

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

Aus k u n f t s b u c h
für die v o r s c h r i f t s g e m ä ß e
U n t e r h a l t u n g u n d
B e t r i e b s f ü h r u n g
v o n S t a r k s t r o m a n l a g e n

Auskunftsbuch
für die vorschriftsgemäße
Unterhaltung und Betriebsführung

von Starkstromanlagen

Von

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

Mit 51 Abbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

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

ISBN-13: 978-3-642-93950-1

e-ISBN-13: 978-3-642-94350-8

DOI: 10.1007/978-3-642-94350-8

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1928

Vorwort.

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 „Kunstbuche“ 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 befassen 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 Dettmar.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Aufgaben des Buches und Art ihrer Behandlung	1
A. Zweck des Buches	1
B. Abgrenzung des Inhaltes	3
C. Art der Bearbeitung	4
D. Gesichtspunkte für die Benutzung	5
II. Betriebsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker mit ein- geschobenen Hinweisen auf weiter zu beachtende Bestimmungen	6
§ 1. Erklärungen	6
§ 2. Zustand der Anlagen	14
§ 3. Warnungstafeln, Vorschriften und schematische Darstellungen	29
§ 4. Allgemeine Pflichten der im Betriebe Beschäftigten	33
§ 5. Bedienung elektrischer Anlagen	47
§ 6. Maßnahmen zur Herstellung und Sicherung des spannungsfreien Zustandes	176
§ 7. Maßnahmen bei Unterspannungseizung der Anlage	179
§ 8. Arbeiten unter Spannung	181
§ 9. Arbeiten in der Nähe von Hochspannung führenden Teilen	183
§ 10. Zusatzbestimmungen für Akkumulatorenräume	184
§ 11. Zusatzbestimmungen für Arbeiten in explosionsgefährlichen, durch- tränkten und ähnlichen Räumen	188
§ 12. Zusatzbestimmungen für Arbeiten an Kabeln	190
§ 13. Zusatzbestimmungen für Arbeiten an Freileitungen	199
§ 14. Zusatzbestimmungen für Arbeiten in Prüffeldern und Laboratorien	214
§ 15. Inkrafttreten der Betriebsvorschriften	215
III. Verschiedenes	216
A. Schematische Darstellungen (die wichtigsten Schaltzeichen und Schalt- bilder für Starkstromanlagen) des VDE	217
B. Die Prüfstelle des VDE und ihr Arbeitsgebiet	225
C. Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlässern, Reglern und Transformatoren des VDE	227
D. Leitsätze betr. die einheitliche Errichtung von Fortbildungskursen für Starkstrommonteure und Wärter elektrischer Anlagen des VDE	233
E. Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit	236
F. Betriebsvorschriften für Aufzüge des Deutschen Aufzugs-Ausschusses .	237
G. Reichsausschuß für Lieferbedingungen	239
1. Lieferbedingungen für Maschinenputztücher	240
2. Lieferbedingungen für Fußlappen	245
3. Lieferbedingungen für Putzwolle	247

	Seite
H. Ausschluß für wirtschaftliche Fertigung	251
1. Behandlung der Wälzlager	252
2. Künstliche Fabrikbeleuchtung	253
3. Regeln für Fahrer von Elektrotarren	258
I. Merkblatt mit Leitsätzen für Errichtung und Betrieb elektrischer Bagger- und Bahnanlagen in Braunkohlentagebauen	259
K. Dienstantweisung zur Verhütung von Unfällen in elektrischen Bagger- und Bahnanlagen von Braunkohlentagebauen	263
Sachverzeichnis	266

I. Aufgaben des Buches und Art ihrer Behandlung.

A. Zweck des Buches.

Die deutsche Elektrotechnik hat schon frühzeitig begonnen, einheitliche Bestimmungen für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen und der dazugehörigen Leitungen, Apparate, Maschinen usw. festzulegen. Schon gleich nach der im Jahre 1893 erfolgten Gründung des Verbandes deutscher Elektrotechniker wurde mit derartigen Arbeiten begonnen; sie sind bis zur Jetztzeit ohne Unterbrechung fortgesetzt worden und werden auch in Zukunft immer noch weiter ausgebaut werden. 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 einer geringen Zahl von Fachleuten, die sich ganz besonders mit derartigen Fragen befassen, möglich, dieses ganze Gebiet vollkommen zu beherrschen. Die meisten Elektrotechniker kennen nur noch diejenigen Verbandsarbeiten genau, mit denen sie im allgemeinen gerade zu tun haben; die anderen werden sie meist 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 im Vorjahr von mir herausgegebene Buch „Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen“ ist jetzt jedem 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 verschiedenen 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 sein können, konnten in die Betriebsvorschriften nicht aufgenommen werden. Es ist nun die Aufgabe des vorliegenden „Auskunftsbuches“, alles in den Verbandsarbeiten ent-

