



S. Frhr. v. Gaisberg
Herstellen und Instandhalten
elektrischer
Licht- und Kraftanlagen

Achte Auflage



Herstellen und Instandhalten Elektrischer Licht- und Kraftanlagen

Ein Leitfaden auch für Nicht-Techniker

unter Mitwirkung von

Gottlob Lux und **Dr. C. Michalke**

verfaßt und herausgegeben

von

S. Frhr. v. Gaisberg

Achte, umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 59 Abbildungen im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1918

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1917
Ursprünglich erschienen bei Verlag von Julius Springer, Berlin 1917

ISBN 978-3-662-42167-3 ISBN 978-3-662-42436-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-42436-0

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Das vorliegende kleine Buch enthält eine für Nicht-elektrotechniker und insbesondere für Laien bestimmte Beschreibung der wesentlichen Teile elektrischer Licht- und Kraftanlagen und eine sich daran anschließende Erörterung der Grundsätze für das Herstellen und Instandhalten der Anlagen. Die gegebenen Regeln beschränken sich auf kleine Anlagen, wobei namentlich die an die Kabelnetze von Elektrizitätswerken angeschlossenen Einrichtungen berücksichtigt sind. Auf ausgedehnte Betriebe einzugehen, würde das Buch unnötig vergrößern, weil es nicht möglich ist, die für das Herstellen und den Betrieb umfangreicher Anlagen notwendigen praktischen Erfahrungen dem Laien zugänglich zu machen. In letzterer Hinsicht kann nur auf sachverständigen Rat verwiesen werden. Überhaupt ist dringend zu empfehlen, in allen zweifelhaften Fällen sachverständige Hilfe hinzuzuziehen, da beim Einrichten und Instandhalten elektrischer Anlagen begangene Fehler und Vernachlässigungen sich oft schwer rächen, sowohl durch Erhöhung der Betriebskosten als namentlich durch die mangelhaften Anlagen anhaftenden, von Laien meist unterschätzten Gefahren.

Der Inhalt des Buches schließt sich dem Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen¹⁾ an,

¹⁾ Verlag von R. Oldenbourg, München.

indem einzelne Abhandlungen auszugsweise wiedergegeben oder in einer für den Laien erforderlichen Weise erweitert worden sind. Im Gegensatz zu genanntem Taschenbuch sind Anleitungen für das Herstellen der Einrichtungen im allgemeinen vermieden. Ausnahmen sind nur gemacht, soweit damit Anleitung zum Beseitigen kleiner Störungen bezweckt ist.

Hamburg, 11 Februar 1900.

Vorwort zur achten Auflage.

Beim Neubearbeiten des Buchinhalts wurden die Ersatzmetalle für das sonst zum Bau elektrischer Maschinen und Leitungsanlagen vorwiegend benutzte Kupfer und der Ersatz für die altbewährten Isolierungen aus Gummi und Faserstoff in den Grundzügen ihrer Anwendung behandelt. Dabei konnte festgestellt werden, daß sich die mit Ersatzstoffen gebauten elektrischen Einrichtungen bei richtiger Behandlung verschiedentlich gut bewährt haben. Notwendig erschien es, die Anlageninhaber in dieser Hinsicht zu unterrichten, weil manche der Ersatzstoffe und die mit ihnen gebauten Einrichtungsgegenstände auch unter regelrechten Verhältnissen wahrscheinlich auf dem Markt bleiben, so daß mit ihrer dauernden Anwendung gerechnet werden muß.

Die zunehmende Ausnutzung des Strombezugs im bürgerlichen Haushalt auch für Heiz- und Kochzwecke gab Veranlassung, die gebräuchlichsten Einrichtungsgegenstände zu beschreiben und zu zeigen, wie bei ihrem richtigen Handhaben große Betriebssicherheit und nicht zu hohe Verbrauchskosten erreichbar sind. In gleichem Sinne soll durch die erweiterten Hinweise auf die Auswahl der für die verschiedenen Anwendungen geeignetsten Lampen das Streben

nach Verbesserung der Beleuchtungsanlagen und nach Stromersparnis angeregt werden. Da das zweckentsprechende und damit sparsame Benutzen der elektrischen Einrichtungen durch regelmäßiges Überwachen des Stromverbrauchs gefördert werden kann, so wurden die Anleitungen zum Zählerablesen ergänzt. Die zum Schaden der Betriebs- und Feuer-sicherheit elektrischer Einrichtungen häufig verkannte Bedeutung der Schmelzsicherungen und die daraus folgenden Mißgriffe beim Auswechseln durchgebrannter Sicherungen wurden mit den notwendigen Gegenmaßnahmen eingehend erörtert. Die oft gestellte Frage, inwieweit die für Mietwohnungen beschafften elektrischen Einrichtungsteile beim Wohnungswechsel verwertbar sind und was bei ihrem Neubeschaffen beachtet werden muß, fand die notwendige Beachtung.

Statt des an vielen Stellen Hinzugekommenen wurden für die Leser des Buches weniger wichtige Abhandlungen gekürzt und teilweise weggelassen, so daß der Buchumfang zugunsten des bei auftauchenden Fragen erwünschten Nachschlagens nur wenig vergrößert wurde.

Hamburg, im März 1918.

v. Gaisberg.

Inhaltsverzeichnis.

Winke für das Einrichten und Instandhalten elektrischer Anlagen.

| | Seite |
|--|-------|
| 1. Verwerten des elektrischen Stromes | 1 |
| 2. Betriebskosten | 2 |
| a) Lichtbetrieb | 3 |
| b) Kraftbetrieb | 5 |
| c) Anderweitige Stromausnutzung für Kochen, Heizen usw. | 7 |
| 3. Anschaffungskosten | 8 |
| 4. Vorbereiten elektrischer Stromversorgung bei Bauarbeiten | 9 |
| 5. Einrichten elektrischer Stromversorgung | 12 |
| a) Beim Vorhandensein der Leitungen | 12 |
| b) Beim Vorhandensein der Leitungsschutzrohre | 12 |
| 6. Herstellen von Leitungsanlagen in bewohnten Räumen | 13 |
| 7. Überlegungen vor dem Auftragerteilen | 13 |
| 8. Entscheidung, ob eigene Stromerzeugung oder Anschluß an ein Elektrizitätswerk | 15 |
| 9. Wahl der Stromart | 16 |
| a) Gleichstrom | 16 |
| b) Wechselstrom | 17 |
| 10. Wahl der Spannung | 19 |
| 11. Lichtstärke | 20 |
| 12. Wahl der Lampen | 20 |
| 13. Anordnen der Lampen | 21 |
| 14. Plan für die Lampenverteilung beim Entwerfen von Anlagen | 23 |
| 15. Plan der fertigen Anlage | 26 |
| 16. Schaltbilder für Einrichtungsteile | 26 |
| 17. Kostenanschlag | 26 |
| 18. Gewähr für gute Lieferung | 28 |
| 19. Ersatzstoffe | 28 |
| 20. Auftragerteilung | 29 |
| 21. Beaufsichtigung der Arbeiten | 30 |
| 22. Hilfeleistung bei den Aufstellungsarbeiten | 31 |
| 23. Abnahme der fertigen Anlage | 31 |

| | Seite |
|---|-------|
| 24. Ersatzteile | 32 |
| 25. Nachbestellungen | 33 |
| 26. Handhaben der Einrichtungen durch Fachkundige | 33 |
| 27. Notwendigkeit zeitweiser Untersuchung der Anlagen | 34 |
| 28. Maßnahmen für das Untersuchen und Instandhalten der Anlagen | 35 |
| 29. Umbau veralteter Anlagen | 37 |
| 30. Verwerten elektrischer Einrichtungsteile beim Wohnungswechsel | 39 |

Erläuterungen.

| | |
|--|----|
| 31. Elektrische Strömung | 41 |
| 32. Stromstärke | 41 |
| 33. Spannung | 41 |
| a) Niederspannungsanlagen | 42 |
| b) Hochspannungsanlagen | 42 |
| 34. Leitungswiderstand | 42 |
| 35. Verbrauch und Leistung | 42 |
| 36. Elektrische Arbeit | 43 |
| 37. Elektrizitätsmenge | 44 |
| 38. Anforderungen an die Stromleitungen | 44 |
| 39. Isolationsprüfung | 44 |
| 40. Stromrichtung und Polbezeichnung | 45 |
| 41. Gleichstrom | 46 |
| 42. Wechselstrom | 46 |
| 43. Gleichstrom- und Einphasenstromschaltungen | 47 |
| a) Hintereinanderschaltung | 47 |
| b) Parallelschaltung | 47 |
| 44. Drehstromschaltungen | 47 |
| a) Dreieckschaltung | 47 |
| b) Sternschaltung | 48 |

Maschinen.

| | |
|--|----|
| 45. Kraftmaschinen für Stromerzeugerantrieb | 49 |
| 46. Aufstellen der Maschinen | 49 |
| 47. Stromerzeugende Maschine (Generator) | 50 |
| a) Gleichstrommaschine | 50 |
| b) Wechselstrommaschine | 50 |
| 48. Elektromotor | 51 |
| a) Gleichstrommotor | 51 |
| b) Wechselstrommotor | 53 |
| c) Betriebskosten | 56 |
| d) Motorbauart in Abhängigkeit vom Aufstellungsort | 57 |
| e) Anordnen des Antriebes der Arbeitsmaschinen | 58 |
| 49. Normalien für die Maschinenleistung | 59 |
| 50. Leistungsschild | 60 |
| a) Dauerbetrieb | 60 |
| b) Kurzzeitiger Betrieb | 60 |
| 51. Instandhalten der elektrischen Maschinen | 62 |
| a) Reinigen | 62 |

| | Seite |
|---|-------|
| b) Kommutator und Schleifringe | 62 |
| c) Bürsten | 64 |
| d) Ölen | 66 |
| e) Riemen | 66 |
| 52. Abhilfe bei Betriebsstörungen | 66 |

Transformator, Motorgenerator, Umformer.

| | |
|--------------------------------|----|
| 53. Allgemeines | 68 |
| 54. Transformator | 69 |
| 55. Motorgenerator | 70 |
| 56. Einankerumformer | 70 |

Akkumulatoren.

| | |
|--|----|
| 57. Allgemeines | 71 |
| a) Bleiakкумуляtor | 72 |
| b) Edison-Akkumulator | 73 |
| 58. Akkumulatorenraum | 73 |
| 59. Zellenschalter | 73 |
| 60. Laden der Akkumulatoren | 75 |
| 61. Entladen der Akkumulatoren | 75 |
| 62. Instandhalten der Akkumulatoren | 75 |
| 63. Kleine ortsveränderliche Akkumulatoren | 77 |
| 64. Vorsichtsmaßnahmen | 78 |

Lampen.

| | |
|----------------------------------|----|
| 65. Leuchtmittelsteuer | 79 |
|----------------------------------|----|

Bogenlampen.

| | |
|---|----|
| 66. Lichtstrahlung | 79 |
| 67. Lampenarten | 80 |
| a) Reinkohlelampen mit freiem Luftzutritt | 80 |
| b) Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen | 80 |
| c) Flammenbogenlampen | 80 |
| 68. Lampenglocken | 81 |
| 69. Brenndauer der Lampen | 82 |
| 70. Lampenspannung | 83 |
| 71. Lampenschaltungen | 83 |
| 72. Kohlestifte | 84 |
| 73. Gangwerk | 85 |
| 74. Beruhigungswiderstand für Bogenlampen | 85 |
| 75. Aufhängevorrichtungen | 86 |
| 76. Aufhängehöhe | 86 |
| 77. Lampenbedienung | 86 |
| 78. Maßnahmen beim Versagen von Lampen | 87 |

| | Seite |
|--|-------|
| Glühlampen. | |
| 79. Lichtstärke | 88 |
| 80. Betriebsbedingungen für Glühlampen | 88 |
| 81. Kohlefadenlampen | 88 |
| 82. Metalldrahtlampen | 89 |
| a) Lampen mit Luftleere | 89 |
| b) Lampen mit Gasfüllung | 89 |
| 83. Lampenbezeichnung | 90 |
| 84. Nutzbrenndauer der Glühlampen | 90 |
| 85. Betriebskosten der Lampen | 91 |
| 86. Messen des Verbrauchs der Lampen | 92 |
| 87. Lampenfassung | 92 |
| 88. Lampenträger | 94 |
| 89. Lampenschirme und -Glocken | 94 |
| 90. Lampenschaltungen | 96 |
| 91. Reinigen der Lampen | 97 |
| 92. Ursachen für das Erlöschen der Lampen und Abhilfe | 97 |
| 93. Auftrag für Lampenlieferung | 98 |
| 94. Untersuchen eingehender Lampensendungen | 98 |
| Anderweitige Stromverbraucher. | |
| 95. Heiz- und Kocheinrichtungen | 99 |
| a) Bügeleisen | 100 |
| b) Kocheinrichtungen | 100 |
| c) Elektrische Öfen | 101 |
| d) Elektrisch geheizte Fußwärmer, Teppiche, Kissen u. dgl. | 101 |
| 96. Elektromotorisch angetriebene Gebrauchsgegenstände | 101 |
| 97. Verbinden elektrischer Wärmeeinrichtungen mit dem Leitungsnetz | 102 |
| 98. Auftrag für Lieferungen | 104 |
| Apparate. | |
| 99. Regulierwiderstand | 104 |
| 100. Anlasser für Elektromotoren | 105 |
| 101. Schalter | 106 |
| 102. Schmelzsicherungen | 108 |
| 103. Ersatz durchgeschmolzener Sicherungen | 111 |
| 104. Schalttafel | 112 |
| 105. Anschlußdosen | 113 |
| 106. Stromzeiger | 115 |
| 107. Spannungszeiger | 116 |
| 108. Elektrizitätszähler | 116 |
| a) Zeitzähler | 117 |
| b) Doppeltarifzähler | 117 |
| c) Selbstkassierender Zähler | 117 |
| d) Höchststromanzeiger | 118 |
| e) Überlastungsschalter (Strombegrenzer) | 118 |

| | Seite |
|--|-------|
| 109. Ablesen der Elektrizitätszähler | 118 |
| 110. Prüfen der Elektrizitätszähler | 120 |

Leitungen.

| | |
|---|-----|
| 111. Herstellung der Leitungsanlagen | 121 |
| 112. Leitungssysteme | 121 |
| a) Zweileitersystem | 122 |
| b) Dreileitersystem | 122 |
| c) Drehstromsystem | 123 |
| 113. Anschluß an Versorgungsnetze | 123 |
| 114. Leitungsquerschnitt | 125 |
| 115. Leitungsart | 125 |
| a) Blanke Leitungen | 126 |
| b) Isolierte Leitungen | 126 |
| 116. Kennfaden | 126 |
| 117. Isolierung und Befestigung der Leitungen | 127 |
| a) Isolierglocken | 127 |
| b) Isolierrollen | 127 |
| c) Rohre | 127 |
| d) Leitungsführungen durch Wände und Decken | 129 |
| 118. Leitungsverbindungen | 129 |
| 119. Fehler in den Leitungen | 129 |
| a) Leitungsunterbrechung | 130 |
| b) Erdschluß | 130 |
| c) Kurzschluß | 130 |

Vorsichtsmaßnahmen.

| | |
|--|-----|
| 120. Gefahr durch die Höhe der Spannung | 131 |
| 121. Für Unberufene verschlossene Räume | 132 |
| 122. Hilfeleistung bei Unfällen durch Stromwirkung | 132 |
| 123. Behandlung Bewußtloser | 133 |

Winke für das Einrichten und Instandhalten elektrischer Anlagen.

