müssen mit Abdichtungen versehen sein, um den Austritt des Schmiermittels und den Eintritt von Fremdkörpern sowie von Wasser und Feuchtigkeit zu verhindern.

30. In Sonderfällen befrage man betreffs geeigneter Abdichtung den Hersteller.

## Instandhaltung.

31. Häufigeres Nachsehen der Lager empfiehlt sich, besonders bei angestregtem Betrieb. Dabei ist jedoch jede Verunreinigung zu vermeiden.

32. Ist das im Lager befindliche Schmiermittel verschmutzt, so ist Auswaschen des Lagers, Ausfüllen mit frischen Schmiermitteln sowie Verbessern der Abdichtung angebracht.

33. Sind Anzeichen einer Störung vorhanden, so muß das Lager baldmöglichst ausgebaut und nachgesehen werden.

34. Im Zweifelsfalle oder bei Beschädigung ist das Lager unter Angabe der Störungserscheinungen (Erwärmung, Geräusch usw.) sowie der Einbau- und Betriebsverhältnisse an den Hersteller in dem Zustand einzusenden, wie es eingebaut war, also ungereinigt bzw. nicht ausgewaschen.

35. Wälzlager können nur vom Hersteller sachgemäß instandgesetzt werden.

## 2. Regeln für Fahrer von Elektrokarren.

## I. Vor Betrieb.

1. Wagen gründlich schmieren; Fahrschalter-Kontakte säubern und leicht einfetten.
2. Gummi, elektrische Leitungen und Bremsbeläge von Fett freihalten.
3. Fahrt mit ausreichend geladener Batterie beginnen.
4. Kollektorkohlen auf gutes Anliegen und auf Abnutzung nachsehen.
5. Bremsen und Steuergestänge prüfen und nötigenfalls nachstellen bzw. anziehen.
6. Sämtliche Kabelverbindungen auf festen Kontakt prüfen.
7. Ersatzsicherungen mitnehmen.

## II. Betrieb.

8. Schalthebel langsam, jedoch von Stufe zu Stufe ruckweise einschalten; schnell ausschalten.
9. Zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt haltmachen.
10. Bremse möglichst wenig benutzen, Fahrzeug auslaufen lassen.
11. Steuereinrichtung nur während der Fahrt benutzen.
12. Batterie nicht übermäßig entleeren.
13. Feste und gute Wege bevorzugen, um Fahrzeug und Batterie zu schonen.

14. Auf öffentlichen Straßen Steuerkarte und Zulassungsbescheinigung mitführen.
15. Fahrbahn beobachten; Gleise schräg kreuzen.
16. Elektrokarren nicht über die zulässige Tragfähigkeit belasten.
17. Fördergut vorsichtig aufsetzen, gleichmäßig verteilen und gegen Herabfallen sichern.
18. Vor Straßenkreuzungen, Kurven, vor Durchfahrten, beim Überholen von Menschen und Fahrzeugen und beim Anfahren deutliche Warnungssignale und Fahrtrichtungszeichen geben.
19. Rechts ausweichen, links überholen, rechte Seite der Fahrbahn benutzen.
20. Kurven mit verminderter Fahrt nehmen.
21. Vor Kreuzungen Fahrt verlangsamen, von rechts kommende Fahrzeuge haben Vorfahrtsrecht.
22. Mitnehmen Unbefugter ist verboten.

### III. Nach Betrieb.

23. Elektrokarren und Fahrschalterkontakte reinigen, Mängel beseitigen, hierbei Batterie zugedeckt halten.
24. Fahrzeug beim Verlassen gegen unbefugte Benutzung sichern.
25. Wagen jede Woche einmal gründlich reinigen.
26. Jeden Schaden sofort der zuständigen Stelle melden.
27. Sondervorschriften der Hersteller beachten.

## J. Dienstanweisung zur Verhütung von Unfällen in elektrischen Bagger- und Bahnanlagen von Braunkohlentagebauen.

Herausgegeben vom Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein E. V.,  
Halle (Saale).

### A. Allgemeines.

1. Die Berührung elektrischer Einrichtungen, seien es Leitungen oder spannungsführende Teile von Motoren, Sicherungen, Schaltapparaten, Fassungen usw., ist mit Gefahr für Leben und Gesundheit des Betroffenen verbunden. Jede unnötige Berührung ist verboten. Die betriebsmäßige Bedienung und Unterhaltung elektrischer Anlagen ist nur den damit beauftragten Personen (siehe Abschnitt D) gestattet.

2. Die Berührung spannungsführender Teile von Elektromotoren, Schaltapparaten und Leitungen ist durch entsprechende Maßnahmen in der Regel unmöglich gemacht oder erschwert, sei es durch Isolierung oder Verlegung außer Handbereich oder durch Schutzverkleidungen an den Motoren, Apparaten, Kontrollern usw.

Diese Schutzvorrichtungen zu entfernen und in gefahrbringende Nähe spannungsführender Teile sich zu begeben, ist im normalen Betrieb verboten.

Bei allen elektrischen Maschinen und Apparaten sind die Kollektoren, Schleifringe, Bürsten nebst ihren Befestigungsteilen, Wicklungen und Verbindungsleitungen spannungführende Teile. Aus Betriebsrücksichten sind diese Teile oft nur der zufälligen Berührung entzogen. Es wird daher auf die Gefährlichkeit ihrer Berührung besonders hingewiesen.

3. Bei der Bewegung sperriger Metallteile in der Nähe elektrischer Einrichtungen ist besonders Vorsicht geboten.

4. Leicht entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefährlicher Nähe elektrischer Maschinen und Apparate sowie offen verlegter Leitungen gelagert werden.

#### B. Leitungen und Gleise.

1. Vor dem Besteigen von Masten hat sich sowohl die Aufsichtsperson als auch der mit der Arbeit Beauftragte von der Standfestigkeit des Mastes zu überzeugen. Bei Holzmasten kommt es vielfach vor, daß äußerlich gut aussehende Maste im Innern völlig morsch sind. Zur Prüfung der Standfestigkeit genügt bloßes Anklopfen nicht immer, da z. B. bei Frostwetter der mulmige, Feuchtigkeit enthaltende Kern gefroren sein kann und der Mast den normalen Klang ergibt. Anhacken mit dem Beil oder Anbohren in Erdbodenhöhe sind zuverlässigere Maßnahmen. Nicht standfeste Maste dürfen nur bestiegen werden, wenn sie vorher sicher verankert worden sind.