haltene, 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 direkt ein Gegenstück zu dem „Wegweiser“. Wenn dieser wertvolle Hinweis, soweit sie sich auf die Errichtung von Anlagen beziehen, gibt, so bringt das „Auskunftsbuch“ solche, die sich auf den Betrieb erstrecken.

Die Grundlagen für den Betrieb elektrischer Anlagen bilden die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen“. Der auf den Betrieb bezügliche Teil dieser Vorschriften ist zum ersten Male im Jahre 1903 herausgegeben worden. Seit dieser Zeit ist er mehrmals umgearbeitet und der Entwicklung der Technik entsprechend, ausgebaut worden. Die letzte zur Zeit gültige Fassung ist durch Beschluß vom 30. VIII. 1923 in Kraft gesetzt worden und gilt vom 1. VII. 1924 ab. Auch die „Betriebsvorschriften“, sind von den Regierungen der einzelnen Länder ausdrücklich anerkannt worden¹, 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 durchzuarbeiten und durchzudenken, zumal ich diese immer als Grundlage meiner Vorlesungen genommen habe. Gerade diese Lehrtätigkeit hat mich zu weitgehender Durcharbeitung des ganzen Stoffes angeregt, 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, so daß die nachstehenden Auskünfte wieder einem großen Kreise Zeit und Arbeit ersparen werden. Die gesamte Elektrotechnik wird aber insofern, wie ich hoffe, davon einen Vorteil haben, als die Kenntnis der Verbands-

¹ ETZ 1907, S. 745; 1910, S. 848; 1914, S. 1034.

arbeiten durch dieses Auskunftsbuch erweitert, und die Verbreitung der Vorschriften, Regeln, Leitsätze und Normen gesteigert wird, so daß daraus eine Verbesserung in der Betriebsführung der Anlagen sich ergeben muß.

Zu den Errichtungs- und Betriebsvorschriften bestehen bekanntlich Erläuterungen, die von Geh. Regierungsrat Dr. C. L. Weber herausgegeben sind. Ebenso sind zu den Bestimmungen über isolierte Leitungen, zu denen über Installationsmaterial und zu denen über Maschinen und Transformatoren Erläuterungen verfaßt worden, von denen die ersten von Dr. Apt und letztere beiden von mir bearbeitet sind. Diese „Erläuterungen“ haben ganz andere Aufgaben wie das vorliegende Auskunftsbuch; sie haben den Charakter eines Kommentars und geben Aufschluß über die Entstehung und die Auslegung der einzelnen Bestimmungen. Sie beschäftigen sich sehr eingehend mit den Einzelheiten und sind im wesentlichen nur für diejenigen bestimmt, die sich tiefer mit der betreffenden Verbandsarbeit beschäftigen. Der Umfang jedes einzelnen dieser Erläuterungsbücher ist auch schon so groß, daß sie für den täglichen Gebrauch in der Praxis nicht in Frage kommen. Die dabei auftauchenden Fragen müssen in sehr kurzer Form, wie das nachstehend in diesem Auskunftsbuch geschieht, beantwortet werden, wobei gegebenenfalls eingehendere Auskünfte aus diesen Erläuterungsbüchern zweckmäßig zu holen sind; es wird deswegen nachstehend auch öfter auf diese Erläuterungsbücher hingewiesen.

Der Inhalt dieses Buches wird dem Ingenieur, wie dem Techniker, dem Maschinenisten 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 wird 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 vollkommen abgeschlossene Gebiet bestehen besondere „Vorschriften für elektrische Bahnen“¹.

¹ ETZ 1925, S. 239, 279, 321, 977 und 1526.