1. Das Verwerten elektrischen Stromes für Licht- und Kraftbetriebe, sowie mannigfache andere Zwecke erstreckt sich auf alle Einrichtungen in Haushalt, Gewerbe und Industrie.

Der elektrischen Beleuchtung ist größte Anpassung an gestellte Aufgaben und, damit verbunden, hohe Wirtschaftlichkeit eigen. Sie läßt sich zweckdienlich und sparsam für die bescheidensten Ansprüche oder in künstlerischer Ausstattung oder weithin sichtbar zu Geschäftsanpreisungen ausnutzen. Zum Beleuchten von Innenräumen dienen vorwiegend Glühlampen in vielen Lichtstärkeabstufungen (5 bis 3000 Kerzen) und Formen. Sie erfordern so wenig Bedienung, daß für die Stellen, an denen sie angebracht werden, in der Hauptsache die Lichtwirkung maßgebend ist, und sie an der Decke der Räume oder nahe den zu beleuchtenden Gegenständen oder in sonst beliebiger Weise verteilt werden können. Im Freien werden Bogen- und Glühlampen angewendet. Die Bogenlampen, die in Lichtstärken von 1000—3000 Kerzen und mehr zur Verfügung stehen, sind in der Lichtwirkung wirtschaftlicher als Glühlampen, erfordern aber mehr Bedienung. Je nach den obwaltenden Umständen muß entschieden werden, ob die eine oder andere Beleuchtungsart den Vorzug verdient.

Für Kraftbetriebe sind Elektromotoren von den kleinsten Maschinchen an, für Leistungen von Bruchteilen eines Kilowatt oder einer Pferdestärke bis zu den höchsten im Großbetriebe vorkommenden Leistungen zu haben.

Elektromotoren sind ausgezeichnet durch große Wirtschaftlichkeit im praktischen Betriebe. Die Betriebskosten richten sich weitgehend als bei anderen Kraftmaschinen nach der Beanspruchung, ein Verringern der Belastung verursacht keine nennenswerte Kostenzunahme für die Einheit der abgegebenen Leistung. Dazu kommt das mühelose An- und Abstellen des Elektromotors, so daß er in sparsamster Weise nur so lange im Betrieb zu bleiben braucht, als die Arbeitsleistung erfordert. Tagelang kann ein Elektromotor ohne Wartung laufen, Bedienungskosten kommen kaum in Betracht. Die ausgedehnte Anwendung des Elektromotors ist ferner dem Umstand zu danken, daß man ihn bei Wahl geeigneter Bauart in beliebiger Lage, auf dem Fußboden, an der Wand oder an der Decke mit geringem Raumaufwand anbringen kann, und daß er sich an Arbeitsmaschinen jeder Art anbauen läßt, an die Nähmaschine ebenso leicht wie an die Hobelmaschine in der Fabrik, die Futterschneidmaschine des Landwirts oder die Wasserhaltungsmaschine im Bergwerk.

Auch die Verwendung elektrischen Stromes für andere Zwecke als Beleuchtung und Kraftbetrieb erstreckt sich auf weite Gebiete. Erinnerung sei nur an die zufolge geringen Stromverbrauchs im Anschluß an jede Lichtanlage benutzbaren kleinen Kocheinrichtungen, Bügeleisen, Brennscherenwärmer, die kleinen Heizapparate für ärztliche Zwecke und die Röntgeneinrichtungen, ferner an die mit Tausenden von Stromeinheiten arbeitenden Schmelzöfen und elektrolytischen Anlagen im Hüttenbetriebe.

Die mannigfache Verwertbarkeit des elektrischen Stromes und die vielen zum Erreichen gleichen Zwecks dabei verfügbaren Mittel erfordern fachkundigen Rat beim Einrichten von Neuanlagen. Daher sollte keine Anlage ohne Hilfe eines gediegenen Sachverständigen ausgeführt werden, wenn nicht der Auftraggeber selbst der Aufgabe gewachsen ist, die richtige Wahl unter den angebotenen Lampen, Maschinen und Geräten zu treffen und ihre Aufstellung einschließlich des Leitungslegens zu überwachen.

2. Betriebskosten. Ausschlaggebend für das Einrichten elektrischer Licht- und Kraftbetriebe sind neben ihren vorerwähnten Eigenschaften die Betriebskosten. Sie wurden

für die gebräuchlichen Anwendungen unter Annahme verschiedener Strompreise in den folgenden Tabellen zusammengestellt und mit den Kosten anderer Licht- und Kraftquellen verglichen. Die angegebenen Zahlenwerte beziehen sich auf die Verhältnisse vor dem Kriege; die jetzt geltenden Kosten konnten wegen der unsicheren Preisbildung nicht berücksichtigt werden.

Handelt es sich um das selten vorkommende Errichten eigener, wenig umfangreicher Stromerzeugung, so kann man die Selbstkosten schätzen bei Lichtbetrieb die Kilowattstunde nicht unter 40 Pf. und bei Kraftbetrieb, mit lange dauernder Durchschnittsbelastung, nicht unter 20 Pf. An Hand dieser Annahmen lassen sich die Kosten für den Betrieb der Lampen und Motoren aus den Tabellen ermitteln.

a) Lichtbetrieb. Die Tabellenwerte enthalten die Kosten für elektrischen Verbrauch, Ersatz der Glühlampen und Kohlestifte, sowie für Bedienen und Instandhalten. Lampen und Zubehör wurden zu durchschnittlichen Einzelverkaufspreisen berechnet.

Nicht inbegriffen sind die Abschreibung der Aufwendungen für die Leitungsanlagen nebst Glühlichtkronen und Bogenlampen. Diese Unterlassung sei damit begründet, daß die Einrichtungskosten durch die Ausdehnung der Leitungsanlagen und die Ausführungsart weit voneinander abweichen. Zudem sind die Einrichtungskosten für elektrische und Gasbeleuchtung ungefähr gleichgroß, so daß auch in dieser Hinsicht ein Vergleich sich erübrigt.

Gesamtkosten für 1 Betriebsstunde in Pfennig.

| Verbrauch (Watt) W | Angenähert Lichtstärke (Hefnerkerzen) HK | Preis für 1 Kilowattstunde | | | |
|--------------------------|---|----------------------------|----|----|--------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 Pf. |

Kohlefaden-Glühlampen

| | | | | | |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 20 | 5 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,8 |
| 35 | 10 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,7 |
| 55 | 16 | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 2,6 |
| 90 | 25 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4,0 |
| 110 | 32 | 2,1 | 3,1 | 4,0 | 5,0 |

1*

| Verbrauch (Watt) W | Angenähert Lichtstärke (Hefnerkerzen) HK | Preis für 1 Kilowattstunde | | | |
|--------------------------|---|----------------------------|----|----|-------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 Pf |

Metalldrahtlampen mit Luftleere.

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 8 | 5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 15 | 10 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| 20 | 16 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 |
| 30 | 25 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 |
| 35 | 32 | 0,9 | 1,2 | 1,6 | 1,9 |
| 55 | 50 | 1,2 | 1,7 | 2,2 | 2,7 |
| 100 | 100 | 2,2 | 3,1 | 4,0 | 4,9 |

Metalldrahtlampen mit Gasfüllung.

| | | | | | |
|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 25 | 30 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| 40 | 50 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,6 |
| 60 | 70 | 1,6 | 2,2 | 2,8 | 3,4 |
| 75 | 100 | 2,1 | 2,9 | 3,6 | 4,3 |
| 100 | 150 | 2,7 | 3,7 | 4,7 | 5,7 |
| 200 | 300 | 5,5 | 7,5 | 9,5 | 12 |
| 500 | 900 | 12 | 17 | 22 | 27 |
| 1000 | 2000 | 23 | 33 | 43 | 53 |
| 1500 | 3000 | 34 | 49 | 64 | 80 |

Bogenlampen.

Gleichstrom-Reinkohlelampen.

| | | | | | |
|-----|------|----|----|----|----|
| 600 | 1000 | 18 | 25 | 32 | 38 |
|-----|------|----|----|----|----|

Flammenbogenlampen.

| | | | | | |
|-----|------|----|----|----|----|
| 400 | 1000 | 10 | 14 | 17 | 20 |
| 500 | 2000 | 14 | 18 | 23 | 28 |
| 600 | 3000 | 18 | 24 | 28 | 33 |

Gasglühlicht.

| Lichtstärke (Hefnerkerzen) HK | Preis für 1 cbm Gas | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|----|----|----|--------|
| | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 Pf. |

Stehender Gasglühstrumpf.

| | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 60 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|

| Lichtstärke (Hefnerkerzen) HK | Preis für 1 cbm Gas | | | | |
|-------------------------------------|---|-----|-----|--------|--------|
| | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 Pf. |
| Hängender Gasglühstrumpf. | | | | | |
| 80 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 |
| Preßgas. | | | | | |
| 2000 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| Petroleumlampe. | | | | | |
| | Preis für 1 l Petroleum | | | | |
| | 14 | 16 | 18 | 20 Pf. | |
| 25 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2 | |
| Spiritusglühlicht. | | | | | |
| | Preis für 1 l Spiritus 35 Pf. | | | | |
| 50 | Kosten des stündlichen Verbrauchs 3 Pf. | | | | |
| Stearinkerze. | | | | | |
| | Preis für 1 kg Kerzen M. 1,60. | | | | |
| 1,3 | Kosten des stündlichen Verbrauchs 1,8 Pf. | | | | |

b) Kraftbetrieb. Nach gleichen Grundsätzen wie oben sind in den folgenden Tabellen die Kosten des Verbrauchs, der Bedienung und Instandhaltung der Kraftmaschinen berechnet. Die angegebenen Werte beziehen sich auf Vollbelastung der Motoren. Diese Zahlen scheinen für das Beurteilen des Elektromotors im Vergleich zu den übrigen Kraftmaschinen ungünstig zu sein, es muß aber berücksichtigt werden, daß der Verbrauch des Elektromotors bei Zu- und Abnahme der Belastung in ange-nähert gleichem Verhältnis zu- und abnimmt, wogegen sich die Betriebskosten der übrigen Kraftmaschinen bei abnehmender Belastung verhältnismäßig wenig verringern. Dazu kommt das bequeme An- und Abstellen des Elektromotors

und die auch hiermit verbundene große Ersparnis an Verbrauchskosten.

Die Tabellen für Gas- und Dieselmotoren dienen nicht nur zum Vergleich mit den Betriebskosten des Elektromotors, sie geben auch Anhalt für die Kosten eigener Stromerzeugung, wenn die Kraftmaschinen zum Betrieb elektrischer Stromerzeuger benutzt werden. Zum Anhalt bei dahingehender Kostenschätzung sei erwähnt, daß mit einer Pferdestärke oder 0,736 Kilowatt, die an der Welle einer Kraftmaschine als Leistung zur Verfügung stehen, bei kleinen Anlagen 600 Watt erzeugt werden, also angenähert 10 Metalldrahtlampen von 50 Kerzen oder 20 Lampen von 25 Kerzen sich betreiben lassen.

Gesamtkosten der Betriebsstunde in Pfennig. Elektromotor.

| Leistung, angenähert | | Preis für eine Kilowattstunde | | |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-----|--------|
| Kilowatt kW | Pferdestärken PS | 10 | 15 | 20 Pf. |
| 0,09 | $\frac{1}{8}$ | 2 | 3 | 4 |
| 0,2 | $\frac{1}{4}$ | 3 | 4,5 | 6 |
| 0,4 | $\frac{1}{2}$ | 5 | 7,5 | 10 |
| 0,736 | 1 | 10 | 15 | 20 |
| 1 | $1\frac{1}{2}$ | 15 | 23 | 30 |
| 1,5 | 2 | 19 | 29 | 38 |
| 2,2 | 3 | 28 | 42 | 56 |
| 3 | 4 | 35 | 53 | 70 |
| 4,5 | 6 | 52 | 78 | 104 |
| 6 | 8 | 66 | 99 | 132 |
| 7 | 10 | 82 | 123 | 164 |
| 15 | 20 | 160 | 240 | 320 |

Gasmotor.

| | | Preis für 1 cbm Gas | | |
|-----|----|---------------------|-----|--------|
| | | 10 | 12 | 14 Pf. |
| 1,5 | 2 | 13 | 15 | 17 |
| 4,5 | 6 | 34 | 41 | 47 |
| 7 | 10 | 54 | 65 | 75 |
| 15 | 20 | 96 | 115 | 135 |

Dieselmotor.

| Leistung, angenähert | | Preis für 100 kg Gasöl 12 M. | |
|----------------------|---------------------|------------------------------|--|
| Kilowatt kW | Pferdestärken PS | | |
| 6 | 8 | 30 | |
| 7 | 10 | 35 | |
| 15 | 20 | 60 | |

c) **Anderweitiges Ausnutzen des elektrischen Stromes.** Umfangreicher Betrieb von Heiz- und Kocheinrichtungen ist nur bei niedrigen Strompreisen wirtschaftlich. Dagegen können für kurzzeitiges Benutzen bestimmte, kleine Geräte sehr wohl auch im Anschluß an Lichtnetze bei dem hierfür geltenden höheren Strompreis benutzt werden, wenn das Legen gesonderter Leitungen für sog. Kraftstromentnahme sich nicht lohnt oder Schwierigkeiten verursacht. Als Beispiel sei ein für Schlafzimmer geeigneter kleiner Kocher gedacht, der 200 Watt verbraucht; sein stündlicher Betrieb kostet, bei einem Strompreis von 50 Pf. die kWh, $0,2 \text{ kWh} \cdot 50 = 10 \text{ Pf.}$ Zum Anwärmen einer kleinen Wassermenge, etwa zum Rasieren, sind höchstens zwei Minuten nötig, so daß einmaliges Benutzen des Kochers nicht mehr als 0,3 Pf. kostet. Um den Anschluß der Stromverbraucher an Licht- und Kraftnetze zu berücksichtigen, wurden in der Tabelle Strompreise von 5–50 Pf. die Kilowattstunde angenommen.

Verbrauchskosten verschiedener Einrichtungsgegenstände in Pfennig.

| | Preis für 1 Kilowattstunde | | | | | |
|--|----------------------------|------|-----|------|------|--------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 40 | 50 Pf. |
| 1 l Wasser von Zimmertemperatur zum Sieden bringen | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 2,3 | 4,4 | 5,3 |
| 1 kg Rindfleisch kochen | 1,0 | 2,1 | 3,2 | 4,2 | 8,4 | 10,5 |
| 1 Brennschere erhitzen . | 0,03 | 0,07 | 0,1 | 0,14 | 0,28 | 0,35 |

| | Preis für 1 Kilowattstunde | | | | | |
|---|----------------------------|-----|-----|-----|------|--------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 40 | 50 Pf. |
| Stündliche Kosten für: | | | | | | |
| Ununterbrochenes Bügeln | 1,8 | 3,6 | 5,4 | 7,2 | 14,4 | 18,0 |
| Fußwärmer | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 2,0 | 2,5 |
| Entstaubungsmaschine mit 0,4 kW ($\frac{1}{2}$ PS) Motor | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 20 | 25 |

3. Anschaffungskosten. Zum Zweck rohen Kostenüberschlags für das Beschaffen der Leitungsanlagen, Maschinen, Lampen und Geräte sind nachstehend Durchschnittszahlen gegeben. Bindendes Veranschlagen ist nur durch einen Sachverständigen unter Berücksichtigung der obwaltenden Verhältnisse und der Marktlage möglich.