2. Gerissene Leitungen können noch spannungführend sein. Ihre Berührung ist lebensgefährlich und daher verboten. Der nächsten Aufsichtsperson ist hiervon unverzüglich Meldung zu erstatten, wie auch jede besondere Erscheinung (z. B. Feuererscheinung) zu melden ist.

3. Das Bedienen von Streckenschaltern ist nur den hierzu befugten Personen gestattet.

4. Werden merkliche Einwirkungen elektrischen Stromes beim Berühren von Gleisen festgestellt, ist sofort der nächsten Aufsichtsperson Meldung zu erstatten.

#### C. Lokomotiven und Bagger.

1. Bei Lokomotiven wird besonders darauf hingewiesen, daß bei Anliegen auch nur eines Stromabnehmers an der Fahrleitung auch die übrigen Stromabnehmer und die gesamte elektrische Einrichtung der Lokomotive unter Spannung stehen.

Es darf daher an elektrischen Teilen von Lokomotiven nur gearbeitet werden, wenn alle Stromabnehmer von der Oberleitung abgezogen und gesichert sind, die Lokomotive also spannungsfrei ist.

Diese Vorschrift bezieht sich auch auf Reinigungsarbeiten an dem oberen Teil der Lokomotive, bei der der Mann in die Nähe spannungführender Teile kommt.

Bei Arbeiten an Teilen der elektrischen Anlagen auf Baggern sind diese Teile spannungslos zu machen.

2. Bagger- und Lokomotivführer haben dafür zu sorgen, daß Unbefugte an dem mechanischen und elektrischen Teil ihrer Maschine sich nichts zu schaffen machen.

3. Der Lokomotivführer darf sich von der Maschine nur entfernen, wenn er folgende Vorsichtsmaßnahmen getroffen hat:

1) den Kontroller ausgeschaltet und den Umschalter in die „Aus-“ oder „Null“-Stellung gebracht,

2) alle Stromabnehmer abgezogen und in dieser Lage gesichert,

3) die Handbremse fest angezogen hat.

4. Trennschalter, Stromabnehmer und ähnliche Einrichtungen dürfen nur mittels der hierfür vorgesehenen Hilfswerkzeuge (Schaltstangen usw.) bedient werden. Diese Hilfswerkzeuge sind unbedingt spannungssicher zu erhalten.

Die Verwendung von Gummihandschuhen ist bei Hochspannung verboten.

#### **D. Arbeiten an elektrischen Anlagen.**

1. Jede Arbeit an elektrischen Einrichtungen ist Unbefugten strengstens untersagt. Tritt eine Störung auf, oder wird das Fehlen oder die Unbrauchbarkeit einer Schutzvorrichtung bemerkt, so ist unter allen Umständen sofort dem zur Ausführung der Arbeit Befugten Meldung zu erstatten, der seinerseits die zur Behebung der Störung oder Ausführung der Arbeiten erforderlichen Maßnahmen zu treffen hat.

2. Müssen die Arbeiten unter Spannung ausgeführt werden, so haben sich die Befugten, die die Arbeiten ausführen, nach § 8 der Betriebsvorschriften des VDE zu richten.

3. Bei Hochspannung dürfen Arbeiten unter Spannung nur in Notfällen und nur in Gegenwart einer geeigneten und unterwiesenen Person sowie unter Beachtung geeigneter Vorsichtsmaßnahmen ausgeführt werden. Als Notfall in diesem Sinne gelten nur die Sicherung von Menschenleben und der Schutz der Betriebseinrichtungen vor schwerem Schaden.

4. Ist eine Berührung der Fahrleitungen oder der Baggerschleifleitungen erforderlich, z. B. beim Reißen von Fahrleitungen, bei Isolatorbruch oder beim Bruch von Stromabnehmern, so muß dafür gesorgt werden, daß die Leitung durch Abschaltung stromlos gemacht wird (Abschnitt A Ziffer 1).

Die Leitung ist bei jeder Arbeit zu erden und kurzzuschließen. Die Erdung darf erst entfernt werden, wenn die Arbeit fertig ist und die die Arbeit ausführenden Personen sich in Sicherheit gebracht haben. Bei der Ausführung der Erdung ist unbedingt darauf zu achten, daß die hierfür verwendeten Einrichtungen zuerst an die Erde und erst dann an die Leitung gelegt werden. Bei Aufhebung des Kurzschlusses ist umgekehrt zu verfahren, d. h. der Erder zuletzt zu lösen. Die Wiedereinschaltung der Leitung darf nur durch denjenigen, der die Ausschaltung vornahm, veranlaßt werden. Verständigung durch Winken ist möglichst zu vermeiden, da Gleisbaukolonnen sich auf dieselbe Weise zu verständigen pflegen und so Mißverständnisse hervorgerufen werden können.

5. Personen, die als Trinker und als unzuverlässig bekannt sind, dürfen mit Arbeiten an elektrischen Leitungen nicht betraut werden.