Es mußte ferner von der Behandlung der Fernmeldeanlagen (früher genannt Schwachstromanlagen) abgesehen werden. Auch für diese bestehen besondere „Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“¹. 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 Verweisungen eingefügt, die kurz den Inhalt anderer Verbandsarbeiten wiedergeben. Wo notwendig sind außer diesen Verweisungen 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 Abhandlungen, die die Verbandsvorschriften betreffen, und die besonders geeignet sind, aufklärend zu wirken. Durch diese Hinweise 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 handlich alles das zusammen zu haben, was für das richtige Verständnis dieser Vorschriften 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“ des Verbandes deutscher Elektrotechniker an. Der nachstehende Wortlaut derselben ist genau übereinstimmend mit dem zur Zeit gültigen, der vom Verband deutscher Elektrotechniker² veröffentlicht ist. Die Einschreibungen dagegen, die sich auf die anderen Arbeiten des Verbandes deutscher Elektrotechniker beziehen, sind, um Platz zu sparen, meist nicht im Originalwortlaut gegeben; sie sind 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 des Inhaltes dieser Sonderarbeiten erstreckt sich auf die Herstellung der zum Bau und Betrieb von Anlagen notwendigen Einzelteile. Sie sind infolgedessen in der Hauptsache für die Fabrikanten bestimmt, die solche Teile herstellen.

¹ ETZ 1922, S. 561 und 744; 1923, S. 203; 1924, S. 83; 1925, S. 904 und 1526.

² ETZ 1923, S. 646, 671, 695 und 953.

Derjenige, der den Betrieb einer Anlage leitet, braucht meist nur wenige von diesen Bestimmungen im einzelnen zu kennen. Durch eine auszugsweise Wiedergabe dieser Sonderarbeiten des VDE wird außerordentlich viel Platz gespart und dadurch die Übersichtlichkeit erhöht.

Bei der Aufstellung der Verbandsarbeiten wird meist schon 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 aber natürlich der Zahl und dem Umfange nach auf das Äußerste beschränkt werden; zum Teil ist das dadurch erreicht worden, daß auf die Erläuterungsbücher, die vorstehend schon erwähnt worden sind, hingewiesen wurde.

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

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 für Ausführungszwecke teilweise auch verbandswidriges Material 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, Zeitsätzen 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.

II. Betriebsvorschriften¹ des Verbandes deutscher Elektrotechniker mit eingeschobenen Hinweisen auf weiter zu beachtende Bestimmungen.

§ 1.

Erklärungen.

a) Niederspannungsanlagen. Anlagen mit effektiven Gebrauchsspannungen bis 250 V zwischen beliebigen Leitern sind ohne weiteres als Niederspannungsanlagen zu behandeln; Mehrleiteranlagen mit Spannungen bis 250 V zwischen Nulleiter und einem beliebigen Außenleiter nur dann, wenn der Nulleiter geerdet ist. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

Alle übrigen Starkstromanlagen gelten als Hochspannungsanlagen.

Die Einteilung der elektrischen Anlagen in solche für Niederspannung und Hochspannung ist eine der grundlegenden Bestimmungen der Errichtungs- und Betriebsvorschriften. Es ist infolgedessen auch eine Unterscheidung im Druck durchgeführt, und zwar in der Weise, daß alle Bestimmungen, die für Niederspannung und Hochspannung gelten, im gewöhnlichen Druck hergestellt sind, während die Bestimmungen, die nur für Hochspannung gelten, kursiv gedruckt sind.

Es kann auch vorkommen, daß in einer Anlage ein Teil unter die Vorschriften für Niederspannung und ein Teil unter die für Hochspannung fällt. Es müssen dann aber die einzelnen Teile eine gewisse Selbständigkeit aufweisen, wie z. B. bei Transformatoren, Asynchronmotoren usw.

Die Niederspannungsanlagen sind in vorstehender Bestimmung nach oben in bezug auf die Spannung begrenzt. Eine Grenze für die Gültigkeit der Vorschriften nach unten besteht nicht, soweit die Anlage überhaupt als Starkstromanlage gilt. Es sind aber an einigen Stellen der Vorschriften für besonders niedrige Spannungen Erleichterungen zugelassen. So gilt eine Spannung unter 40 V im allgemeinen als ungefährlich, weshalb für diese Spannungen von einem Berührungsschutz abgesehen werden kann. Es werden deswegen vielfach Anlagen, bei denen eine besondere Gefahr besteht, wie z. B. solche in feuchten, durchtränkten, heißen usw. Räumen mit derartigen niedrigen Spannungen ausgeführt. Hierbei ist

¹ Diese Betriebsvorschriften sind auch bei der Errichtung und Veränderung von elektrischen Starkstromanlagen zu beachten, soweit dabei die Anlagen oder einzelne Teile unter Spannung stehen.

aber zu beachten, daß die Grenze von 40 V nur für erwachsene normale 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 gemäß Beschluß der Jahresversammlung 1926¹ eine Spannung von 24 V festgelegt worden.