Die Preisangaben beziehen sich auf die Verhältnisse vor dem Kriege. Infolge der Preissteigerungen sind von den Erzeugern Teuerungszuschläge eingeführt, die wegen des Fehlens bestimmter Unterlagen bei den angegebenen Werten nicht berücksichtigt werden konnten. Die Preissteigerung beträgt bis zu 75% und mehr.

| | | |
|---|----|-----------|
| Leitungsanlage ohne Lampen und Lampenträger, im übrigen betriebsfertig. Für die anzubringende Glühlampe, bis 50 Watt Verbrauch, rechnet man Für wesentlich größere Lampen ist der Einheitsatz höher. | M. | 15—20 |
| Lampenträger , Glühlichtkronen und Tischlampen schwanken in den Kosten je nach Ausstattung. Im allgemeinen kann man für die Lampe rechnen | „ | 15—20 |
| Glühlampen einschließlich der von der Lampenart und dem Verbrauch abhängigen Leuchtmittelsteuer: | | |
| a) Kohlefadenlampen in Birnenform von 5—32 Kerzen, das Stück | „ | 0,50—0,75 |
| b) Metalldrahtlampen mit Luftleere, in Birnenform von 5—50 Kerzen | „ | 1,20—1,50 |
| c) Metalldrahtlampen mit Gasfüllung für 40 bis 1500 Watt Verbrauch, 50—3000 Kerzen . . | „ | 2,65—40 |

Bogenlampen:

| | |
|---|-----------|
| a) für Reinkohle, je nach Brenndauer und Lichtstärke | M. 60—110 |
| zugehörige Kohlestifte, stündlicher Verbrauch | 0,3 Pf. |
| b) für Effektkohle (Flammenbogenlampen)- | „ 110—150 |
| zugehörige Kohlestifte, stündlicher Verbrauch | 0,5 Pf. |
| Bügeleisen für den Gebrauch im Haushalt | „ 8—10 |
| Brennscherenwärmer | „ 12 |
| Fußwärmer | „ 20 |
| Elektrischer Wasserkocher für $\frac{1}{4}$ l Inhalt | „ 8 |
| „ „ „ 1 l „ | „ 15 |
| Elektrische Kücheneinrichtung ohne Leitungsanlage für einen Haushalt mit 3 Personen | „ 120—250 |
| Entstaubungsmaschine, ortsveränderlich mit 0,4 kW ($\frac{1}{2}$ PS) Motor | „ 500 |

Elektromotoren. Die Preise sind verschieden je nach Umlaufzahl, Stromart und Spannung, so daß nachstehende zusammenfassende Kostenaufgabe nur Durchschnittswerte enthalten kann.

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|
| Leistung: | { | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,5 | 2,2 | 3 | 4,5 | 6 | 7 | 15 kW |
| | | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 20 PS |
| Preis: | | 110 | 150 | 250 | 420 | 570 | 700 | 870 | 1000 | 1100 | 1500 M |

In gleichem Sinne wurden die folgenden Preise für Gas- und Dieselmotoren angegeben für fertiges Aufstellen ohne die Kosten des Fundaments.

Gasmotoren.

| | | | | | | |
|-----------|---|------|------|------|------|---------|
| Leistung: | { | 1,5 | 4,5 | 6 | 7 | 15 kW |
| | | 2 | 6 | 8 | 10 | 20 PS |
| Preis: | | 1800 | 3500 | 4000 | 4500 | 7000 M. |

Dieselmotoren.

| | | | | |
|-----------|---|------|------|-----------|
| Leistung: | { | 1,5 | 7 | 15 kW |
| | | 2 | 10 | 20 PS |
| Preis: | | 6000 | 6700 | 10 000 M. |

4. Vorbereiten elektrischer Stromversorgung bei Bauarbeiten. Beim Errichten und Umbau von Häusern sollte auf elektrische Stromversorgung Bedacht genommen werden, selbst wenn die Entnahme von elektrischem Strom zunächst nicht in Aussicht steht. Insbesondere gilt das für Gebäude, die aus einem vorhandenen oder in nicht zu ferner Zeit zu errichtenden Stromversorgungsnetz Zuleitungen erhalten können. Dahingehende Maßnahmen sind vor allem auch für Miethäuser zu empfehlen, weil die Mieter selten geneigt sind, diejenigen Teile der elektrischen Ein-

richtung, die mit dem Hause fest verbunden bleiben, auf eigene Rechnung zu beschaffen. Am zweckmäßigsten wird die ganze Leitungsanlage betriebsfertig hergestellt ohne die zur Wohnungseinrichtung gehörigen Lampenträger und Lampen, die vom Mieter mitgebracht oder beschafft werden müssen.

Über die bei Bauarbeiten in dieser Hinsicht zu empfehlenden Maßnahmen wurden vom Verband Deutscher Elektrotechniker für Architekten und Bauherren bestimmte Leitsätze¹⁾ aufgestellt, die in nachstehenden Ausführungen verwertet sind.

Vorbereiten muß man in erster Linie Plätze für das Einführen der Stromleitungen in das Gebäude, für das Aufstellen eines oder mehrerer Elektrizitätszähler, sowie für das Hochführen der Hauptversorgungsleitungen im Gebäude. Sollte für den neben der Leitungseinführung in das Gebäude meistens anzubringenden Elektrizitätszähler und für die zugehörige Schalttafel kein Raum auf der Wandfläche verfügbar sein, so muß eine Mauernische ausgespart werden. Aussparungen zum Hochführen der Hauptversorgungsleitungen durch die Stockwerke sind notwendig, wenn man nicht das Einbetten von Leitungsschutzrohren in den Mauerputz, ebenfalls während der Rohbauarbeiten, vorzieht oder die Leitungsschutzrohre offen auf den fertigen Mauerputz legen will. In Wohnräumen sollte das Rohrnetz für die Leitungsverzweigung gelegentlich der Rohbauarbeiten in den Mauerputz und die Decken eingebettet werden. Für untergeordnete Räume genügt das Legen der Leitungsschutzrohre auf den Mauerputz. Das Aussparen von Nischen zum Unterbringen der in den Stockwerken erforderlichen Schalttafeln und der Elektrizitätszähler für die Wohnungen darf nicht vergessen werden, damit diese Teile nicht später auf den Wandflächen angebracht werden müssen und zu viel anderweitig verwertbaren Raum einnehmen. Am bedeutsamsten sind solche Vorarbeiten für elektrische Einrichtungen in Eisenbeton-Bauten. Hier können Mauernischen für die Leitungsführung, für

¹ Leitsätze für die Herstellung und Errichtung von Gebäuden bezüglich Versorgung mit Elektrizität. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Schalttafeln und Elektrizitätszähler beim Zimmern der Verschalung für das Herstellen der Betonwände vorgesehen, auch feuchtigkeitsbeständige Dübel für das Befestigen der Leitungsführung und der Lampenträger an der Verschalung mit Drahtstiften angeheftet und mit einbetoniert werden. Für Leitungen, die die Wände und Decken durchqueren, sollten genügend weite Eisenrohre in den Beton eingelegt werden, um später Bohrarbeiten am fertigen Eisenbeton zu vermeiden. Die Eisenrohre nehme man so weit, daß sich Isolierrohre für die Leitungsführung hindurchschieben lassen.

Rohrwege in der Mauer sollten in den Rohrweiten, in der Zahl der nebeneinander geführten Rohre und hinsichtlich der mitzuverlegenden Abzweigdosen so reichlich genommen werden, daß das Leitungseinziehen keine Schwierigkeiten bietet. Vor allem gilt das für Rohre, die dicke schwer biegsame Hauptleitungen, etwa die Steigleitungen für Stockwerks-Wohnungen, aufzunehmen haben.

Wird beim Neu- oder Umbau eines Hauses die Herstellung elektrischer Anlagen in bezeichneter Weise vorbereitet, so ergibt sich im Vergleich zu dem anderenfalls später notwendigen Aufstemmen von Wänden und Decken eine große Kostenersparnis. Dazu kommt, daß Stemmarbeiten in bewohnten Häusern eine schwer zu ertragende Störung von Ruhe und Reinlichkeit einschließen. Sind die Leitungswege genügend vorbereitet, so kann das Legen der Leitungen alsbald nach dem Austrocknen des Baues oder später zu jeder Zeit ohne viel Mühe und Zeitaufwand geschehen. Legen der Leitungen vor dem Austrocknen des Mauerwerks gefährdet den Isolationszustand der Anlage.

Handelt es sich um den Anschluß an Elektrizitätswerke mit zwei Stromtarifen, einem teuren für Beleuchtungs- und einem billigeren für anderweitige Zwecke, Motorenbetrieb oder Heizung, so muß man erwägen, ob viel Strom für Zwecke letzterer Art gebraucht wird. Trifft es zu, so empfiehlt es sich, zwei Elektrizitätszähler und zugehörige Leitungen vorzusehen.

Sollen die Vorbereitungen für spätere Stromversorgung eines Gebäudes von Nutzen sein, so hört man zweckmäßig einen Sachverständigen wegen der auszuführenden Arbeiten. Nachdem das geschehen ist, müssen die Arbeiten

planmäßig ausgeführt werden, am besten unter Überwachung durch den Sachverständigen. Anderenfalls ist zu befürchten, daß selbst weitgehende, aber nicht mit genügendem Vorbedacht getroffene Maßnahmen für spätere Durchführung der Stromversorgung nicht oder nur teilweise verwertbar sind. Es entstehen dann abermals Unkosten, verbunden mit Ruhestörungen infolge des Aufstimmens und Wiederverputzens von Wänden und Decken. Über die für spätere Stromversorgung getroffenen Maßnahmen muß ein genauer Plan unter Angabe der verdeckten Leitungsschutzrohre und der Abzweigdosen angefertigt werden, damit diese Teile aufgefunden werden können, auch wenn man die Stromversorgung erst nach Jahren einrichten läßt.

5. Einrichten elektrischer Stromversorgung. So lange man mit den zum Herstellen der Einrichtungen nötigen Stoffen haushalten muß und wenig Arbeitskräfte verfügbar sind, sollten nur wirklich notwendige Arbeiten verlangt werden. Auch die Anforderungen an die Dauer der meist mit wenig geschulten Kräften auszuführenden Arbeiten müssen in bescheidenen Grenzen gehalten werden.

a) Beim Vorhandensein der Leitungsanlage. Sind die Leitungen nebst Sicherungstafeln und Schaltern vorhanden, wie es für vermietete Wohn- und Geschäftsräume meist zutrifft, so handelt es sich in der Hauptsache nur um das Verbinden der Lampen und übrigen Stromverbraucher mit dem Leitungsnetz. Fehlt an einzelnen Stellen die gewünschte Anschlußmöglichkeit, so kann die Leitungsanlage ergänzt werden. Dabei muß man sich in besser ausgestatteten Räumen bemühen, die Leitungsschutzrohre oder Rohrdrähte wenig sichtbar, etwa auf den Fußleisten oder den Gesimsen entlang, zu legen. Nachträgliches Leitungslegen an der Decke besser ausgestatteter Räume sollte man vermeiden, indem man sich mit den bestehenden Anschlußstellen begnügt.

b) Beim Vorhandensein der Leitungsschutzrohre. Liegen nur die Leitungsschutzrohre, so muß man, außer den unter a) bezeichneten Arbeiten, die Leitungen einziehen und die Sicherungstafeln und die Schalter anbringen. In gut ausgestatteten Räumen erfordert das Lei-

tungseinziehen große Vorsicht, damit die Tapete neben den meist in die Wand eingelassenen Abzweigdosen und die Decke an den Rohrausmündungen für den Anschluß der Hängelampen nicht beschädigt wird.

. Mit den Arbeiten wird am besten der gleiche Unternehmer betraut, der die schon vorhandenen Teile der Anlage ausgeführt hat, weil er über die Einzelheiten unterrichtet, vielleicht sogar in der Lage ist, die gleichen Arbeiter zu stellen, die früher dort gearbeitet haben.

6. Herstellen von Leitungsanlagen in bewohnten Räumen verursacht wegen der unvermeidlichen Stemmarbeiten an Wänden und Decken größere Störungen als wenn die Leitungen oder Leitungsschutzrohre vorhanden sind (vgl. 5). Vor Inangriffnahme der Arbeiten muß untersucht werden, wie die Leitungen zweckmäßig zugeführt und wo die Schalter, Sicherungstafeln und der Zähler am besten angebracht werden. Ob man die Leitungen auf die Mauer oder in die Mauer legen soll, ist davon abhängig, wie weit Stemmarbeiten zulässig sind. Im allgemeinen wird man sich mit dem Leitungslegen auf den Mauerputz begnügen und sich bemühen, die Leitungsschutzrohre oder Rohrdrähte wenig sichtbar anzuordnen.

Handelt es sich um gemietete Räume, so muß mit dem Hauseigentümer verhandelt werden, um Einwilligung zum Einführen der Leitungen in das Haus und zum etwa erforderlichen Legen der Steigleitungen im Treppenhaus oder an anderen für die allgemeine Benutzung freigegebenen Stellen zu erhalten. Dabei wird meistens auch wegen Übernahme eines Kostenteils durch den Hauseigentümer verhandelt werden, vor allem wird es der Fall sein, wenn die Hauptleitungen so stark bemessen werden können, daß sie sich für das Anschließen elektrischer Anlagen auch bei anderen Mietern eignen.

7. Überlegungen vor dem Auftrageerteilen. Vor dem Erteilen des Auftrags zum Herstellen einer elektrischen Anlage mache man sich ein klares Bild über die bestehenden Wünsche, um dann erst mit Unternehmern wegen des Kostenvoranschlags zu verhandeln. Geschieht das nicht, so werden während der Ausführung der Arbeiten so viele Änderungen und Nachbestellungen notwendig, daß die Mehr-

arbeiten den Kostenvoranschlag gegenstandslos machen und beim Abrechnen unerquickliche Streitigkeiten zwischen dem Auftraggeber und dem Unternehmer verursachen können. Das ist in der Regel darauf zurückzuführen, daß, im Vergleich zu dem meist knappen Voranschlag, durch Nachbestellungen und Änderungen hohe Kosten entstehen. Sollen z. B. fertig angebrachte Leitungen und Apparate entfernt und durch neue ersetzt werden, so müssen die Arbeiter auf die neu erforderlichen Gegenstände häufig warten oder verlieren viel Zeit durch die zum Herbeischaffen der Teile zurückzulegenden Wege. Noch größere Verzögerungen und damit zusammenhängende Mehrkosten entstehen, wenn die erforderlichen Teile von auswärts bezogen werden müssen.

Die zum Zweck einer Auftragerteilung anzustrebende Vorausbestimmung der Lichtstellen ist leichter, wenn man die bis zur Einführung der elektrischen Beleuchtung benutzte anderweitige Beleuchtungsart in Vergleich ziehen oder sich ein Bild über die zu stellenden Forderungen durch Besichtigen vorhandener elektrischer Anlagen machen kann. Dabei kommt es weniger darauf an, die Lichtstärke der Lampen als deren Zahl und die Anbringstellen zu bestimmen. Die Wahl der Lichtstärke der Lampen kann in den meist in Frage kommenden Grenzen bis nach Fertigstellung der Leitungsanlage vorbehalten bleiben; auch ist bei Glühlichtbeleuchtung späteres Ändern in der Lichtstärke der Lampen leicht durchführbar. Um das selten ausbleibende spätere Vermehren der Lampen und Motoren zu ermöglichen, empfiehlt es sich, die Leitungsquerschnitte beim Entwerfen reichlich zu bemessen.