## Sachverzeichnis.

- Abbrühmassen 91.  
Abdeckungen 31, 34, 103, 228.  
Ablassen des Oles 185.  
Abnutzung 95.  
Abschaltstrom 41.  
Abstellvorrichtung 146.  
Abzugrohre 140.  
Abzweigmuffen 93.  
Abzweigungen 220.  
Akkumulatoren 54, 140, 225.  
Akkumulatorenanlagen 16.  
Akkumulatorenbatterien 50.  
Akkumulatorenraum, Lüftung des —es 56.  
Akkumulatorenräume 125.  
Akkumulatorenwärter 122.  
Allgemeinbeleuchtung 212.  
Alte Maschinen 61.  
Alterung 70.  
— von Isolierölen 178.  
Aluminium 209.  
Aluminiumleiter 207.  
Anderung älterer Anlagen 27.  
Anderungen 16.  
Anerkannte Regeln der Technik 17.  
Anfressungsgefährdung 51.  
Angezapfte Wicklungen 168.  
Angriffsfähiger Boden 51.  
Anhang 230.  
Anlagen, landwirtschaftliche 24, 62, 224.  
— Sicherheit der 17.  
Anlässe 188, 219.  
— Flüssigkeits- 188.  
Anlaß-Spitzenstrom 161.  
Anlaufmoment 158.  
Anleger, Diebe- 88, 139, 202.  
Anzapfung 162, 172.  
Anschließenbe Kleidung 145.  
Anschlußtafel 26.  
Anschluß von Motoren 160.  
Anschlußvorschriften 194.  
— Normal- 194.  
Apparate 63, 179, 234.  
Arbeiten an Kabeln 222.  
— unter Spannung 216, 224.  
Arbeitsplatzbeleuchtung 212.  
Arbeitsstätten 212.  
Arbeitstromauslösung 184.  
Arbeitsverbrauch 139.  
Armaturen 195.  
Armbänder 130.  
Atemung, künstliche 77, 110, 115, 116.  
Aufstellungsart 164.  
Aufsichtsbeamte 129.  
Aufzüge, Betriebsvorschriften für 256.  
Aufzugs-Ausstoß 256.  
Aufzugsverordnung 256.  
Augenschutzmittel 27.  
Augenverletzungen 114.  
Ausdehnungsgefäß 178.  
Ausführungsformen 62.  
Ausläuferchalter 184.  
Auslöser 186.  
Auslösestrom 179.  
Auslösezeit 179.  
Außenleiter 53.  
Aussetzender Betrieb 205, 209.  
Auswechseln von Masten 70.  
Auswechslung eines Oles 178.  
Baggeranlagen 275.  
Bahnen 3, 275.  
Bahnkreuzungsvorschriften 80.  
Batterien, transportable 143.  
Batterieraum 55.  
Bäume, Fällen von —n 23.  
Baupolizei, Zuständigkeit der 24.  
Baupolizeibehörden 24.  
Beatmungsgerät 117.  
Bedienung elektr. Anlagen 124.  
Bedienungsangang 61, 124, 140.  
— isolierender 56.  
Beglaubigungen 97.  
Beglaubigungsfehlergrenzen 96, 100.  
Begehung der Strecken 68.  
Begriffserklärungen 9.  
Beinbruch 115.  
Bekämpfung von Bränden 107, 121.  
Beleuchtung 100, 211.  
Beleuchtungseinrichtung 155.

- Beleuchtungskörper 105.  
 Beleuchtungstechnische Gesellschaft 211.  
 Bergwerke unter Tage 8.  
 Berührung 25.  
 — zufällige 101.  
 Berührungsspannung 37, 43.  
 Berührungsschutzvorrichtung 195.  
 Berufsgenossenschaften 19.  
 Beruhigungszeit 198.  
 Besteigen von Masten 71.  
 Betrieb, aussehender 205, 209.  
 — kurzzeitiger 156, 206.  
 Betriebe, landwirtschaftliche 64.  
 Betriebsfernsprechanlagen 79, 203.  
 Betriebsführung 128.  
 Betriebsarten, Elt- 146.  
 Betriebsleiter 19, 129.  
 — Verantwortlichkeit des —s 21.  
 Betriebspersonal 129.  
 Betriebsräume 11, 105, 120, 123, 124.  
 Betriebsstätten 12, 120.  
 — explosionsgefährdete 12, 225.  
 — feuergefährdete 12, 225.  
 Betriebsunternehmer 129.  
 Betriebsvorschriften 2.  
 — f. Aufzüge 256.  
 Bewegliche Leitungen 87.  
 Biegbare Theaterleitung 87.  
 Blasebalg 33.  
 Blechtafeln 110, 117, 120, 232.  
 Blei 123.  
 Bleimäntel 53.  
 Bleimantelleitungen 86.  
 Bleimantelverluste 209.  
 Blitzpfote 120, 231.  
 Blitzschlag 136.  
 Blutungen, innere 114.  
 — Schlagader- 113.  
 Bodkäferlarven 75.  
 Bodensaß 142.  
 Bogenlampen 216.  
 Brandbekämpfung 103.  
 Brandbinde 114.  
 Brandversicherungsbeiträge 24.  
 Brandwunden 114.  
 Brände 106.  
 — Bekämpfung von —n 107, 121.  
 Buchholzschutz 163.  
 Bürsten 151.  
 Bürstenhalter 152.  
  
 Chemische Einflüsse 83.  
 Christbaum-Beleuchtung 57.  
  
 Dächer 71, 83.  
 Dauerbetrieb 156, 170, 205.  
 Dauerkurzschluß-Stromstärke 185.  
 Diebstahl 79.  
 — v. Glühlampen 195.  
 Diebe-Anleger 88, 139, 202.  
 Doppelerdschlüsse 135.  
 Drachen 77.  
 Drähte, gummiisolierte 84.  
 Drehmoment 158.  
 Drehstromanlagen 64.  
 Drehstrommotoren 155, 161.  
 Drehtransformatoren 168.  
 Dreileiteranlagen 48, 64.  
 Dreileiterystem 54.  
 Drosselspule 180.  
 Druckart 5.  
 Durchführungen 184.  
 Durchhang 69.  
 Durchtränkte Räume 12.  
  
 Effalin 139.  
 Eichstationen 97.  
 Einführung 196.  
 Einführungsstellen 25, 63.  
 Eingriffe in Zähler 210.  
 Einheitstransformatoren 172.  
 Einleiterkabel 208.  
 Einleiter-Wechselstrom 209.  
 Einrichtungen, provisorische 123.  
 Eis 204.  
 Eisenbahnen 80.  
 Eisenbauwerke 71.  
 Eisensäffer 177.  
 Eislaß 70.  
 Elektrische Bahnen 3.  
 Elektrizitätswerke 107, 119, 225.  
 Elektroladpappe 39.  
 Elektrofarnen 274.  
 Elektrolitzähler 96.  
 Elektrowärmeegeräte 57, 105.  
 Elektrowerkzeuge 56, 105, 144.  
 Elt-Betriebsarten 146.  
 Endverschlüsse 90, 94.  
 Entlüftung 163.  
 Entrostung 71.  
 Entziehung elektr. Arbeit 211, 255.  
 Erdarbeiten 23.  
 Erdkapazität 133.  
 Erdschluß 125.  
 Erdschlußlichtbogen 135.  
 Erdschlußstelle 133.  
 Erdschlußstrom 42, 45.  
 Erdung 36, 41, 218, 223.  
 Erdungsmesser 38.  
 Erdungstangen 105, 202, 203, 218, 221.  
 Erdungsvorrichtungen 174.  
 Erdungswiderstand 43.