Das Wort „Gebrauchsspannung“ ist gleichbedeutend mit „Spannung am Stromverbraucher“.

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 die Gebrauchssapparate, 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 hatten den Titel „Normen für Betriebsspannungen elektrischer Anlagen über 100 V“ und galten ab 1. November 1919.

Danach waren folgende Normalspannungen in Benutzung:

Für gewöhnliche Gleichstromanlagen: 110, 220 u. 440 V.

Für Gleichstrom-Bahnanlagen: 550, 750, 1100, 1500, 2200, 3000 V.

Für Drehstromanlagen von 50 Per/s: (125), 220, 380, (500), (3000), (5000), 6000, (10000), 15000, (25000), 35000, (50000), 60000, 100000 V. (Die in Klammer stehenden Spannungen wurden nur für besondere Verwendungsgebiete benutzt.)

Es waren ferner „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V“ aufgestellt worden, nach denen folgende Normalspannungen in Benutzung waren:

Für Gleichstrom:

1,5, 2, 2,5, 3,5, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 36, 40, 48, 60, 65, 80 V.

Für Wechselstrom:

2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 36, 48, 75 V.

Die vorstehenden Spannungsnormen sind jedoch am 31. Dezember 1927 außer Kraft gesetzt worden. Vom 1. Januar 1928 ab gelten folgende „Normen für Betriebsspannungen elektrischer Starkstromanlagen“, die ETZ 1926, S. 1337, 1927, S. 481 und 1089 abgedruckt sind:

A. Gleichstrom.

24, 42, 110, 220, 440, 550, 750, 1100, 1500, 2200, 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), 15000, (20000), 30000, (45000), 60000, (80000), 100000, (150000), 200000,

¹ ETZ 1926. S. 658 u. 862; 1927, S. 1089.

(300000) V. (Die Spannungen in Klammer werden nur in zweiter Linie empfohlen.)

Eine streng gültige und einfache Umschreibung des Begriffes „Starkstromanlagen“ ist leider nicht möglich. Man muß sich daher damit begnügen, 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 zu unterscheiden als die beiden Hauptarten elektrischer Anlagen die „Starkstromanlagen“ und die „Fernmeldeanlagen“. Für letztere gelten besondere Bestimmungen, die „Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“, deren letzter Wortlaut vom 1. Januar 1924 ab Geltung hat und durch die Jahresversammlung 1925 des VDE teilweise abgeändert wurde. Die endgültigen Bestimmungen sind abgedruckt ETZ 1922, S. 561 und 744; 1923, S. 203; 1924, S. 83; 1925, S. 904 und 1526. Näheres über die Abgrenzung des Begriffes „Starkstromanlage“ siehe Erläuterungen von Weber zu § 1.

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

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, und zwar in der Einleitung.

Der VDE hat bekanntlich noch eine große Zahl anderer Arbeiten aufgestellt, die verschiedenartigen Charakter haben. Er unterscheidet:

1. Vorschriften, die bindende Bestimmungen darstellen.
2. Regeln, die die üblichen Ausführungsarten angeben, von denen aber bei besonderen Gründen im Einzelfalle eine Abweichung möglich ist.
3. Normen, die Einzelangaben in bezug auf Aufbau, Form, Maße, Gewichte, mechanische, elektrische oder magnetische Eigenschaften machen, die im allgemeinen einzuhalten sind.
4. Leitsätze, die Angaben machen, die noch der Erprobung bedürfen, deren Einhaltung aber im allgemeinen zu empfehlen ist.

In den weitaus meisten Fällen wird es zweckmäßig sein, keinen Unterschied zwischen Vorschriften, Regeln, Normen und Leitfäden zu machen, sondern alle diese auf Grund eingehender Beratungen aufgestellten Bestimmungen zu beachten.

2. Weitere Erklärungen siehe unter § 2 der Errichtungsvorschriften.

Diese sind nachstehend abgedruckt und mit einigen Hinweisen versehen worden.

Feuersichere, wärmesichere und feuchtigkeitssichere Gegenstände.