Bei dem nur noch ausnahmsweise in Frage kommenden Beschaffen kleiner eigener Stromerzeugungsanlagen hüte man sich vor dem häufig begangenen Fehler, die Kraft- und Stromerzeuger sowie die zugehörigen Akkumulatoren zu klein zu nehmen. In den meisten Fällen tritt sehr bald eine Erhöhung des Strombedarfs ein, der zum Überlasten zu knapp bemessener Einrichtungen führt und deren Dauerhaftigkeit gefährdet. Bei Akkumulatorenbetrieb kommt hinzu, daß die sonst durchführbare wirtschaftliche Betriebseinteilung durch Überlasten der Anlage erschwert und dadurch die Stromerzeugung verteuert wird. In An-

lagen, bei denen später Erweiterungen in Aussicht stehen, empfiehlt es sich, Raum für das Aufstellen eines weiteren Maschinensatzes frei zu halten und Akkumulatoren am besten von Anfang an genügend groß zu nehmen oder zum mindesten deren Vergrößerung durch Verwenden größerer Akkumulatorenkästen vorzubereiten.

Ist das System der elektrischen Einrichtung durch den zu bewirkenden Anschluß an eine vorhandene Stromerzeugungsanlage nicht von vornherein bestimmt, so muß man sich über Stromart, Spannung und Leitungssystem entscheiden. Anhaltspunkte sind unter 9 und 10 gegeben.

Auf Grund der angedeuteten Überlegungen fordert man Unternehmer zum Einreichen von Kostenanschlägen und Plänen auf. Die Pläne können meist auf das Darstellen der Lampenverteilung beschränkt bleiben; Leitungspläne haben im allgemeinen nur Zweck, wenn man sie entweder selbst beurteilen oder die Beurteilung durch einen Sachverständigen herbeiführen kann. Dagegen sind vor Inangriffnahme der Arbeiten Leitungspläne auch für einen nicht technisch gebildeten Besteller von Wert, wenn Anschluß über die geplanten Leitungswege gewünscht wird.

Am besten gelingt es dem Auftraggeber, sich mit den Einzelheiten vertraut zu machen, wenn er selbst eine Planskizze über die Verteilung der Stromverbraucher anfertigt, wozu unter 14 die erforderliche Anleitung gegeben ist. Handelt es sich um schriftliches Auftragerteilen an auswärtige Unternehmer, so kann das Anfertigen von Planskizzen selten entbehrt werden.

8. Entscheidung, ob eigene Stromerzeugung oder Anschluß an ein Elektrizitätswerk. Bei der großen Ausdehnung der Versorgungsnetze wird das Einrichten eigener Stromerzeugung seltener. Meistens ist der Strombezug aus einem allgemeinen Versorgungsnetz billiger, dazu kommt, daß die nie zu vermeidenden Widerwärtigkeiten beim Anstellen und Überwachen der Maschinenwärter wegfallen. Letzteres ist um so bedeutsamer, je weniger der Inhaber einer Anlage die Arbeiten der für den Betrieb einer Stromerzeugung notwendigen Maschinisten überwachen kann. Bei vorhandener eigener Stromerzeugung führen dahingehende Erwägungen häufig zum Einstellen des Betriebes, sobald

Strombezug von einem Elektrizitätswerk möglich wird, oder wenigstens zur teilweisen Stromentnahme vom Elektrizitätswerk.

Beim Errichten eines eigenen Kraftwerkes beachte man, daß die Maschinengrößen nach der zu erwartenden Höchstbelastung, sog. Spitzenbelastung, bemessen werden müssen. Da die Höchstbelastung nur kurze Zeit anhält, so wird das Kraftwerk im Vergleich zur Stromabgabe groß und der Betrieb unwirtschaftlich. Die Möglichkeit, das Leitungsnetz später zu erweitern, ist von der Leistung des Kraftwerkes abhängig. Im Gegensatz dazu bestehen beim Anschluß an ein Elektrizitätswerk im allgemeinen keine Schwierigkeiten für das Erweitern der Leitungsanlage.

Kommt eigene Stromerzeugung in Frage, so müssen deren Kosten mit den Lieferbedingungen des Elektrizitätswerks verglichen werden, unter Einrechnung der Abschreibungskosten für den Anschluß an das Elektrizitätswerk. Dahingehende Berechnungen und Begutachtungen werden am zweckmäßigsten einem unparteiischen Fachmann übertragen.

9. Wahl der Stromart. Für die beim Einrichten eigener Stromerzeugung notwendige Entscheidung über das System der Anlage ist sachverständiger Rat erforderlich, wie nachstehende Erörterung der in Betracht kommenden Gesichtspunkte zeigt.

Besteht am Orte oder in der Nachbarschaft ein Elektrizitätswerk, so wählt man für eine gesonderte Stromerzeugungsanlage, wenn sie noch notwendig sein sollte, das gleiche System. Hierdurch wird es möglich, daß bei Störungen in der eigenen Stromerzeugung oder, wenn man den eigenen Betrieb aufgibt, Strom vom Elektrizitätswerk entnommen werden kann, ohne wesentliche Änderungen an der Leitungsanlage. Daneben hat man den Vorteil, daß die auch für die Anschlußanlagen des Elektrizitätswerkes brauchbaren Ersatzteile in reicherer Auswahl von den Unternehmern bereit gehalten werden. Im übrigen gilt für die Wahl des Systems, wofür Gleichstrom oder Wechselstrom und die bei jedem derselben möglichen verschiedenen Schaltungen in Frage kommen, folgendes:

- a) Gleichstrom eignet sich in einem räumlich nicht

zu ausgedehnten Gebiet für Beleuchtung und Betrieb von Motoren. Für kleine Anlagen verdient Gleichstrom den Vorzug, weil das Aufspeichern der elektrischen Arbeit in Akkumulatoren möglich ist. Die Akkumulatoren bilden dann eine Reserve für den Fall des Versagens der Maschinen und erhöhen die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Beim Betrieb mit Akkumulatoren kann die Maschinenanlage kleiner genommen werden als der größte zeitweise auftretende Strombedarf erfordert, ferner kann während geringen Stromverbrauchs, z. B. zur Nachtzeit, der dann unwirtschaftliche Maschinenbetrieb eingestellt werden. Beeinflussung der Ruhe des elektrischen Lichtes durch Schwankungen in der Umlaufzahl der Betriebsmaschine läßt sich durch geeignete Größe der Akkumulatoren verringern. Bei Elektromotorenbetrieb ist Gleichstrom vorzuziehen, wenn regelbare Umlaufzahl verlangt wird; es ist das bei Gleichstrom wirtschaftlicher durchführbar als bei Wechselstrom.

b) Wechselstrom bietet den Vorteil, daß sich leicht und sicher hohe Spannungen erzeugen lassen und demzufolge elektrische Ströme mit verhältnismäßig geringem Verlust an elektrischer Leistung und geringen Kosten für die Leitungsanlage auf große Entfernungen fortgeleitet werden können. Diese Vorzüge kommen aber nur zur Geltung, wenn es sich um Übertragung großer Leistungen handelt. Der hochgespannte Strom kann an der Verbrauchsstelle auf niedrige, für den Beleuchtungsbetrieb geeignete Spannung gebracht werden.

Das **E i n p h a s e n s t r o m s y s t e m**, als einfachstes Wechselstromsystem, hat mit dem Gleichstromsystem gemein, daß es nur zwei Leitungen erfordert. Vorzüge bietet das System, im Vergleich zu Mehrphasenstrom, wenn hauptsächlich Lichtlieferung in Frage kommt, dagegen ist es für Motorenbetriebe weniger verwertbar. Die Einphasenmotoren mit Kurzschlußanker oder mit Anker, der Schleifringe hat, bieten im Vergleich zu Gleichstrommotoren zwar den Vorteil, daß der empfindliche Kommutator fehlt. Sie laufen daher, abgesehen von groben Störungen, vollkommen funkenlos, haben aber den Nachteil, daß sie im Anlassen unter Belastung, im Wirkungsgrad und in der Überlastungsfähigkeit den Motoren anderer Stromarten

nachstehen. Die Einphasen-Kommutatormotoren, die äußerlich den Gleichstrommotoren ähneln, sind weniger einfach, größer und daher teurer als Gleichstrommotoren gleicher Leistung. Sie zeichnen sich aus durch bequeme und weitgehende Regelbarkeit der Umlaufzahl, sind somit am Platze, wenn in dieser Hinsicht hohe Forderungen gestellt werden. Sie laufen unter Belastung an, sind daher auch hierin den kommutatorlosen Einphasenmotoren überlegen.

Das Drehstromsystem ist für Motorenbetrieb dem Einphasenstromsystem überlegen, indem die Drehstrommotoren den zu stellenden Anforderungen in hohem Maße genügen. Bei den Motoren mit Kurzschlußanker fehlen bewegliche Stromzuführungen, Bürsten und Schleifringe, der umlaufende Teil besteht lediglich aus der Welle mit Anker und der auf der Welle sitzenden Riemscheibe oder anderweitigen mechanischen Übertragungskupplungen. Bei Motoren mit Anlasser für den Anker hat letzterer drei Schleifringe. Die Drehstrommotoren laufen im Gegensatz zu den gewöhnlichen Einphasenmotoren unter voller Belastung oder auch mit Überlastung an und besitzen hohen Wirkungsgrad. Ihre Umlaufzahl nimmt mit wachsender Belastung nur wenig ab und die Betriebssicherheit genügt weitgehenden Anforderungen. Drehstrom wählt man, wenn elektrischer Strom auf große Entfernung übertragen werden soll, oder wenn bei kleiner Übertragungsentfernung die Vorteile des Drehstrommotors gegenüber dem Gleichstrommotor für bestimmte Zwecke ausschlaggebend sind. Auf Gleichstrombetrieb kann zugunsten des Drehstrombetriebs um so eher verzichtet werden, je größer eine Anlage und je gleichmäßiger die Belastung ist, weil dann der dem Gleichstrombetrieb eigene Vorteil der Arbeitsaufspeicherung durch Akkumulatoren weniger in Betracht kommt. In ausgedehnten Anlagen werden unter Umständen Gleichstrom- und Drehstrombetrieb unter Umwandlung der einen Stromart in die andere vereinigt behufs Ausnutzung der beiden Systemen für einzelne Zwecke eigenen Vorteile. Werden Anlagen letzterer Art geplant, so müssen Berechnungen vorausgehen, um festzustellen, ob durch die nebeneinander auszuführenden beiden Systeme und die zugehörigen doppelten Reserven die zu erwartenden Vorteile nicht aufgewogen werden.

10. Wahl der Spannung. Für die hier vornehmlich zu behandelnden Niederspannungsanlagen beträgt die zulässige Höchstspannung zwischen den Leitungen und Erde 250 Volt. Bei wenig ausgedehntem Leitungsnetz ist das Zweileitersystem (vgl. 112a) mit einer Spannung von rd. 110 Volt wegen der einfachen Leitungsanordnung am zweckmäßigsten. Kleine Motoren für eine Leistung von etwa 70 Watt = $\frac{1}{10}$ Pferdestärke sind bei 110 Volt betriebssicherer als bei höherer Spannung.

Ausgedehntere Anlagen erfordern bei einer Spannung von 110 Volt im Zweileitersystem zu große Leitungsquerschnitte. Es kann dann das Dreileitersystem (vgl. 112b) mit $2 \cdot 110$ Volt Leitungsspannung genommen werden. Dabei bleiben die eingangs erwähnten Vorteile der Spannung von 110 Volt erhalten, indem diese Spannung zwischen je einem der Außenleiter und dem Mittelleiter verfügbar ist. Außerdem besteht zwischen den beiden Außenleitern die Spannung von 220 Volt, die für Motorenbetrieb (abgesehen von den vorerwähnten ganz kleinen Motoren) Vorteile bietet.

Genügen auch $2 \cdot 110$ Volt wegen der dabei zu groß werdenden Leitungsquerschnitte nicht mehr, so wird zum Gleichstrom-Dreileitersystem mit $2 \cdot 220$ Volt Spannung oder zum Drehstromsystem (vgl. 112c) mit 220 Volt Phasenspannung übergegangen. Ferner kann das Drehstromsystem mit geerdetem vierten Leiter verwendet werden, meistens mit einer Spannung von 220 Volt zwischen je einer der drei Phasenleitungen und dem Nulleiter zum Lampenanschluß und der zugehörigen Spannung von 380 Volt zwischen den Phasenleitungen zum Motoranschluß.

Über die bezeichneten Grenzen hinausgehende Spannungen sind für Lichtbetriebe selten. Eine Gleichstromspannung von rd. 550 Volt dient vornehmlich für Straßenbahn- und Kranbetrieb und nebenbei für zugehörige Beleuchtung. Die letztere Grenze übersteigenden Spannungen werden für Wechselstrom-Übertragung auf große Entfernung benutzt, wobei man an den Verbrauchsstellen die hohe Spannung in eine für den Betrieb geeignete Spannung umwandelt.

Die Grenzen für die jeweilig zweckmäßigste Spannung

lassen sich nur für vorliegende Verhältnisse auf Grund sachverständigen Rates bestimmen.

11. Lichtstärke. Zum Beleuchten einzelner Arbeitsplätze dienen im allgemeinen 25kerzige Glühlampen, man kann aber auch mit 16kerzigen Lampen unter Verwendung zweckentsprechender Lampenträger und Schirme recht gut auskommen. Dahingehende Einschränkungen sind mit Rücksicht auf erwünschte Stromersparnis dringend zu empfehlen. Für untergeordnete Zwecke nimmt man Glühlampen von 5—16 Kerzen. Zur allgemeinen Erhellung verwendet man Glühlampen mit Lichtstärken von 50—3000 Kerzen. Bogenlampen werden mit Lichtstärken von 1000—3000 Kerzen und mehr gebraucht; schwächere Bogenlampen sind seit Einführung der ungefähr gleich wirtschaftlichen hochkerzigen Glühlampen nicht mehr zu empfehlen.

Beim Schätzen der für Innenräume erforderlichen Lichtstärken kann man auf 1 qm Bodenfläche rechnen für Wohnzimmer 4 Kerzen, für Schlafzimmer 2 Kerzen und für Geschäftsräume 3—6 Kerzen. In Läden ist größerer, mit der Art der zu verkaufenden Gegenstände und der Ausstattung der Räume in weiten Grenzen schwankender Lichtaufwand notwendig.

12. Wahl der Lampen. Kohlefadenlampen (vgl. 81), mit ihrem im Vergleich zu Metalldrahtlampen wenig sparsamen Verbrauch, kommen nur ausnahmsweise in Frage, seitdem die Metalldrahtlampen weitestgehenden Anforderungen an Haltbarkeit genügen.

Eingehende Überlegung erfordert die Wahl zwischen den verschiedenartigen Metalldrahtlampen (vgl. 82), die sich in den mittleren Lichtstärken (25—100 HK) so wenig durch die Betriebskosten unterscheiden, daß die übrigen Eigenschaften der Lampen ausschlaggebend sind. Erst bei hohen Lichtstärken haben die Lampen mit Gasfüllung (Halbwattlampen mit 1000—3000 Kerzen) wesentlich geringeren Verbrauch im Vergleich zur erzeugten Lichteinheit. Dadurch wird eine hochkerzige Lampe vorteilhafter als mehrere niedrigkerzige Lampen, wenn nicht mit den letzteren durch zeitweises Benutzen einer geringeren Lampenzahl gespart werden soll. Das Fortfallen zeitraubender Bedienung bei den Halbwattlampen, im Gegensatz zu den Bogenlampen,

läßt es oft zweckmäßig erscheinen, die hochkerzigen Glühlampen an die Stelle der im Verbrauch sparsameren Bogenlampen treten zu lassen. Dazu kommt das für die Beleuchtung von Innenräumen verlangte ruhigere Licht der Glühlampen im Gegensatz zu dem von Flackern nie ganz freien Licht der Bogenlampen.