- Erfrieren 116.  
 Erdschleutungen 88.  
 Erste Hilfe 106, 121.  
 Ertrinken 116.  
 Erwärmung 137, 170.  
 — der Lager 149.  
 Erwärmungsgrenzen 156.  
 Explosionsgefährdete Betriebsstätten 12, 225.  
 Fahrleitungen 67, 205, 276.  
 Fällen von Bäumen 23.  
 Fanggrube 62.  
 Fangstangen 70.  
 Farbe, Weißlauf-Anmelde= 139.  
 Farben 65, 202, 229.  
 Farbenchermoskope 138.  
 Faßausleuchter 103, 197.  
 Fassungen 102, 195.  
 — Pauschal= 102.  
 Fassungsadern 86, 196.  
 Fäulnis 72.  
 Fehlerorte 90.  
 Fehlschaltungen 66, 201.  
 Fernmeldeanlagen 3, 10, 79.  
 Fernmeldegeräte 144.  
 Fernmeldeleitungen 203, 229.  
 Fernsprechanlagen, Betriebs= 79, 203.  
 Fernsprechleitungen 80.  
 Fernwirkungen 80.  
 Feuchte Räume 12, 219, 225, 227.  
 Feuergefährdete Betriebsstätten 12, 225.  
 Feuerlöcher 66, 83.  
 Feuerlöscher 103.  
 Feuerlöcher 112.  
 Feuerlöcher 165.  
 Feuerlöcheranrichtungen 154.  
 Feuerlöscher Kammer 59, 159.  
 Feuerwehr 107.  
 Feuerwehr-Elektriker 108.  
 Fiber 39.  
 Filtrieren 178.  
 Fingerringe 130.  
 Firmenfennfaben 84.  
 Flammpunkt 175.  
 Flicker der Sicherungen 23.  
 Flüssigkeitsanlasser 188.  
 Fortbildungskurse 252.  
 Freileitungen 11, 67, 203, 225.  
 Freileitungsnetze 217.  
 Freiluftanlagen 11, 203.  
 Freiluftgeräte 184.  
 Freiluftschaltanlagen 22.  
 Fremdströme 52, 53.  
 Frequenzmesser 198.  
 Frischluftkühlung 112.  
 Füllsäure 141.  
 Fünfleiteranlagen 54.  
 Funkenstrecke 181.  
 Gasentwicklung 142.  
 Gebrauchsspannungen 10, 227.  
 Gefahrbringende Nähe 228.  
 Gefährdungsgrad 42.  
 Gefahren 28, 127.  
 Gefährliche Sicherungen 26, 124.  
 — Sicherungstöpfe 190.  
 Geltungsbeginn 7.  
 Geltungsbereich 7.  
 Generator 132.  
 Geräteanschlußschnüre 206.  
 Gerätefestbolzen 57.  
 Geräusche 139.  
 Gerüste 77, 83.  
 Gesteine 40.  
 Gestelle 55.  
 Getreidebiemen 83.  
 Gewerbeunternehmer 18.  
 Gewitterüberspannungen 50, 180.  
 Glasgefäße 55.  
 Gleichstromzähler 96, 98.  
 Glimmer 39.  
 Glühlampen 215.  
 — Diebstahl von 195.  
 Glutsicherheit 39.  
 Grenzerwärmung 157, 171.  
 Griffe 37.  
 Grubenräume, Schlagwettergefährdete 12, 225, 228.  
 Gummiaederleitungen 86.  
 Gummiaederlöcher 86.  
 Gummibleitfabel 89, 207.  
 Gummifreie Isolierstoffe 40.  
 Gummihandschuhe 103, 130.  
 Gummihülle 84.  
 Gummifolierte Drähte 84.  
 Gummimatten 228.  
 Gummimischung 84.  
 Gummischlauchleitungen 86.  
 Gummischuhe 103, 130.  
 Haftung der Unternehmer 21.  
 Hähne 173.  
 Halter 152.  
 Handgeräte 56, 144.  
 Handleuchter 40, 57, 102, 197.  
 Handräder 37.  
 Hartgummifästen 55.  
 Hartpapierplatten 39.  
 Hauptreihe 173.  
 Hausanschlüsse 224.  
 Hausanschlußmuffen 94.  
 Hausgeräte 56, 144.



- Hausinstallationen 8, 12.  
 Hausinstallationsanlagen 23.  
 Haut, Übergangswiderstand der 13.  
 Hautreize 118.  
 Hebelchalter 219.  
 Hebezeuge 12.  
 Heiße Räume 13.  
 Heißlauf-Anmeldefarbe 139.  
 Heizgeräte 144.  
 Heizung 140.  
 Herzstimmern 118.  
 Neuböden 13.  
 Hilfeleistung 77.  
 — bei Unfällen 113.  
 Hilfsarbeiter 124.  
 Hilfsrider 44.  
 Hitzschlag 116.  
 Holz 40, 72.  
 Holzgestänge 72.  
 Holzkästen 55.  
 Holzmasten 109.  
 Holzplättchen 55.  
 Holzrollen 67.  
 Hörnerableiter 188.  
  