Feuersicher ist ein Gegenstand, der entweder nicht entzündet werden kann oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt.

Wärmesicher ist ein Gegenstand, der bei der höchsten betriebsmäßig vorkommenden Temperatur keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet.

Feuchtigkeitssicher ist ein Gegenstand, der sich im Gebrauch durch Feuchtigkeitaufnahme nicht so verändert, daß er für die Benutzung ungeeignet wird.

Um prüfen zu können, ob ein Gegenstand den vorstehenden Erklärungen in bezug auf Feuersicherheit, Wärmesicherheit oder Feuchtigkeitssicherheit entspricht, sind vom VDE „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe“ aufgestellt worden, deren letzter Wortlaut seit dem 1. Juli 1927 Geltung hat; er ist veröffentlicht ETZ 1922, S. 445; 1923, S. 577 und 768; 1924, S. 964 und 1068; 1927, S. 156, 860 u. 1090. Die Untersuchung der elektrischen Isolierstoffe erstreckt sich danach auf folgendes:

- | | |
|--|--|
| <p>A. Mechanische und Wärmeprüfung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biegefestigkeit, 2. Schlagbiegefestigkeit, 3. Kugeldruckhärte, 4. Wärmebeständigkeit, 5. Feuersicherheit. | <p>B. Elektrische Prüfung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oberflächenwiderstand, 2. Widerstand im Inneren, 3. Lichtbogenicherheit. |
|--|--|

Die Vorschriften geben im einzelnen genau an, wie die verschiedenen Prüfungen auszuführen sind. Es sind ferner dazu Erläuterungen herausgegeben worden, und zwar ETZ 1922, S. 447; 1923, S. 768; 1924, S. 964. Ein weiterer Beitrag, die Wärmebeständigkeit künstlicher Isolierstoffe betreffend, rührt von Dr. U. Rehow her und ist ETZ 1926, S. 409 und 443 abgedruckt.

Über nichtkeramische, gummifreie Isolierpreßmassen sind vom Verbands deutscher Elektrotechniker in Gemeinschaft mit dem Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde und dem Verbands der Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe ausführliche Bestimmungen aufgestellt worden. Näheres darüber ist bei § 2 gesagt.

Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen außerhalb von Gebäuden, die weder eine metallene Schutzhülle noch eine Schutzverkleidung haben, einschließlich der zugehörigen Hausanschlußleitungen.

Über die Freileitungen sind vom VDE sehr ausführliche Bestimmungen unter dem Titel „Vorschriften für Starkstromfreileitungen“ aufgestellt worden. Näheres darüber siehe § 22 der Errichtungsvorschriften¹.

Als Leitungen oder Installationen im Freien gelten Fahrleitungen und im Freien befindliche Teile von Anlagen. Übersteigt die Entfernung der Leitungstützpunkte 20 m, so sind die Vorschriften für Freileitungen anzuwenden.

Für Fahrleitungen von elektrischen Bahnen gelten diese Bestimmungen nicht, weil dafür besondere Vorschriften bestehen². Ferner sind Bestimmungen für Fahrleitungen in Gebäuden festgelegt in §§ 23⁴, 24a und 281, für Grubenbahnen unter Tage in § 42 und für Bahnanlagen im Tagebau in § 47 der Errichtungsvorschriften. Des weiteren sind vom VDE besondere „Leitsätze für die Errichtung von Fahrleitungen für Hebezeuge und Transportgeräte“ aufgestellt worden.

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

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

Diese Räume sind in § 28 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt, woselbst eine Reihe von Erleichterungen gegenüber der Ausführung in gewöhnlichen Räumen festgelegt sind. Bei Hebezeugen und ähnlichen Transportmaschinen gelten die Führerstände als elektrische Betriebsräume.

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

Diese Räume sind in § 29 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt, woselbst eine Reihe von Erleichterungen gegenüber den Ausführungen in gewöhnlichen Räumen und in Betriebsräumen festgelegt sind. Besonders häufig vorkommende Räume, die als abgeschlossene elektrische Betriebsräume gelten, sind Akkumulatorenräume und Transformatorräume von Elektrizitätswerken, Unterstationen usw. Transformatorräume und ähnliche kleine, nicht zum Betreten bestimmte Räume gelten dagegen nicht als abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

Betriebstätten. Als Betriebstätten werden die Räume bezeichnet, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

¹ Dettmar: Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Starkstromanlagen. Berlin: Julius Springer, 1927.