Für Bogenlampen bleiben ausgedehnte Allgemeinbeleuchtungen in Hallen und im Freien vorbehalten, wobei Flammenbogenlampen die für gegebenen Kostenaufwand größte Lichtausbeute ermöglichen.

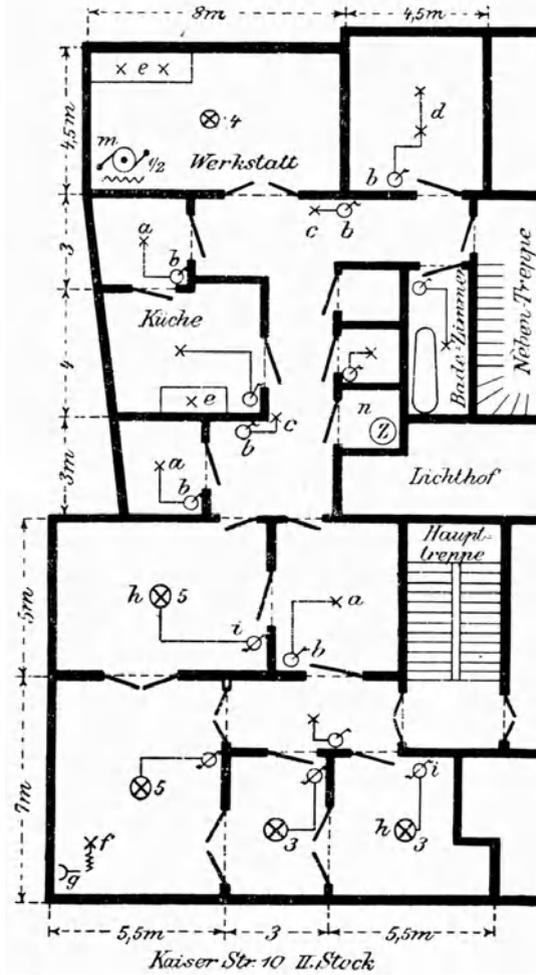
13. Anordnen der Lampen. Am wirkungsvollsten ist eine Beleuchtung, wenn die das Auge blendenden Lampen nicht sichtbar sind und lediglich die zu beleuchtenden Gegenstände bestrahlen. Das gilt gleicherweise von der mit einer abgeblendeten Lampe zu beleuchtenden Fläche des Arbeitstisches, wie von der Beleuchtung der Gegenstände in den Schaufensterauslagen der Läden. Die in letzterem Falle mit sichtbaren Lampen ausgestatteten Anlagen sind um so verfehlter, je näher sich die Lampen an den ausgestellten Gegenständen befinden und durch Blendwirkung das Betrachten der Gegenstände erschweren; die Lampen dienen dann nur zu unzweckmäßiger Verzierung.

Für Allgemeinbeleuchtung von Räumen ist das Abblenden der Lichtquellen nicht immer durchführbar oder zweckmäßig. Offen angebrachte Lampen sollten so hoch hängen, daß sie beim Betrachten der in den Räumen verteilten Gegenstände, der Möbel und Bilder, nicht blenden. Erforderlichenfalls nimmt man halbmattierte Glühlampen oder man versieht die Lampen mit geeigneten Glasschirmen. Im übrigen sorge man für derartiges Verteilen der Lichtstellen, daß Schattenbildung tunlichst vermieden wird.

Abgeblendete Lampen, seien es Bogenlampen oder Glühlampen, deren Licht gegen die weiße Decke oder große weiße Schirme gestrahlt wird und von dort zur Wirkung kommt, geben die gleichmäßigste Beleuchtung. Die dabei entstehenden Lichtverluste sind bei der Wahl gut gebauter und nach sachverständigem Rat angebrachter Lampen nicht so groß, daß dadurch die Einrichtungen unwirtschaftlich werden.

Beim Neueinrichten von Beleuchtungen lasse man sich vom Bestreben leiten, eine für die Augen wohltuende, dem

Tageslicht tunlichst nahe kommende Lichtwirkung zu erreichen. Vor allem gilt das für Verkaufs- und Fabrikräume,



indem dadurch im ersteren Falle der Warenverkauf erleichtert und im zweiten Falle die Leistung der Arbeiter erhöht wird.

14. Plan für die Lampenverteilung beim Entwerfen von Anlagen. Steht ein Gebäudegrundriß zum Einzeichnen der Lampen und übrigen Stromverbraucher nicht zur Verfügung, so bedient man sich einer aus freier Hand angefertigten Planskizze, wie in Abb. 1 an einem Stockwerksgrundriß gezeigt ist. Erleichtert wird das Herstellen des Planes durch Verwenden von Papier mit Quadrateinteilung, etwa eines mit Wasserlinien versehenen Briefbogens. Die angenäherten Maße der Räume müssen im Plan vermerkt werden. Ferner sollten besonderen Zwecken dienende Räume im Plan angegeben werden, namentlich wenn die Räume feucht sind, wenn dort leicht brennbare Gegenstände gelagert werden oder sich explosive Gase ansammeln.

Für das Einzeichnen der Lichtstellen und Apparate in den Plan werden die nachstehenden, den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker¹⁾ entnommen, jedem Elektrotechniker geläufigen Zeichen benutzt:

× = Feste Glühlampe.

×~ = Ortsveränderliche Glühlampe.

⊗5 = Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).

Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Lichtstärke sowie für Fassungen mit und ohne Schalter.

⊗8 = Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (8 Ampere).

 = Gleichstrom-Maschine oder Motor.

 = Wechselstrom-Maschine oder Motor.

 = Drehstrom-Transformator (eine Wickelung in Stern-, die andere in Dreieckschaltung).

 = Akkumulatoren.

 = Leitung.

 = Steckvorrichtung.

¹⁾ Die vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Vorschriften und Normalien sind im Verlag von Julius Springer, Berlin, erschienen.

-  = Einpoliger, zweipoliger und dreipoliger Dosen-
schalter mit Angabe der höchsten zulässigen
Stromstärke (6 Ampere).
-  = Umschalter, desgleichen (3 Ampere).
-  = Sicherung.
-  = Widerstand.
-  = Meßgerät.
-  = Stromzeiger.
-  = Spannungsanzeiger.
-  = Elektrizitätszähler.

Demnach bezeichnen im Plan Abb. 1:

a festangebrachte Glühlampen mit zugehörigen Schaltern *b*; für die nicht in der Nähe der Wände eingezeichneten Lampen sind Pendelaufhängungen gedacht. Gesonderte Schalter *b* sind erforderlich, weil die Lampen so hoch hängen, daß sie mit Schaltern an den Fassungen von Personen, die auf dem Fußboden stehen, nicht ein- und ausgeschaltet werden können.

c festangebrachte Glühlampen, in der Nähe der Wand gezeichnet und demnach an Wandarmen gedacht, ebenfalls mit gesonderten Schaltern *b*.

d Glühlampen mit einem gemeinsamen Schalter *b*. Durch die Linie, die die Lampen und den Schalter verbindet, wird die Zusammengehörigkeit der drei Teile angedeutet.

e Glühlampen ohne gesonderte Schalter. Da keine Schalter eingezeichnet sind, so ist es selbstverständlich, daß Schaltfassungen verlangt werden. Die letzteren sind zulässig, wenn die Lampen, wie es in dem vorliegenden Fall gedacht ist, so niedrig angebracht sind, daß sie vom Fußboden aus bequem erreicht werden können.

f ortsveränderliche Glühlampe. Der Lampenträger, eine Tischlampe oder dergl., ist durch eine biegsame Leitungsschnur mit der Anschlußdose *g* verbunden.

h Kronen für 3 und 5 Glühlampen mit zugehörigen Umschaltern i . Mit den letzteren kann man alle Lampen oder nur einen Teil davon einschalten oder auch die Stromzuführung ganz unterbrechen.

m Elektromotor mit $\frac{1}{2}$ Kilowatt Verbrauch, etwa 370 Watt = $\frac{1}{2}$ Pferdestärke leistend.

n Elektrizitätszähler.

Zweckmäßig wird für die gesamte Leitungsanlage in einem Hause oder in einem Stockwerk ein Hauptschalter zum Stromunterbrechen in allen Leitungspolen verlangt, um beim Nichtbenutzen der Einrichtungen oder bei eintretender Gefahr vollständiges Abstellen der Stromzuführung zu ermöglichen. Solche Schalter erleichtern außerdem das zeitweise notwendige Untersuchen der Anlagen.

Die Art der Leitungen und des Leitungsschutzes, wofür die Vorschriften des Verbandes ebenfalls bestimmte Zeichen angeben, sind im Plan Abb. 1 nicht berücksichtigt. Für den Laien, der die Planskizze ausführen soll, genügt es, wenn er die von ihm als zusammengehörig gedachten Lampen und Geräte durch Linien verbindet, wie im Plan gezeigt ist.

Vorstehend wurde angenommen, daß Versorgungsleitungen, etwa Straßenkabel, am Gebäude vorüberführen. Kommt Stromversorgung aus einer gesonderten Maschinenanlage in Frage, so muß für die einzelnen Gebäude in vorbezeichneter Weise herzustellenden Skizzen über die Lampenverteilung eine weitere, durch Abb. 2 angedeutete Planskizze hinzugefügt werden, aus der die gegenseitige Lage der mit Strom zu

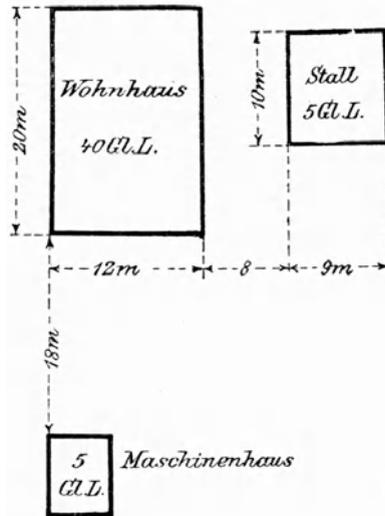


Abb. 2.

versorgenden Gebäude und des Maschinenhauses zu ersehen ist.

15. Plan der fertigen Leitungsanlage. Nach Beendigung der Arbeiten verlange man vom Unternehmer, der die Anlage ausgeführt hat, das Einzeichnen in den Grundrißplan. Angegeben müssen werden die Hauptleitungen und die wesentlichen Stromverteilungsleitungen mit ihren Querschnitten, sowie die Schalttafeln mit den auf ihnen angebrachten Schaltern und Sicherungen, so daß ihre Zugehörigkeit zu den einzelnen Räumen ersichtlich ist. Ferner sollten auf dem Plan vermerkt werden die verwendete Stromart und Spannung, desgleichen die Zahl und Art der Lampen, Motoren usw.

Vom vollständigen Einzeichnen des Leitungsnetzes in den Plan mit den Verästelungen bis zu den Lampen kann abgesehen werden.

16. Schaltbilder für Einrichtungsteile. Außer dem vorbezeichneten Leitungsplan sind für alle verwickelten Leitungsanordnungen Schaltbilder notwendig. Unter anderem gilt das für motorische Fahrstuhlbetriebe mit Schalteinrichtungen in den Stockwerken. Ohne Schaltbild würde das Instandsetzen oder Erweitern der Einrichtungen unnötigen Zeitaufwand beim Aufsuchen des Leitungsverlaufes erfordern, namentlich wenn die Leitungen nicht in allen Teilen sichtbar angeordnet sind. Das Schaltbild wird am besten neben der Betriebseinrichtung angeheftet oder es muß leicht erreichbar aufbewahrt sein. Änderungen an der Schaltung müssen im Schaltbild ungesäumt nachgetragen werden.

17. Kostenanschlag. Ein fachkundiger Auftraggeber wähle für das Entwerfen und Veranschlagen seiner elektrischen Einrichtungen einen Unternehmer, dem er auf Grund erforderlichenfalls eingezogener Auskunft Vertrauen entgegenbringen kann. Zwecklos wäre es für ihn, mehrere Unternehmer zum Kostenveranschlagen aufzufordern, falls er nicht in der Lage ist, die Angebote selbst zu beurteilen oder durch einen Sachverständigen prüfen zu lassen. Die Preisforderung ist von der Güte der in Vorschlag gebrachten Einrichtungen und von der Art des Leitunglegens in so hohem Grade abhängig, daß die niedrigste Forderung nicht ohne weiteres für die Auftrageerteilung maßgebend sein kann. Höhere An-

schaffungskosten für gut ausgeführte und zweckentsprechend angelegte Einrichtungen machen sich im Vergleich zu weniger guten billigen Anlagen durch Wirtschaftlichkeit des Betriebes bald bezahlt.

Bei Kostenanschlägen, die wesentlich voneinander abweichen, muß die Ursache des Preisunterschiedes ergründet werden. Eine hohe Veranschlagung unterscheidet sich von einer niedrigen oft weniger durch höhere Einzelpreise für gleichwertige Lieferungen als durch Veranschlagung besserer Teile und weitergehende Lieferung. Die Angebote prüfe man vor allem daraufhin, ob sie die verlangten Lieferungen vollständig enthalten, weil wegen erforderlicher Nachlieferungen unliebsame Streitigkeiten entstehen können.

Am sichersten ist es, wenn die betriebsfertige Herstellung der Anlage nebst allem Zubehör ausbedungen wird. Bei Maschinenanlagen gehören dazu: Ölkannen für das Maschinenschmieren, Behälter für das Aufbewahren des Maschinenöles und Schraubenschlüssel, bei Akkumulatorenanlagen Behälter für die Nachfüllflüssigkeit u. dgl.

Sind den die Kostenveranschlagung aufstellenden Unternehmern die örtlichen Verhältnisse nicht bekannt, oder bestehen für bindendes Veranschlagen der Arbeiten anderweitige Schwierigkeiten, so müssen Stundenlöhne für die Handwerker vereinbart werden. Die Hilfsarbeiter stellt der Auftraggeber zweckmäßiger selbst. Ferner müssen festgesetzt werden die tägliche Arbeitszeit und die Kosten für Hin- und Rückreise der Handwerker. Dahingehende stets schwierige Verrechnung erfordert das Überwachen der Arbeitszeiten durch den Auftraggeber.

Als Grundlage für die Leistung der zu veranschlagenden Maschinen und für die Ausführung der Leitungsanlagen gelten die vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Vorschriften und Normalien ¹⁾. Sie schließen auch die von den Feuerversicherungsgesellschaften für die Ausführung elektrischer Anlagen gestellten Forderungen ein. Die von Elektrizitätswerken für den Anschluß von Anlagen an ihre Versorgungsnetze erlassenen Bestimmungen sind den

¹⁾ Normalien, Vorschriften und Leitsätze des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Verlag von Julius Springer, Berlin.

Verbandsvorschriften meistens angepaßt und in einigen Teilen verschärft.

Bis zum Eintreten wieder geregelter Verhältnisse muß man sich zuweilen mit unverbindlichen unter Vorbehalt abgegebenen Kostenanschlägen begnügen.

18. Gewähr für gute Lieferung. Die von den Fabriken und Unternehmern für gelieferte Maschinen, Geräte und Leitungsanlagen unter geregelten Verhältnissen geleistete einjährige Gewähr umfaßt kostenloses Instandsetzen bei Schäden, die im regelrechten Betrieb entstehen. Um spätere Meinungsverschiedenheiten zu vermeiden, muß der Beginn der Gewährszeit unzweideutig vereinbart werden. Hierfür nimmt man am sichersten den Tag, an dem die betriebsfertige Anlage abgenommen ist, und für den die Abnahme vom Auftraggeber schriftlich bestätigt werden muß. Bei Einrichtungsgegenständen, die Arbeiten am Aufstellungsort nicht erfordern, wie es unter anderem für Kleinmotoren zutrifft, nimmt man als Beginn der Gewährszeit meistens den Tag der Anlieferung.