 Induktionszähler 96.  
 Industrieanlagen 225.  
 Innere Blutungen 114.  
 Installationen 242.  
 — im Freien 11, 67.  
 Installationbetriebe 119.  
 Installationsmaterial 105.  
 Installations-Selbstschalter 192.  
 Instandhaltung 15, 34.  
 Instruktionen 126.  
 Isolationsfehler 90.  
 Isolationsmeßer, Taschen- 49.  
 Isolationszustand 47, 130.  
 Isolatoren 70, 202.  
 Isolierbänder 40.  
 Isolierender Bedienungsgang 56.  
 — Arbeitsstand 130.  
 Isolierhülsen 94.  
 Isolieröle, Alterung von 178.  
 Isolierschemel 104, 202, 223.  
 Isolierstoffe 38.  
 — gummifreie 40.  
 Isolierstoffpreßteile, nichtkeramische 39.  
 Isolierte Leitungen 84, 87, 204.  
 — Werkzeuge 130.  
 Isolierung 35, 158.  
 Isolierwerkzeuge 31.  
  
 Kabel 88, 207, 209.  
 — in Luft 208.  
 Kabelähnliche Leitungen 86.  
 Kabelbeziehung 52.  
 Kabel-Endverschlüsse 95.  
 Kabelfehler 53.  
 Kabelnetze 226.  
 Kabelmuffen 92.  
 Kabelschuhe 94.  
 Kabelzubehörteile 90.  
 Käferlarven 73, 75.  
 Karbolineum 73, 74.  
 Kennfaden 84, 243.  
 Kennfarben 65, 190.  
 Kennzeichnung 209.  
 Keramische Werkstoffe 39.  
 Kesselschalter, Mehr- 200.  
 Kesselwagen 176.  
 Ketten 130, 218.  
 Kettenisolatoren 228.  
 Kinder 40, 77.  
 Rippen 82.  
 Kippmomente 158.  
 Kleidung, anschließende 145.  
 Kleidungsstücke 129.  
 Kleinspannungen 10, 36, 41,  
 Kleinspannungstransformatoren 169.  
 Kleinstmotoren 57, 105, 144.  
 Klemmen 63, 137, 160, 165, 168.  
 Klemmenbezeichnung 246.  
 Klettersturz 71.  
 Knallgas 54.  
 Knochenbrüche 114.  
 Koch- und Heizgeräte 144.  
 Kohlen säure 109.  
 Komutatoren 150.  
 Kondensatoren 161, 180.  
 Kontakbürsten 182.  
 Kontaktfinger 188.  
 Kontaktflächen 182.  
 Kontrolle, Motoren- 146.  
 Kontrollarten 162.  
 Controller 188.  
 Körperverletzung 22.  
 Kreislauf-Kühilverfahren 112.  
 Kreuzende Leitungen 252.  
 Kugellager 150.  
 Kühlschlangen 163.  
 Kühlung d. Maschinen 154.  
 — Frischluft- 112.  
 — Umlauf- 154.  
 Kühilverfahren, Kreislauf- 112.  
 Künstliche Atmung 77, 110, 115, 116.  
 — Beleuchtung 215.  
 Kurzschließungen 218, 223.  
 Kurzschlußdroßelspulen 168.  
 Kurzschlußeinrichtungen 220.  
 Kurzschlußklausel 113.  
 Kurzschlußspannung 167.

Kurzschlußströme 132.  
 Kurzzeichen 5.  
 Kurzzeitige Belastung 170.  
 Kurzzeitiger Betrieb 156, 206.  
**L**  
 Laboratorien 123, 225.  
 Lachpappe, Elektro= 39.  
 Lage von Kabeln 210.  
 Lager 147.  
 — Erwärmung der 149.  
 Lagerströme 148.  
 Samellenisolation 151.  
 Lampen 215.  
 Lampensockel 102.  
 Landwirtschaft 25, 31, 58, 88, 121, 146,  
 174, 227, 230.  
 Landwirtschaftliche Anlagen 24, 62, 224.  
 — Betriebe 64.  
 Laufbühnen 55.  
 Leistungsfaktormesser 198.  
 Leitfäße 9.  
 Leitungen, bewegliche 87.  
 — isolierte 84, 87, 204.  
 — kabelähnliche 86.  
 — umhüllte 54, 83.  
 — wetterfeste 83.  
 Leitungsmaße 77.  
 Leitungsnetze der Elektrizitätswerke 224.  
 Leitungspläne 233.  
 Leitungstrassen 87.  
 Leuchtrohrenanlagen 103.  
 Lichtbogenerdschluß 135.  
 Lichtstrom 212.  
 Lieferbedingungen 258.  
 Lobelin 118.  
 Lokomotiven 276.  
 Lötcharbeiten 110.  
 Lötmittel 103, 109.  
 Lötstellen 94.  
 Luftkühlung 170.  
 Luftspalte 155.  
 Luftspritze 33.  
 Lüftung 62, 164.  
 — des Akkumulatorenraumes 56.  
 Lüftungseinrichtungen 130.  
 Lumen 212.  
**M**  
 Mängel 122.  
 Maschinen 50, 57, 111, 124, 145, 234,  
 238.  
 Maschinenleuchter 197.  
 Maschinenputztücher 259.  
 Masten, Auswechseln von 70.  
 — Besteigen von 71.  
 — Karbolineum 73.  
 Maßstäbe 72.  
 Maßschalter 216, 218, 223.

Mehrfachleitungen 86.  
 Mehr=Kesselschalter 200.  
 Mehrleiteranlagen 51.  
 Meister 129.  
 Melde=Schalter 200.  
 Merkblatt 25.  
 Meßgeräte 197, 234, 239.  
 Meßperlen 172.  
 Meßstäbe 173.  
 Meßtangen 70, 201, 228.  
 Meßwandler 99, 199, 241.  
 Metallbelegte Aßern 209.  
 Metallplafate 7.  
 Metallwert 78.  
 Mindestquerschnitt 206.  
 Mineralöl 174.  
 Motoren, Anschluß von 160.  
 Motorenkontrolle 146.  
 Muffen 90, 92.  
 — Abzweig= 93.  
 — Hausanschluß= 94.  
 — Verbindungs= 93.  
**N**  
 Nachladen 142.  
 Nachrichtenmittel 216, 222.  
 Näherungen 80, 81.  
 Nennleistungen 169.  
 Nennspannungen 169.  
 Netzbezeichnungen 251.  
 Netzparallellauf 167.  
 Nichtkeramische Isolierstoffpreßteile 39.  
 Normalanschlußvorschriften 194.  
 Normen 9.  
 Nullleiter 51, 89.  
 Nullleiterdrähte 83.  
 Nullung 36, 46.  
**O**  
 Obstpfücken 83.  
**Ö**  
 Öl 174.  
 — Auswechseln des —es 178.  
 — Trocknen des —es 174.  
 Ölauffanggruben 187.  
 Ölbrand 109, 111.  
 Ölbewirtschaftung 178.  
 Ölflede 66.  
 Ölfüllung 148, 172.  
 Ölfonjervator 163, 178.  
 Ölprüfapparate 179.  
 Ölprüfungen 175.  
 Ölschalter 184.  
 — Wartung der 186.  
 Ölschalterantriebe 65.  
 Ölschalterzellen 187.  
 Ölschlamm 163.  
 Ölsorte 148.  
 Öststandsgläser 173.  
 Öltransformatoren 61.