² Vgl. Vorschriften für elektrische Bahnen: ETZ 1925, S. 239, 279, 321, 977 und 1526.

Diese Räume sind in den §§ 30 und 33 bis 35 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt.

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 zu § 2g.

Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume. Als solche 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.

In den Änderungen, die am § 2 der Errichtungsvorschriften in Aussicht¹ genommen sind, und die bis zu ihrer Inkraftsetzung schon als Leitsätze gelten sollen, ist angegeben, daß derartige Räume in chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Zuckerraffinerien, Käsereien, Molkereien, Wäschereien, landwirtschaftlichen Betrieben u. dgl. vorkommen. Auch in Bergwerken unter Tage kommen solche Räume vor.

Heiße Räume sind als durchtränkte zu betrachten, wenn die darin beschäftigten Personen ähnlichen Einwirkungen ausgesetzt sind.

Diese Räume sind in § 31 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt.

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 zu § 2h und zu § 31.

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

Diese Räume sind in § 34 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt.

Unter den Begriff feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume fallen sowohl gewerbliche wie landwirtschaftliche Betriebe, soweit die Gefahr der Entzündung nicht durch besondere Einrichtungen beseitigt ist.

Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosive Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden oder leicht explosive Gase, Dämpfe oder Gemische solcher mit Luft erfahrungsgemäß sich ansammeln.

Diese Räume sind in § 35 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt.

¹ ETZ 1928, S. 700.

Soweit die Explosionsgefahr durch Staub, wie Mehlstaub, Kohlenstaub, Aluminiumstaub usw., herbeigeführt wird, können schlagwettergeschützte Maschinen und Apparate nicht verwendet werden, weil sich staubhaltige Gase völlig anders wie Schlagwettergase verhalten. Plattenschutz und Drahtnetzschutz sind gegen Staub unwirksam. Es müssen dementsprechend andere Schutzmaßnahmen hier Platz greifen, die der besonderen Art des Staubes und seinem Verhalten angepaßt sind¹.

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

Diese Räume werden in § 41 der Errichtungsvorschriften ausführlich behandelt. Die Kennzeichnung dieser Räume ist nicht einfach, so daß nur im Einzelfalle die Entscheidung getroffen werden kann. Diese hat sich die Bergbehörde vorbehalten².

Betriebsarten. Bei Dauerbetrieb ist die Betriebszeit so lang, daß die dem Beharrungszustand entsprechende Endtemperatur erreicht wird. Die der Dauerleistung entsprechende Stromstärke wird als „Dauerstromstärke“ bezeichnet.

Bei aussetzendem Betrieb wechseln Einschaltzeiten und stromlose Pausen über die gesamte Spieldauer, die höchstens 10 min beträgt, ab. Das Verhältnis von Einschaltdauer zur Spieldauer wird „relative Einschaltdauer“ genannt. Die aussetzende Stromstärke, die zum Bewegen der Vollast nach Eintritt der vollen Geschwindigkeit erforderlich ist, wird als „Vollaststromstärke“ bezeichnet.

Bei kurzzeitigem Betrieb ist die Betriebszeit kürzer als die zum Erreichen der Beharrungstemperatur erforderliche Zeit und die Betriebspause lang genug, um die Abkühlung auf die Temperatur des Kühlmittels zu ermöglichen.

Nach den „Regeln für elektrische Maschinen“ REM 1923 werden drei verschiedene Betriebsarten unterschieden, und zwar:

- der Dauerbetrieb (DB),
- der kurzzeitige Betrieb (KB),
- der aussetzende Betrieb (AB).

Bei Dauerbetrieb muß die Leistung beliebig lange ausgehalten werden, ohne daß die Erwärmung die vom VDE festgelegten Grenzen überschreitet. Bei elektrischen Maschinen ist der Dauerbetrieb der am meisten vorkommende Fall, wie z. B. beim Betriebe von Transmissionen und gewöhnlichen Arbeitsmaschinen.

Bei kurzzeitigem Betriebe muß die Leistung nur die vereinbarte Zeit ausgehalten werden, ohne daß die Erwärmung die jeweilig zulässigen Grenzen überschreitet. Diese Betriebsart liegt z. B. vor beim Betriebe von

¹ ETZ 1925, S. 1512.

² Näheres siehe Erläuterungen von Weber zu § 21. Ferner sind Angaben darüber ETZ 1906, S. 4, gemacht.