Soweit Ersatzstoffe (vgl. 19) bei der Lieferung in Frage kommen, über deren Dauer und Haltbarkeit längere Erfahrung fehlt, kann vom Unternehmer eine Gewähr im sonst üblichen Umfang nicht verlangt werden.

19. Ersatzstoffe. Das für elektrische Maschinen und Leitungsanlagen früher fast ausnahmslos verwendete Kupfer und die altbewährten Isolierstoffe, insbesondere Gummi, müssen für dringendere Zwecke freigehalten werden. Zum Ersatz für Kupfer dienen Leiter aus Aluminium, Zink und Eisen, zur Isolierung wird unter anderem Papier benutzt, das durch geeignete Tränkung gegen Feuchtigkeit geschützt ist.

Der Anwendung der Ersatzstoffe liegen eingehende Untersuchungen zugrunde, deren Ergebnis in den vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Bestimmungen ¹⁾ niedergelegt und für das Ausführen der Einrichtungen maßgebend ist. Dadurch wird auch bei den aus Ersatzstoffen hergestellten Teilen elektrischer Einrichtungen so weitgehende Betriebssicherheit geboten, daß dem Bei-

¹⁾ Ausnahmebestimmungen während des Krieges, herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker E. V. Berlin SW 11, Königgrätzerstraße 106.

behalten der mit Ersatzstoffen hergestellten Einrichtungen auch nach dem Eintreten geregelter Verhältnisse nichts im Wege stehen wird. Manche der Ersatzstoffe haben sich jetzt schon derart bewährt, daß sie auch später vom Markte kaum verdrängt werden.

Die Leiter aus Ersatzmetall müssen wegen ihrer geringeren Leitfähigkeit im Vergleich zu Kupfer größere Querschnitte erhalten, so daß auch die Maschinen bei gleicher Leistung größer werden. Um aber das Vergrößern der Maschinen und das Verstärken der Leitungen in angemessenen Grenzen zu halten, wurden in den Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker höhere Erwärmungen der Maschinen und Leiter durch Strombelastung zugelassen.

Verbindet man mit dem Befolgen der genannten Bestimmungen beim Ausführen der Anlagen sorgfältiges Instandhalten, so läßt sich trotz der kurzen Erfahrungen mit den Ersatzstoffen eine genügende Betriebssicherheit erreichen. Nur bei Anlagen, für deren Betrieb weitestgehende Gewähr gegen Störungen verlangt werden muß, ist es geboten, Kupfer und altbewährte Isolierungen statt der Ersatzstoffe zu verwenden.

20. Auftragerteilung. Beim Auftragerteilen muß Wert darauf gelegt werden, daß der Auftraggeber und der Unternehmer über den Umfang der zu bewirkenden Lieferungen sich klar sind. In den meisten Fällen, soweit es in ungewöhnlichen Zeiten möglich ist, empfiehlt es sich zu vereinbaren, daß die Einrichtungen für den veranschlagten Gesamtpreis betriebsfertig abgeliefert werden müssen. Dadurch wird ein bei der Abrechnung leicht Streitigkeiten veranlassendes Aufmessen der Leitungen und Zählen der Zubehörteile vermieden. Nur wenn die Leitungsanlage, die Lichtstellen und anderweitigen Stromverbraucher wesentliche Änderungen gegenüber dem Kostenanschlag erfahren haben, muß der Mehraufwand an Leitungen, Apparaten und Arbeitszeit auf Grund vereinbarter Einzelpreise gesondert verrechnet werden. Zu letzterem Zweck ist es notwendig, daß der Kostenanschlag die Einzelpreise enthält.

Für das Anliefern der Maschinen, Geräte und Leitungen sowie für den Arbeitsbeginn müssen bestimmte Zeitpunkte vereinbart werden. Wegen ungehinderten Fortganges der

Arbeiten lege man Gewicht darauf, daß vor Beginn der Arbeiten die sämtlichen Gegenstände angeliefert sind. Handelt es sich um Einrichtungen in Neubauten, so vereinbare man, daß die Ausführung der elektrischen Einrichtung den Bauarbeiten angepaßt wird. Inwieweit dabei Teile der elektrischen Einrichtung besser während der Rohbauarbeiten oder später ausgeführt werden, ist unter 4 gesagt.

Sind die Arbeiten nicht durch anderweitige Umstände an bestimmte Zeit gebunden, so wähle man für die Ausführung Frühjahr oder Sommer. In diesen Zeiten sind die Unternehmer weniger beansprucht, so daß auf die Zuteilung besserer Handwerker und auf sorgfältigere Überwachung der Arbeiten gerechnet werden kann, als in den Zeiten reger Beanspruchung der Unternehmer gegen Beginn größeren Lichtbedarfs im Herbst. Im Herbst und insbesondere im Winter ist außerdem die kürzer dauernde Tagesbeleuchtung den Arbeiten hinderlich.

Werden mehrere Unternehmer mit gegenseitig abhängigen Arbeiten an elektrischen Einrichtungen beschäftigt, so Sorge man für zweckentsprechendes Zusammenarbeiten. Die von den verschiedenen Seiten gelieferten Teile müssen zusammenpassen und erforderlichenfalls einheitlich wirken. Um den damit verbundenen Schwierigkeiten zu entgehen, überträgt man besser die gesamten Arbeiten einem Hauptunternehmer, der für die betriebsfertige Ablieferung der vollständigen Anlage verantwortlich gemacht wird.

Neben der Vereinbarung etwaiger Sonderbestimmungen mache man beim Auftrage teilen das Befolgen der Vorschriften und Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zur Bedingung.

21. Beaufsichtigung der Arbeiten. Durch Beaufsichtigen des Leitungslegens und Aufstellens der Maschinen und Geräte gewinnt auch der Nichttechniker einen für spätere Unterhaltung der Anlage ihm zustatten kommenden Einblick in die Einrichtungen. Er kann sich dadurch die Fähigkeit zum Beurteilen auftretender Störungen aneignen und gegebenenfalls notwendige Abhilfe fördern, indem er herbeigerufenen Handwerkern die beim Auftreten der Störung gemachten Wahrnehmungen bekannt gibt. Bei klei-

nen Schäden wird er unter Umständen selbst Abhilfe schaffen können. In letzterer Hinsicht muß vor unüberlegten Versuchen gewarnt werden, weil sie den Schaden leicht vergrößern und weitere Gefahr herbeiführen können.

22. Hilfeleistung bei den Aufstellungsarbeiten. Ist ein Wärter für das spätere Bedienen einer neu zu errichtenden elektrischen Anlage bestimmt, so sollte er bei der Ausführung zur Hilfeleistung beigegeben werden, damit er Einblick in die Einrichtungen gewinnt und das zu übernehmende Instandhalten erlernt. Zu den Arbeiten des Wärters einer Stromverteilungsanlage gehört das Instandhalten der Elektromotoren nebst Anlassern, das Reinigen der Lampen, Einsetzen der Kohlestifte in die Bogenlampen und das Auswechseln schadhafte gewordenen Glühlampen, ferner das Instandhalten der Leitungsanlage, indem Isolationsfehler alsbald nach dem Entstehen beseitigt und vor allem schadhafte ortsveränderliche Leitungen rechtzeitig ausgewechselt werden müssen. Bei eigener Stromerzeugung kommt der Maschinenbetrieb mit dem ebenfalls große Sorgfalt erfordernden Instandhalten hinzu. Ein anständiger Wärter wird es durch die Hilfeleistung bei den Ausführungsarbeiten leicht so weit bringen, daß er diesen Anforderungen genügt und die Anlage dauernd in gutem betriebssicheren Zustand erhalten kann.

23. Abnahme der fertigen Anlage. Nach dem Fertigstellen einer Anlage lasse sich der Auftraggeber oder sein Vertreter alle Einzelheiten der Einrichtung erklären. Dabei lege man Gewicht darauf, das Handhaben der Schalter, Einsetzen der Sicherungen sowie die Hauptregeln für das Bedienen der Lampen und Elektromotoren kennen zu lernen. Die Maschinen, Transformatoren und übrigen Teile der Einrichtung werden einem Probetrieb nach Maßgabe der beim Auftrager teilen gestellten Bedingungen unterzogen. Akkumulatoren werden nach vorschriftsmäßigem Laden daraufhin geprüft, ob sie bei der vorgeschriebenen Stromstärke die ausbedungene Entladedauer haben.

Für die Abnahme sind die vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Vorschriften maßgebend, unter anderem die Normalien für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren.

Eine vollständige Nachprüfung neu gelieferter Maschinen nach den langwierige Untersuchungen vorschreibenden Normalien sollte nur in besonderen Fällen, bei großen Anlagen und ernstesten Streitigkeiten, verlangt werden. Für gewöhnlich kann man sich am Aufstellungsort der Maschinen und Transformatoren mit weniger eingehenden Prüfungen um so mehr begnügen, als die in Frage kommenden Teile der Anlage in der Regel nach vielfach erprobten Modellen gebaut und in der Fabrik eingehender Prüfung unterzogen sind. Eine weitere Sicherheit für den Anlagen-Inhaber besteht in der von der Fabrik unter regelrechten Verhältnissen meist gegebenen einjährigen Gewähr gegen Schäden (vgl. 18).

Beim Probetrieb, der den jeweiligen Anforderungen angepaßt wird, müssen alle Lampen, Motoren und sonstigen Stromverbraucher eingeschaltet sein. An den Maschinen beobachtet man die Erwärmung der Wickelung und der Lager. Bei den sich erwärmenden Widerständen muß nachgesehen werden, ob sie in erforderlichem Abstand von entzündlichen Gegenständen angebracht sind. Da die gleichbleibende Höchsterwärmung der Maschinen erst nach längerer Zeit eintritt, so beträgt die Dauer des Probetriebs, je nach der Größe der Maschinen, 2—6 Stunden.

Die für Maschinen und Apparate etwa bestehenden Bedienungsvorschriften fordere man von dem Lieferanten, um danach das Bedienen und Unterhalten der Anlage zu überwachen. Am besten werden die Vorschriften in der Nähe der in Frage kommenden Maschinen und Apparate aufgehängt.

24. Ersatzteile. Die Menge der für eine elektrische Anlage bereit zu haltenden Ersatzteile ist von den Ansprüchen an die Betriebssicherheit und häufig auch davon abhängig, ob man die Teile an Ort und Stelle beschaffen kann oder von auswärts beziehen muß.

In Beleuchtungsanlagen müssen Glühlampen und Sicherungspatronen bereit liegen. Wird bei Elektromotoren großer Wert auf ununterbrochenen Betrieb gelegt, so müssen ein Ersatzanker und Magnetspulen außer den im übrigen nötigen kleinen Zubehörteilen, den Bürsten und Bürstenhaltern vorhanden sein. Bei weitergehenden Ansprüchen wird am besten ein vollständiger Ersatzmotor beschafft, der sich

ohne weiteres an die Stelle eines beschädigten Motors bringen läßt.

In umfangreichen Betrieben kann auf beste Bereitschaft und nicht zu großen Bestand des Ersatzlagers dadurch hingewirkt werden, daß man die Anlagen nach einheitlichen Grundsätzen ausführt, namentlich die Elektromotoren von der gleichen Fabrik und soweit zugänglich gleichgroß nimmt.

25. Nachbestellungen müssen zur Erlangung pünktlicher Ausführung von genauen Unterlagen begleitet sein. Zu dem Zweck empfiehlt es sich, die Anzeigen und Rechnungen über gelieferte Maschinen und Geräte geordnet aufzubewahren, um bei Nachbestellung die von der Fabrik geführten Bezeichnungen und Nummern verwerten zu können. Fehlen solche Anhalte, so werden am besten die Aufschriften an den Maschinen (Leistungsschild) und Geräten im Bestellschreiben wiedergegeben, erforderlichenfalls Skizzen mit eingeschriebenen wesentlichen Maßen angefertigt. Auch das Beilegen von Mustergegenständen kann zweckmäßig sein, z. B. bei einer Kohlebürsten-Bestellung das Mitsenden einer abgenutzten Bürste.

Die Aufträge werden am zweckmäßigsten den mit der Lieferung der Einrichtungen betraut gewesenen Unternehmern erteilt, weil anderenfalls keine Gewähr für genaue Nachlieferung besteht.

26. Handhaben der Einrichtungen durch Fachkundige muß streng nach den dafür gegebenen Anleitungen geschehen. Unüberlegte Eingriffe an Lampen, Maschinen und Geräten müssen vermieden werden. Durch leichtfertiges Behandeln elektrischer Einrichtungsgegenstände geht ihre sonst große Betriebssicherheit verloren, es kann Feuergefahr und schädlicher Stromübergang durch den Körper entstehen; letzteres ist namentlich in feuchten Räumen, also auch in Koch- und Waschküchen, möglich. Findet man Schäden an elektrischen Einrichtungsgegenständen, so muß baldige Abhilfe veranlaßt werden. Reinhalten der elektrischen Einrichtungsgegenstände ist notwendig, weil die Lichtwirkung der Lampen durch Staubablagerung leidet und die Betriebssicherheit von Maschinen und Geräten durch Verschmutzen beeinträchtigt wird.

27. Notwendigkeit zeitweiser Untersuchung der Anlagen. Die Betriebs- und Feuersicherheit elektrischer Anlagen ist nicht weniger von der Güte der anfänglich beschafften Einrichtung als von deren Instandhaltung abhängig. Zeitweise Untersuchungen zwecks Instandsetzen beschädigter Teile elektrischer Anlagen sind um so notwendiger, als entstandene Schäden sich im Leuchten der Lampe und im Betrieb der Motoren nicht immer bemerkbar machen, selbst wenn sie ernste Gefahren einschließen. Hierauf müssen namentlich nicht technisch gebildete Besitzer elektrischer Anlagen aufmerksam gemacht werden, weil sie nur zu leicht die Gefahren mangelhaft unterhaltener elektrischer Anlagen unterschätzen. Elektrische Anlagen besitzen nur in gut unterhaltenem Zustand die ihnen mit Recht nachgerühmte Betriebs- und Feuersicherheit.

Die unvermeidliche Abnutzung der einzelnen Teile einer elektrischen Anlage ist von der Art der Leitungen und der übrigen Ausführung, sowie von der Benutzungsart der Räume, in denen sich die Anlagen befinden, abhängig. Die Häufigkeit der Untersuchung muß daher den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden. Zum Beispiel erfordern Leitungsanlagen in Räumen, woselbst sich explosive Gase ansammeln oder leicht brennbare Gegenstände lagern, besonders häufiges Untersuchen. Ferner muß man unterscheiden, ob die Leitungen durch die Benutzung der Räume leicht beschädigt werden, oder ob Beschädigung der Leitungen weniger zu befürchten ist. Bei wichtigen und besonders gefährdeten Anlagen ist alljährliche Untersuchung unter Umständen zu wenig, während man bei anderen Anlagen, etwa bei den elektrischen Einrichtungen in Wohnungen, woselbst die Leitungen weniger beschädigt werden, mit dem Wiederholen der Untersuchung mehrere Jahre warten kann. Immerhin darf man auch in letzterer Hinsicht nicht zu sorglos sein, namentlich wenn die Anlagen ausschließlich von Laien benutzt werden, die entstandene Schäden selten beachten. Vor allem halte man darauf, daß die in Wohnungen viel verwendeten Schnurleitungen für ortsveränderliche Stromverbraucher, sobald sie beschädigt sind, ausgetauscht werden.