- Panzeradern 86.  
 Papierbleifabel 208.  
 Papierfabel 89.  
 Papierrohre 207.  
 Parallelbetrieb 168.  
 Parallelschaltung 167.  
 Bauerschaltungen 102.  
 Pendelschnüre 86.  
 Pflasterverband 113.  
 Pfahsenverbesserung 161.  
 Plafate 29.  
 Polarität 202.  
 Polizeibehörden 18.  
 Polverschrauben 56.  
 Postleitungen 80.  
 Pressbrähre 229.  
 Pressspan, Tafel- 39.  
 Primärauslösungen 185.  
 Probeentnahme 177.  
 Probierräume 123.  
 Provisorische Einrichtungen 123.  
 Brückämter 100.  
 Brückfelder 123, 225.  
 Brückmethoden 177.  
 Brückstelle 33, 243.  
 Brücktafel 46.  
 Brückung 32, 38.  
 Brückvorschriften 176.  
 Bußlappen 64, 264.  
 Bußmaterial 34.  
 Bußtücher 64.  
 Bußwolle 268.
- Querfelddämpfung 134.**
- Rauhreif 204.**  
 Räume, durchtränkte 12.  
 — feuchte 227.  
 — heiße 13.  
 — mit leichtentzündlichem Inhalt 58.  
 — stauberfüllte 14.  
 Raumtemperatur 60.  
 Regelgenauigkeit 189.  
 Regeln 8.  
 — anerkannte — der Technik 17.  
 Regenerierung 178.  
 Reibungselektrizität 15.  
 Reichsbahn 81.  
 Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit  
 258, 271.  
 Reichswasserstraßen 81.  
 Reihe 184.  
 Reihendöschalter 184.  
 Reinigen 215.  
 Reinigung 33.  
 Reinigungsarbeiten 124.
- Relais 187, 239.  
 Reparaturen 122.  
 Resonanzspannungen 134.  
 Rettungsmittel 119.  
 Revisionen 31.  
 Riemen 15.  
 Rohrbrähre 86.  
 Rohre 207.  
 Rollenlager 150.  
 Rostbildung 71.  
 Rostschutz 130.  
 Rotes Kreuz 119.  
 Rückenverletzungen 115.  
 Rückspannungen 217.  
 Rückstromauslösung 183.  
 Rückzündungsüberspannungen 133.  
 Rundfunkgeräte 144.
- Sammelschienen 219.**  
 Sammelschienenparallellauf 167.  
 Sand 109.  
 Saugluftanlage 33.  
 Säure 54, 140.  
 Schadenfeuer 112.  
 Schaltanlagen 65, 201.  
 Schaltbilder 230.  
 Schalter 182, 216.  
 Schalterexplosionen 134.  
 Schaltergriffe 64.  
 Schalteröle 40.  
 Schaltgeräte 105.  
 Schaltgruppe 165.  
 Schalthebel 66.  
 Schaltplan 105, 220, 230.  
 Schaltprogramm 124.  
 Schalträume 78.  
 Schaltstangen 103, 201, 224.  
 Schaltstücke, Schmierer der 182.  
 Schaltüberspannungen 50.  
 Schaltungen 165.  
 Schaltvorgang 131.  
 Schaltzangen 201.  
 Schaltzeichen 230, 233.  
 Schematische Darstellungen 230.  
 Schilder 137.  
 — von Maschinen 155.  
 Schlagaderblutungen 113.  
 Schlammbildung 178.  
 Schlagwettergefährdete Grubenräume  
 12, 225, 228.  
 Schlammablagerung 187.  
 Schleifmaschinen 57.  
 Schleifringe 151.  
 Schlüssel 140.  
 Schmelzeinsätze 125, 192, 193.  
 Schmelzicherungen 184, 189, 191, 216, 227.

- Schmieren der Schaltstücke 182.  
 Schmiermittel 148.  
 Schneiden von Kabeln 217.  
 Schober 83.  
 Schraubenverbindung 147.  
 Schraubhülsen 94.  
 Schrittspannungen 38.  
 Schulen 212.  
 Schutz elektr. Starkstromanlagen 22.  
 Schutzbrillen 30.  
 Schutzerdungen 41, 204.  
 Schutzgitter 34.  
 Schutzkappen 26, 63.  
 Schutzkästen 59, 159.  
 Schutzmaßnahmen 35.  
 Schutzmittel 34, 47, 72, 104.  
 Schutzschaltung 36, 46.  
 Schutztransformatoren 40, 105.  
 Schutzvorrichtungen 30, 103.  
 Schwachstromanlagen 10.  
 Schwefelsäure 141.  
 Schwingungen 132.  
 Sekundärrelais 186, 240.  
 Selbstschalter, Installations- 192.  
 Sicherheit der Anlagen 17.  
 Sicherheitsapparate 234.  
 Sicherheitseinrichtungen 28.  
 Sicherheitsgrad 42, 50, 137.  
 Sicherheitsvorrichtungen 34.  
 Sicherungen 25, 226.  
 — Flicken der 23.  
 — geflickte 26, 124.  
 — Überbrückung von 191.  
 Sicherungskörper 193.  
 Sicherungstöpfel 190.  
 Signaleinrichtungen 199.  
 Signalvorrichtungen 187.  
 Soffitenleitungen 87.  
 Sonde 44.  
 Sondergummiaderleitungen 86.  
 Sonderreihe 174.  
 Sondersehnüre 87.  
 Sonnenuntergang 215.  
 Spannungsfreier Zustand 216, 218.  
 Spannungsfreiheit 217.  
 Spannungsregelung 162.  
 Spannungsrückgangsauslösung 183.  
 Spannungsjucher 217, 220.  
 Spannungsverteilung 45.  
 Spannungswandler 99, 199.  
 Sprungwellen 180.  
 Stahlrohre 207.  
 Starkstromanlagen 7, 9.  
 — Schutz elektrischer 22.  
 Statistik 70.  
 Staub 56.  
 Stauberfüllte Räume 14.  
 Stecker aus Weichgummi 195.  
 Stechvorrichtungen 194.  
 Stehlampen 57, 105, 195.  
 Stehleuchter 102, 195.  
 Steuerapparate 188.  
 Steuergeräte 219.  
 Stichwunden 114.  
 Stochpunkt 176.  
 Stoßschutz 74.  
 Stöpsel 190.  
 Stoßkurzschlußstrom 160, 168, 185.  
 Streckenförderungen 121.  
 Streckenschalter 204.  
 Streifenicherungen 194.  
 Streuströme 52.  
 Stromdiebstahl 211.  
 Stromerzeugungsanlagen 108.  
 Stromsysteme 233.  
 Stromunterbrechung 63.  
 Stromverbrauchsanlagen 108.  
 Stromwandler 99, 199.  
 Stützpilotoren 184.  
 Tafelpreßspan 39.  
 Taschenisolationssmessler 49.  
 Teeröl 73, 74.  
 Telegraphenanlagen 80.  
 Temperaturmeldung 163.  
 Temperaturmessungen 179.  
 Temperaturwechsel 164.  
 Tetrachlorkohlenstoff 109.  
 Theaterleitung, biegsame 87.  
 Thermolemente 159, 172.  
 Thermometer 156, 172.  
 Tiere 40.  
 Toleranzangaben 9.  
 Tränkung 74.  
 Transformatoren 61, 132, 134, 162, 237.  
 — Einheits- 172.  
 Transformatorenhäuser 77, 78, 82, 106.  
 Transformatorenarten 162.  
 Transformatorenöle 40, 175.  
 Transformatorenstationen 23.  
 Transformatorenwagen 223.  
 Transportable Batterien 143.  
 Trennschalter 184, 219.  
 Trennstücke 216.  
 Trennwände 31.  
 Trockenlöcher 109.  
 Trockenofen 164.  
 Trocknen 60.  
 — des Öles 174, 177.  
 Trocknung im Kurzschluß 164.  
 Überbrückung von Sicherungen 191.  
 Übergangswiderstand 182.

Übergangswiderstand der Haut 13.  
 Überlastbarkeit 169.  
 Überlastung 210.  
 Überlaufschrauben 173.  
 Überspannungen 104, 130.  
 Überspannungsableiter 181.  
 Überspannungsschutzeinrichtungen 179.  
 Überspannungsschutzgeräte 184.  
 Überstromauslösung 183.  
 Überströme 181.  
 Überwachung 15.  
 — der Zähler 96.  
 Überwachungsausstoß 32.  
 Überwachungseinrichtung 163.  
 Überwachungszeichen 39.  
 Umformer 238.  
 Umhüllte Leitungen 54, 83.  
 Umlaufführung 154.  
 Umschaltung von Leitungen 224.  
 Unfälle 26.  
 Unfallschutz 30.  
 Unfallverhütung 21, 103.  
 Unfallverhütungs-Propaganda 29.  
 Unfallverhütungsvorschriften 119.  
 Unterbrechungsapparate 234.  
 Unternehmer 20.  
 — Haftung der 21.  
 Unterspannungsektion 222.  
 Unterstromauslösung 183.  
 Unterweisung 121.  
 Unverwechselbarkeitsmaße 102.  
 Ursprungsschild 167.  
  
 VDE-Prüfzeichen 244.  
 Verankerungen 77.  
 Verantwortlichkeit 18.  
 — des Betriebsleiters 21.  
 Verätzungen 117.  
 Verband 113.  
 Verbandstationen 119.  
 Verbandzeug 119.  
 Verbandzeichen 243.  
 Verbindungsapparate 234.  
 Verbindungsmuffen 93.  
 Vereinbarung eines Zeitpunktes 216,  
 222.  
 Vergiftungen 116.  
 Vergußmassen 40, 90.  
 Verkehrsanlagen 214.  
 Verkehrsfehlergrenzen 97.  
 Verletzungen, Augen= 114.  
 — Rücken= 115.  
 Verrenkungen 114.  
 Verriegelung 124.  
 Versparleitungen 87.

Verseilte Dreileiterkabel 208.  
 Verteerungszahl 176.  
 Viskosität 175.  
 Vogel 68.  
 Vogelschutz 68.  
 Vorschriften 8.  
  
 Wälzlager 150, 271.  
 Wandermelle 131.  
 Warnungsschilder 103, 120, 124, 231.  
 Warnungszeichen 23.  
 Wärter elektrischer Anlagen 34.  
 Wartung 34, 146.  
 — der Umschalter 186.  
 Wasserhaltung 155.  
 Wasserführung 171.  
 Wasserstraßen 81.  
 Wechselstromanlagen 49.  
 Wechselstromzähler 98.  
 Wegweiser 2.  
 Werkführer 129.  
 Werkfackeluchter 197.  
 Werkfattschnüre 86.  
 Werkzeuge 228.  
 — Elektro= 105, 144.  
 — isolierte 130.  
 Wetterfeste Leitungen 83.  
 Wichtische Methode 44.  
 Wicklungen, angezapfte 168.  
 Widerstände 188.  
 Widerstandszunahme 156.  
 Wiederbelebungsversuche 118.  
 Wiedereinschalten 217.  
 Wirkungsgrade 161.  
 Wirtschaftliche Fertigkeit 271.  
 Wirtschaftlichkeit 128.  
 Witterungseinflüsse 67.  
 Wohnräume 213.  
 Wunden 113.  
 Wurmfraß 72, 74.  
  