Das Untersuchen neuer Anlagen durch einen Sach-

verständigen, der nicht beim Ausführen der Einrichtungen mitgewirkt hat, kommt nur bei berechtigtem Mißtrauen gegen den ausführenden Unternehmer in Frage. Wird ein Nachprüfen der Einrichtungen aus solchem Anlaß notwendig, so bemühe man sich um die Wahl eines bewährten und unparteiischen Sachverständigen, damit nicht etwa durch zu weit gehende Forderungen an den Unternehmer unerquickliche Streitigkeiten entstehen.

28. Maßnahmen für das Untersuchen und Instandhalten der Anlagen. Das Wichtigste für gutes Instandhalten elektrischer Anlagen ist ein mit fachmännisch gewandtem Blick zeitweise vorzunehmendes Besichtigen aller Teile der Anlage und das erforderlichenfalls folgende Beseitigen von Mängeln. Erst in zweiter Linie stehen die ebenfalls nicht zu versäumenden Isolationsmessungen. Sich mit dem Beseitigen von Isolationsfehlern zu begnügen und den übrigen Zustand einer Anlage unberücksichtigt zu lassen, wozu hier und da Neigung besteht, wäre verfehlt. Schäden an Anlagen lassen sich mindestens ebenso häufig mit dem Auge wahrnehmen wie durch Isolationsmessungen feststellen.

Am besten wird eine Anlage dauernd in gutem Zustand erhalten, indem man entstandene Schäden alsbald beseitigt. Das ist aber nur bei größeren Anlagen möglich, bei denen es sich lohnt, einen derartiger Instandhaltung gewachsenen, genügend verlässlichen Wärter zu halten und für dessen Beaufsichtigung durch einen erfahrenen Techniker zu sorgen. In kleinen Anlagen werden dagegen für die Betriebsführung meist Wärter verwendet, die keine Gewähr für verlässliches Instandhalten der Einrichtungen bieten. Bei den an die Leitungsnetze von Elektrizitätswerken und Blockstationen angeschlossenen Anlagen ist für das Instandhalten überhaupt niemand vorhanden, weil der Umfang solcher Anlagen dauerndes Beaufsichtigen im allgemeinen nicht erfordert.

Für zeitweises Untersuchen und Instandsetzen der Anlagen gibt es zwei Wege: Entweder bedient man sich eines beratenden Ingenieurs, der die Anlage zu untersuchen und die Beseitigung gefundener Mängel zu veranlassen hat, oder man überträgt das Untersuchen und

Instandsetzen einem verlässlichen elektrotechnischen Unternehmer.

Die Zuziehung eines beratenden Ingenieurs empfiehlt sich, wenn die Mängel durch die für den Betrieb der Anlage angestellten Maschinisten und Mechaniker beseitigt werden können, diese Angestellten aber keine Gewähr bieten, alle Mängel selbst zu finden. Dabei wird gleichzeitig erreicht, daß die eigenen Anlagenwärter durch die von sachverständiger Seite zeitweise vorzunehmende Untersuchung zu sorgfältiger Arbeit angehalten und durch die seitens des überwachenden Ingenieurs gegebenen Anweisungen leistungsfähiger werden. In den Vereinbarungen mit einem überwachenden Ingenieur stelle man die Bedingung, daß nicht nur die Anlage untersucht, sondern auch das Instandsetzen überwacht und so lange nachgeprüft werden muß, bis die Fehler ordnungsmäßig behoben sind. Ein Gutachten über den Befund der Anlage, mit Bekanntgabe der Fehler ohne Überwachen der Instandsetzungsarbeiten, würde meistens zwecklos sein.

Haben die für den Betrieb angestellten Wärter die Fähigkeit zur Vornahme von Instandsetzungsarbeiten nicht, oder fehlt ihnen dazu die Zeit, so wird zweckmäßiger ein verlässlicher elektrotechnischer Unternehmer mit dem zeitweisen Untersuchen und Instandsetzen beauftragt. Anlagenwärter, denen die Fähigkeit zu Arbeiten an elektrischen Einrichtungen fehlt, müssen von selbständigen nennenswerten Instandsetzungen grundsätzlich ferngehalten werden, weil durch unvollkommene Arbeiten die Betriebssicherheit der Anlagen nur gefährdet wird. Dagegen steht nichts im Wege, die vorbezeichneten Wärter den Handwerkern zur Hilfeleistung beim Instandsetzen beizugeben. Zeitweise Untersuchungen und Instandsetzungen der angegebenen Art sind namentlich auch in den an die Leitungsnetze von Elektrizitätswerken und Blockstationen angeschlossenen Anlagen erforderlich, wenn eigene Wärter nicht zur Verfügung stehen. Die Untersuchungen dürfen auch in den kleinsten Anlagen nicht unterlassen werden, weil hier Fehler ebenso gefährlich werden können wie in großen Anlagen.

Sorgt man für Untersuchungen in richtigen Zeitabständen, im allgemeinen alle 1 bis 3 Jahre, so bleiben die Kosten für das Instandsetzen verhältnismäßig gering,

in der Regel geringer, als wenn man die Untersuchungen hinausschiebt und entstandene Schäden größer werden läßt. Handelt es sich um alte Anlagen, so verursacht das erstmalige Instandsetzen meist größere Kosten, die man im Interesse der Betriebs- und Feuersicherheit nicht scheuen darf. Dabei kommt es vor, daß der Auftraggeber durch die unerwartete Kostenhöhe sich übervorteilt glaubt und geneigt ist, die nächste Untersuchung und Instandsetzung einem anderen Unternehmer zu übertragen. Geschieht das, so fällt es leicht zum Schaden des Auftraggebers aus, weil ein neuer Unternehmer abermals großen Arbeits- und Zeitaufwand braucht, um sich mit der Anlage vertraut zu machen, vielleicht auch geneigt ist, durch weitergehende Änderungen an der alten Anlage neue Arbeit zu suchen. Letzteres ist um so eher möglich, als über die Grenze, inwieweit mit dem Beseitigen veralteter Einrichtungen gegangen werden soll, persönliche Ansichten maßgebend sind. Beim Instandsetzen alter Anlagen gilt der Grundsatz, daß den neuen Vorschriften nicht mehr genügende Einrichtungen nur dann beseitigt werden müssen, wenn sie die Betriebs- und Feuersicherheit gefährden. Nur in dem Sinne haben die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker rückwirkende Kraft.

Bei der Wahl des mit dem zeitweisen Untersuchen und Instandsetzen zu betrauenden Unternehmers lege man größtes Gewicht auf dessen Verlässlichkeit. Denn es handelt sich um das Beachten oft kleinlich erscheinender Maßnahmen, die nur bei gewissenhafter und sinngemäßer Anwendung der bestehenden Vorschriften zweckentsprechend erledigt werden können. Da der Umfang erforderlicher Instandsetzungen im voraus selten angegeben werden kann, so muß darauf verzichtet werden, vorweg einen Preis für die Arbeiten zu vereinbaren. Auch dieser Umstand läßt es geraten erscheinen, verlässliche Unternehmer zuzuziehen, von denen eine den bewirkten Arbeiten angemessene Kostenberechnung auch ohne vorausgegangene Vereinbarung erwartet werden kann.

29. Umbau veralteter Anlagen. Bei einer Entscheidung darüber, inwieweit veraltete elektrische Anlagen behufs Herbeiführung genügender Feuer- und Betriebs-

sicherheit umgebaut und erneuert werden müssen, folge man dem Rat bewährter Sachverständiger. Dahingehendes Begutachten sollte sich bei alten Anlagen, je nach ihrer Bedeutung, in zwei- bis vierjährigen Fristen wiederholen. Die wichtigsten der zu beachtenden Regeln sind nachstehend angegeben:

Leitungen, die nach einem seit langem nicht mehr zulässigen Verfahren mit Krampen befestigt sind, dürfen nicht im Betrieb bleiben. Die isolierenden Hüllen der alten Leitungen sind an und für sich wenig widerstandsfähig, zudem sind sie mit der Zeit mürbe und brüchig geworden. Durch geringfügige Veranlassung, durch Stoßen gegen die Befestigungsstellen oder durch Erschütterungen, kann daher Beschädigung der die Drähte umhüllenden Isolierschicht und dadurch Leitungsschluß eintreten. Am größten ist die Gefahr, wenn Mehrfachleitungen in der beschriebenen Weise befestigt sind. Fehler an solchen Leitungen verursachen oft so schwachen Stromübergang zwischen den gemeinsam befestigten Leitungen oder zwischen einer Leitung und metallischen Gebäudeteilen, daß die Leitungen durch die zugehörigen Sicherungen nicht selbsttätig abgeschaltet werden. Der dabei auftretende kleine Lichtbogen kann aber genügen, um die Umspinnung der Leitungen zu entzünden und durch diese das Feuer auf benachbarte brennbare Gegenstände zu übertragen.

Ähnlich verhalten sich abgenutzte Leitungsschnüre, wie sie oft aus Sorglosigkeit und falscher Sparsamkeit für ortsveränderliche Lampen beibehalten werden. Alle auch nur wenig beschädigten Leitungsschnüre, insbesondere die den bestehenden Vorschriften nicht genügenden Gummibandschnüre, sollten durch bessere Leitungen ersetzt werden. Das muß peinlichst befolgt werden, wenn die Leitungen mit leicht brennbaren Gegenständen, Gardinen oder Betten in Berührung kommen. Beschädigung der Schnüre wird hintangehalten, wenn man sie nicht zu lang nimmt und dadurch dem Verschlingen der Schnüre vorbeugt.

Keine Gefahr bieten die veraltet in Holzleisten verlegten Leitungen, solange die Holzleisten vollkommen trocken und unbeschädigt bleiben. Dagegen müssen in Holzleisten verlegte Leitungen, die sich an nur wenig

feuchten Stellen befinden, als gefährlich, umgehend beseitigt werden. Auch in dieser Hinsicht versäume man nicht, die Leitungsanlage zeitweise eingehend untersuchen zu lassen.

Beachtung schenke man auch den Schalteinrichtungen mit Holzunterlage, sowie veralteten Sicherungen und Schaltern. Viele der älteren Sicherungen genügen den bestehenden Anforderungen (vgl. 102) so wenig, daß ihr Ersatz durch verläßlich wirkende Apparate erste Bedingung für die Feuer- und Betriebssicherheit einer Anlage ist. Das Verwenden von Schaltern mit offen liegenden Kontakten darf nur in Räumen geduldet werden, die ausschließlich elektrotechnisch geschulten Wärtern zugänglich sind.

Man scheue sich nicht, Leitungsanlagen, die den Anforderungen an Feuer- und Betriebssicherheit nicht mehr genügen, erforderlichenfalls trotz großem Kostenaufwand erneuern zu lassen. Namentlich gilt das von den elektrischen Einrichtungen in Wohnhäusern, woselbst die Leitungen behufs jederzeit möglicher Benutzung der Lampen dauernd, auch zur Nachtzeit, unter Spannung stehen und nur in guter Ausführung geduldet werden sollten.

Die vorstehend als dringlich bezeichneten Maßnahmen können trotz der Knappheit an Leitungen, Apparaten und Arbeitskräften sinngemäß aufrecht erhalten werden, wenn man sich auf die notwendigsten Erneuerungen oder auf Instandsetzungen beschränkt, die drohender Gefahr vorbeugen.

30. Verwerten elektrischer Einrichtungsteile beim Wohnungswechsel. Die Inhaber von Mietwohnungen wünschen oft Antwort auf die Frage, in welchem Umfang die ihnen gehörigen Teile der elektrischen Einrichtung beim Wohnungswechsel verwertbar bleiben. Handelt es sich um Wohnungswechsel im gleichen Stadtbezirk, so besteht selten ein Unterschied zwischen den im Anschluß an das elektrische Versorgungsnetz benutzten Einrichtungsteilen, so daß sie überall gleicherweise mit dem Leitungsnetz verbunden werden können. Beim Übersiedeln von einem Stadtbezirk in einen anderen sind dagegen Unterschiede nicht ausgeschlossen, noch weniger beim Übersiedeln in eine andere Stadt. Dabei kommt folgendes in Betracht:

a) Die Lampenträger, Glühlichtkronen, Handlampen

u. dgl. werden im allgemeinen allpolig isoliert hergestellt und sind dann überall verwendbar, auch wenn es sich um Leitungsnetze mit einem geerdeten Pol oder einer geerdeten Phase handelt. Für Mietwohnungen sollte man nur allpolig isolierte Lampenträger nehmen, d. h. nicht mit Anschluß eines der beiden Leitungspole an den Metallkörper des Lampenträgers.

b) Die Glühlampen müssen angenähert zur bestehenden Leitungsspannung passen. Benutzt man Lampen für zu niedrige Spannung, etwa 105 Volt-Lampen bei 110 Volt Leitungsspannung, so ergibt sich größere Lichtstärke verbunden mit kürzerer Dauer der Lampen, und umgekehrt bei Lampen für zu hohe Spannung, etwa bei 110 Volt-Lampen in einem 105 Volt-Netz, zu geringe Lichtstärke, aber auch längere Dauer der Lampen. Bei Unterschieden von mehr als 5% zwischen der auf dem Lampensockel verzeichneten Spannungshöhe und der Leitungsspannung nehme man neue, zur Leitungsspannung passende Lampen.

Die Stromart, Gleich- oder Wechselstrom, ist für den Glühlampen-Betrieb ohne Einfluß.

c) Motoren eignen sich nur für die Stromart, für die sie gebaut sind. Bei Wechselstrommotoren handelt es sich noch um Einphasen- oder Mehrphasenstrom (Drehstrom) und um die Pulszahl des Wechselstromsbetriebs (vgl. 42 Abs. 2). Paßt ein Motor für die Stromart, dann muß auch die Spannung, für die der Motor gebaut ist, mit der Leitungsspannung übereinstimmen. Abweichungen von der Leitungsspannung bis 10% sind zulässig.

Ob ein Motor für den Anschluß an ein gegebenes Leitungsnetz geeignet ist, wird vorkommenden Falles am sichersten durch einen Fachmann entschieden.

d) Heizkörper. Das Verwenden von Heizkörpern, elektrischen Kochern u. dgl. ist im allgemeinen nur vom Übereinstimmen der Spannung, für die ein Heizkörper gebaut ist, mit der Leitungsspannung abhängig; Abweichungen bis zu 10% sind zulässig. Nur große, für den Hausgebrauch nicht in Betracht kommende Heizkörper haben unter Umständen eine für Drehstrom bestimmte Schaltung, sie können nur im Anschluß an ein gleichartiges Drehstromnetz wieder verwendet werden.

Erläuterungen.

31. Elektrische Strömung. Die elektrische Strömung kann mit der Wasserströmung in Rohrleitungen verglichen werden. Man denke sich zwei verschieden hoch aufgestellte Wasserbehälter B (Abb. 3), verbunden durch die Rohre R . Die durch eine Kraftmaschine angetriebene Kreiselpumpe P fördere das Wasser dauernd vom unteren in den oberen Behälter. Es entspricht dann das im Rohre R^+ dem oberen Behälter zufließende Wasser der Hinleitung des Stromes und das im Rohr R^- abfließende Wasser der Rückleitung des Stromes. Abfluß und Zuflußstutzen der Pumpe sind mit dem $+$ und $-$ Pol einer stromerzeugenden Maschine vergleichbar.

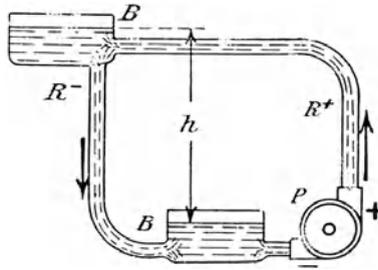


Abb. 3.