 Zähler 210.  
 — Überwachung der 96.  
 Zellenwechsler 143.  
 Zentralarbeitsgemeinschaft 32.  
 Zentrifugieren 178.  
 Zimbleitungen 27.  
 Zufällige Berührung 101.  
 Zugänge 124, 201.  
 Zuleitungsschnüre 102, 196.  
 Zuständigkeit der Baupolizei 24.  
 Zweileiterabzweige 52.  
 Zweileiteranlage 48.  
 Zwischenkabel 180.

---

**Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Startstromanlagen.** Im Einverständnis mit dem Verbands Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. E. h. **Georg Dettmar**, Hannover. Zweite, neu bearbeitete Auflage. VI, 372 Seiten. 1932. RM 10.50; gebunden RM 11.25

---

\* **Erläuterungen zu den Regeln** für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R. E. M./1930, Transformatoren R. E. T./1930 und Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R. E. B./1930 sowie zu den Normalen Anschlußbedingungen und den Normalen Klemmen-Bezeichnungen. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. E. h. **Georg Dettmar**, Hannover. Siebente Auflage. Mit 2 Tafeln und zahlreichen Textabbildungen. VIII, 410 Seiten. 1930. RM 16.50

---

\* **Über den Ausgleich der Einzelbelastungen bei Elektrizitätswerken (Verschiedenheitsfaktor) und über Elektrizitätstarife.** Von Prof. Dr.-Ing. E. h. **Georg Dettmar**, Hannover. (Sonderdruck aus der *ETZ*, 47. Jahrgang, 1926, Heft 2, 3, 4, 7 und 19.) Mit 35 Abbildungen. 70 Seiten. 1926. RM 1.80

---

\* **Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von Startstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V.** Herausgegeben von Dr. **E. L. Weber** †, Geh. Regierungsrat. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nach dem Stande vom 1. Januar 1930 neu bearbeitet von **R. Zaudy**. Siebzehnte Auflage. VII, 129 Seiten. 1930. Neudruck 1931. RM 6.—

---

\* **Isolierte Leitungen und Kabel. Erläuterungen zu den für isolierte Leitungen und Kabel geltenden Vorschriften und Normen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.** Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Dr. **Richard Apt**. Dritte, neu bearbeitete Auflage. Mit 20 Textabbildungen. IX, 235 Seiten. 1928. Mit Ergänzungsheft. 1929. RM 15.—; gebunden RM 16.—

---

\* Erstes Ergänzungsheft zur dritten Auflage. 42 Seiten. 1929. Einzeln RM 3.—

---

\* **Grundzüge der Zählertechnik.** Ein Lehr- und Nachschlagebuch von Dr.-Ing. **W. v. Krufowski**. Herausgegeben im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Mit 314 Abbildungen im Text. XI, 521 Seiten. 1930. Gebunden RM 34.—

---

\* **Die Prüfung der Elektrizitätszähler.** 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

---

\* **Verschleierung der Angaben von Elektrizitätszählern und Abhilfe.** Von Prof. Dr.-Ing. **A. Geldermann**. Mit 109 Abbildungen im Text. VI, 126 Seiten. 1923. RM 6.—

---

\* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachschuß von 10% gewährt.

\* **Grundzüge der Starkstromtechnik** für Unterricht und Praxis. Von Dr.-Ing. **R. Hoerner**. Zweite, durchgesehene und erweiterte Auflage. Mit 347 Textabbildungen und zahlreichen Beispielen. V, 209 Seiten. 1928. RM 7.—; gebunden RM 8.20

---

\* **Die Relaissteuerungen der modernen Starkstromtechnik**. Von Professor Dr.-Ing. und Dr.-Ing. e. h. **Reinhold Rüdenberg**, Chef-Elektriker der Siemens-Schuckertwerke. Mit 125 Textabbildungen. IV, 79 Seiten. 1930. RM 7.50

---

\* **Elektrische Starkstromanlagen**. Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. Von Oberstudienrat Dipl.-Ing. **Emil Kosack**, Magdeburg. Siebente, durchgesehene und ergänzte Auflage. Mit 308 Textabbildungen. XI, 342 Seiten. 1928. RM 8.50; gebunden RM 9.50

---

\* **Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen**. Dynamomaschinen, Motoren und Transformatoren, Lichtanlagen, Kraftwerke und Umformstationen. Ein Lehr- und Hilfsbuch von Oberstudienrat Dipl.-Ing. **Emil Kosack**, Magdeburg. Dritte, erweiterte Auflage. Mit 292 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. X, 213 Seiten. 1931. RM 8.50; gebunden RM 9.50

---

\* **Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen**. Von Dr.-Ing. **Georg J. Meyer**, Beratender Ingenieur für Elektrotechnik. Mit 167 Textabbildungen. VI, 160 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.—

---

\* **Aufgabensammlung für Elektroingenieure**. Aufgaben aus dem Gebiet der Starkstromtechnik mit ausführlichen Lösungen. Von Dipl.-Ing. **Rurt Fleischmann**, Mannheim. Mit 59 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln. VIII, 171 Seiten. 1931. RM 10.50; gebunden RM 12.—

---

\* **Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik** in allgemeinverständlicher Darstellung für Unterricht und Praxis. Von **Rudolf Krause**. Fünfte, erweiterte Auflage, Neubearbeitet von **W. Bieweger**, Ingenieur. Mit 413 Abbildungen. VIII, 275 Seiten. 1929. RM 10.—; gebunden RM 11.50

---

**Hilfsbuch für die Elektrotechnik**. Unter Mitwirkung namhafter Sachge-nossen bearbeitet und herausgegeben von Dr. **Karl Strecker**. Zehnte, umgearbeitete Auflage.

\* **Starkstromausgabe**. Mit 560 Abbildungen. XII, 739 Seiten. 1925. Gebunden RM 20.—

\* **Schwachstromausgabe** (Fernmelde-technik). Mit 1057 Abbildungen. XXII, 1137 Seiten. 1928. Gebunden RM 42.—

---

\* Auf alle vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachschuß von 10% gewährt.