32. Stromstärke. Die Stromstärke entspricht der die Rohrleitungen R (Abb. 3) in der Zeiteinheit durchströmenden Wassermenge. Die Einheit der Stromstärke ist das Ampere, vereinbartes Zeichen: A.

$\frac{1}{2}$ Ampere ist z. B. zum Betrieb einer 50 kerzigen Metalldraht-Glühlampe bei einer Spannung von 110 Volt erforderlich.

33. Spannung. Die elektrische Spannung läßt sich mit dem in der Pumpe P (Abb. 3) erzeugten, durch das Wassergefälle h dargestellten Druck vergleichen. Die Einheit der Spannung ist das Volt, vereinbartes Zeichen: V.

Wenig mehr als 1 Volt Spannung besitzen die für den Betrieb elektrischer Klingeleinrichtungen verwendeten galvanischen Elemente. Für Beleuchtungsbetriebe dienen 110–220 Volt. Elektrische Straßenbahnen werden gewöhnlich mit 500 Volt betrieben. Bei Übertragung auf große Entfernung verwendet man Wechselstrom von vielen Tausend Volt.

Je nach der Höhe der Spannung unterscheidet man:

a) **Niederspannungsanlagen.** Die Gebrauchsspannung, d. h. die für den Betrieb verfügbare Spannung, zwischen irgend einer Leitung und Erde beträgt nicht mehr als 250 Volt.

Eine Dreileiteranlage (vgl. 112 b) mit $2 \cdot 220$ Volt Spannung gilt als Niederspannungsanlage, wenn der Mittelleiter geerdet, d. h. leitend mit der Erde verbunden ist. Dabei kann an keiner Stelle des Leitungsnetzes zwischen einem der beiden Außenleiter und Erde die Spannung höher sein als 220 Volt.

b) **Hochspannungsanlagen.** Hierzu gehören alle die vorbezeichnete Spannungsgrenze überschreitenden Starkstromanlagen.

34. Leitungswiderstand. Die elektrischen Leiter setzen dem sie durchfließenden Strom Widerstand entgegen, ähnlich wie eine Rohrleitung dem sie durchfließenden Wasser. Bei unveränderlichem Wasserdruck ist der Wasserfluß in einer Rohrleitung um so schwächer, je enger und länger die Rohrleitung, ferner je größer die Reibung an den Rohrwandungen ist, also je größeren Widerstand die Rohrleitung dem Wasserfluß entgegensetzt. Gleicherweise ist der Widerstand eines elektrischen Leiters um so größer, je kleiner der Querschnitt und je länger der Leiter ist. Außerdem ist der elektrische Widerstand von der Art des Leitermetalls abhängig, er ist bei Kupfer unter sonst gleichen Verhältnissen sechsmal kleiner als bei Eisen. Die Einheit des Widerstandes ist das Ohm.

35. Verbrauch und Leistung. Einheit ist das Watt (W); es ergibt sich aus dem Produkt von Spannung und Stromstärke, wenn man von der Abweichung (Phasenverschiebung) bei Wechselstrombetrieb absieht. Als praktische Einheit dient der 1000fache Wert, das Kilowatt (kW).

Von Verbrauch spricht man, wenn Watt aufgenommen werden. Eine 25 kerzige Metalldrahtlampe nimmt bei 110 Volt Spannung eine Stromstärke von 0,25 Ampere auf, sie verbraucht somit $110 \cdot 0,25 = \text{rd. } 30$ Watt.

Die Bezeichnung Leistung wird vornehmlich für die Abgabe von Watt gebraucht, aber auch allgemein ohne zu unterscheiden, ob es sich um Aufnahme oder Abgabe

von Watt handelt. Sagt man, ein Stromerzeuger leistet 100 Kilowatt, so heißt das, daß er an seinen Klemmen 100 Kilowatt abgibt.

Mechanische Leistung wird ebenfalls in Kilowatt oder in der älteren Einheit, in Pferdestärke (PS), angegeben. Eine Pferdestärke ist gleich 0,736 Kilowatt, wenn man sich die Umwandlung von mechanischer in elektrische Leistung verlustlos denkt. Ein 10 kW-Elektromotor ist demnach gleichwertig mit einem Motor von $\frac{10}{0,736} = \text{rd. } 14 \text{ PS}$; der Motor leistet an seiner Welle oder Riemscheibe 10 kW. Die Aufnahme an den Klemmen, der Verbrauch, ist um die im Motor auftretenden Verluste größer; ein Motor, der 10 kW = rd. 14 PS leistet, verbraucht rd. 11 kW.

36. Elektrische Arbeit. Die elektrische Arbeit wird berechnet durch Multiplikation der Leistung in Watt mit der Zeitdauer der Leistung. Einheit ist die Wattstunde oder der 1000fache Wert, die Kilowattstunde (kWh).

Die Kilowattstunde bildet die Grundlage für das Bezahlen des Stromverbrauchs. Eine 25kerzige Metalldrahtlampe verbraucht bei der Durchschnittsbenutzung des Anschlußwertes in Wohnungen jährlich etwa 30 Watt · 300 Stunden = 9000 Wh oder 9 kWh.

Zum Vergleich des Wertes der elektrischen Arbeit mit anderen Arbeitsformen dienen nachstehende Zahlen:

- 1 kWs (Kilowattsekunde) ist gleichwertig mit der mechanischen Arbeit von 102 kgm (Kilogrammmeter), d. i. die Arbeit, mit der ein Gewicht von 102 kg 1 m hoch gehoben wird.
- 1 kWh (Kilowattstunde) = 3600 kWs (Kilowattsekunden) ist notwendig, um $102 \cdot 3600 = \text{rd. } 367\,000$ Kilogramm oder 367 Tonnen 1 m hoch oder 367 Kilogramm 1000 m hoch zu heben.
- 1 kWh (Kilowattstunde) ist gleichwertig mit der Wärmearbeit von 864 kcal (Kilokalorien), die notwendig ist, um die Temperatur von 864 l Wasser um 1° C zu erhöhen.
- 1 PSs gleich 75 kgm gleich 0,736 kWs oder 736 Ws ist gleich der Arbeit, mit der 75 kg 1 m hoch gehoben werden.

37. Elektrizitätsmenge. Einheit der Elektrizitätsmenge ist bei Gleichstrom die Amperestunde. Das ist die Elektrizitätsmenge, die sich ergibt, wenn 1 Ampere während der Dauer einer Stunde fließt.

Leuchtet eine Glühlampe, die im Betrieb 0,3 Ampere aufnimmt, eine Stunde lang, so beträgt der Stromverbrauch 0,3 Ampere · 1 Stunde = 0,3 Amperestunden.

Ist die Spannung einer Gleichstromanlage unveränderlich, so ist die Elektrizitätsmenge dem Arbeitsverbrauch proportional. Bei Entnahme elektrischer Arbeit genügt in diesem Falle ein Zählen der Amperestunden.

38. Anforderungen an die Stromleitungen. Von einer Stromleitung wird verlangt, daß sie gut leitet und gut isoliert ist. Ersteres bezweckt das Vermeiden übermäßig großer Arbeitsverluste in den Leitungen und wird am besten durch Stromleitungen aus gut leitenden und genügend dicken Kupferdrähten erreicht. Infolge des Kupferbedarfs für dringendere Zwecke werden aushilfsweise Aluminium-, Zink- und Eisenleiter verwendet. Die Isolierung der Leitungen ist notwendig, damit der Strom seinen Weg durch die Leitungen nimmt und Stromentweichung in andere mehr oder weniger gut leitende Körper, in feuchte Mauern, Gas- und Wasserrohre, vermieden wird. Zur Leitungsisolierung dienen Umhüllungen der Drähte mit Nichtleitern und das Befestigen der Leitungen auf isolierenden Unterlagen, auf Isolierglocken, Porzellanrollen u. dgl.

39. Isolationsprüfung. Das Prüfen der Isolation, das zur Überwachung der Anlagen in großen Betrieben dauernd geschieht, kann auch bei kleinen Anlagen nicht ganz entbehrt werden. Vor allem sind Isolationsprüfungen notwendig, wenn sich Fehler zeigen oder vermutet werden, z. B. Sicherungen wiederholt durchschmelzen. Bei Leitungsanlagen in Wohnungen, die nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt und meist von den Angestellten des Elektrizitätswerkes nach der Fertigstellung abgenommen sind, ist für längere Zeit keine Abnahme des Isolationszustandes zu befürchten, wenn nicht außergewöhnliche Schäden, etwa durch Feuchtigkeitseinwirkung, auftreten. Außer der bei solchen Beschädigungen baldigst notwendigen Isolationsmessung empfiehlt es sich, die Isolation

nach Verlauf einiger Jahre durch einen Sachverständigen prüfen zu lassen.

Die Isolationsprüfung besteht im Untersuchen, ob Strom aus der Leitung in die Erde, in feuchte Mauern oder in das Eisengerüst von Gebäuden entweicht. Das Meßgerät kann, statt zum Ablesen der Stromstärke, zur unmittelbaren Angabe des Isolationswiderstandes eingerichtet sein. Das Verfahren beim Isolationsprüfen ist durch

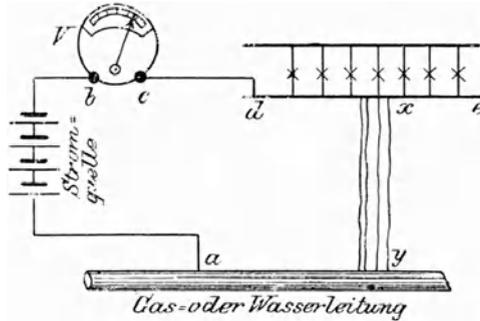


Abb. 4.

Abb. 4 dargestellt. Eine Stromquelle wird einerseits an Erde gelegt, etwa bei a mit einer benachbarten Gas- oder Wasserleitung verbunden, und andererseits an die Klemme b des Meßgeräts V angeschlossen. Wird von der anderen Klemme c des Meßgeräts aus ein Draht nach der zu untersuchenden Leitung $d e$ gezogen, so ist der Stromkreis $a b c d$ durch die den Isolationsfehler verursachende Erdschlußstrecke $x y$ geschlossen und die auftretende Stromstärke durch deren Widerstand bedingt. Erdschluß kann entstehen, wenn die Lichtleitung $d e$ an einer feuchten Mauer anliegt, die dann den Stromübergang auch auf die vorbezeichnete Gasleitung übermittelt.

40. Stromrichtung und Polbezeichnung.

Ein galvanisches Element, etwa hergestellt durch Eintauchen einer Kupfer- und einer Zinkplatte in verdünnte Schwefelsäure (Abb. 5), hat am Kupfer die positive (+) und am Zink die negative (-) Klemme.

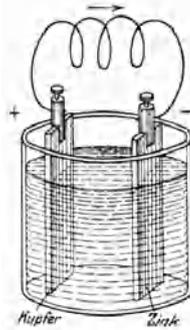


Abb. 5.

Verbindet man die Klemmen durch einen Draht, so wird er in der Richtung des in Abb. 5 angegebenen Pfeils vom Strom durchflossen.

An Stromerzeugern ist demnach derjenige Pol positiv (+), von dem der Strom ausgehend den äußeren Stromkreis durchfließt. Der entgegengesetzte Pol ist negativ (-). An den für Aufnahme elektrischen Stromes bestimmten Stromverbrauchern, z. B. Bogenlampen wird diejenige Klemme mit (+) bezeichnet, die mit dem + Pol des Stromerzeugers oder der zugehörigen Leitung verbunden werden soll. Der Strom tritt somit an der mit + bezeichneten Klemme in die Lampe ein.

In Gleichstrombetrieben wird die mit dem + Pol der Maschine verbundene Netzleitung mit P und die mit dem - Pol verbundene Leitung mit N bezeichnet.

In Wechselstromanlagen fehlen Polzeichen wegen des fortwährenden Wechsels der Stromrichtung. Die Netzleitungen in Drehstrombetrieben erhalten die Bezeichnungen R, S und T.



Abb. 6.

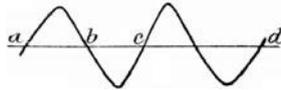


Abb. 7.

41. Gleichstrom. Der Strom fließt in gleicher Richtung und bei gleichbleibendem Widerstand des Stromkreises in gleicher Stärke, läßt sich sonach durch eine Gerade ab (Abb. 6) darstellen.

42. Wechselstrom. Der Strom wechselt in kurzen Zeiträumen die Richtung. Für Einphasenstrom ist das in Abb. 7 durch die den Stromverlauf darstellende Wellenlinie gezeigt. Denkt man sich in Abb. 7 oberhalb der geraden Linie die positive und unterhalb die negative Stromrichtung, so ergibt sich aus der Wellenlinie $abcd$, daß der Strom von dem Nullwert bei a anfangend zu einem positiven Höchstwert ansteigt und dann abfallend bei b den Nullwert wieder erreicht. Von da ab beginnt das gleiche Spiel auf der negativen Seite zwischen b und c . Die bei den in Deutschland gebauten Maschinen sich ungefähr 50 mal in der Sekunde, wiederholende Welle ac nennt man eine Periode und die Anzahl der Perioden in der Sekunde Frequenz oder Pulszahl. Man sagt die Maschine hat eine Frequenz gleich 50 oder 50 Pulse.

Für Lichtbetrieb ist die Pulszahl gleichgültig, wenn sie nicht unter ein Mindestmaß, etwa unter 25 Pulse, sinkt, wobei das Licht flimmert. Bei Drehstrommotoren ist die Drehzahl von der Pulszahl abhängig. Motoren können im allgemeinen nur für die Pulszahl verwendet werden, für die sie gebaut sind.

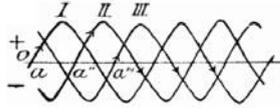


Abb. 8.

Bei Drehstrom (Dreiphasenstrom) bestehen drei in ihrer zeitlichen Folge gegeneinander verschobene, in drei Leitungen verlaufende Wechselströme. Wie in Abb. 8 dargestellt ist, geht zuerst der Strom I in a von der $-$ Richtung durch o in die $+$ Richtung über, dann der Strom II bei a'' und noch später der Strom III bei a''' .

43. Gleichstrom- und Einphasenstromschaltungen.

a) Hintereinanderschaltung oder Reihenschaltung. Die Lampen oder anderweitigen Stromverbraucher bilden, wie Abb. 9 zeigt, eine ununterbrochene Reihe; die Enden der Reihe sind an die spannungsführenden Klemmen P und N angeschlossen. Die hintereinander geschalteten Lampen werden von gleichstarkem Strom durchflossen.

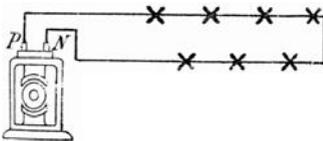


Abb. 9.

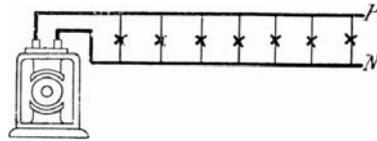


Abb. 10.

b) Parallelschaltung. Die Lampen sind an die gemeinschaftlichen Leitungen P und N angeschlossen (Abb. 10), aus denen sich der Strom in den Lampen verteilt. Das Parallelschalten ist am gebräuchlichsten, weil dabei die Stromverbraucher unabhängig von einander ein und ausgeschaltet werden können.

44. Drehstromschaltungen.

a) Dreieckschaltung. Die Lampen (x Abb. 11), werden unmittelbar zwischen die Phasenleitungen R und S ,

oder S und T , oder T und R , oder zwischen ihre Abzweigungen geschaltet, wie letzteres an den Lampen y gezeigt ist.

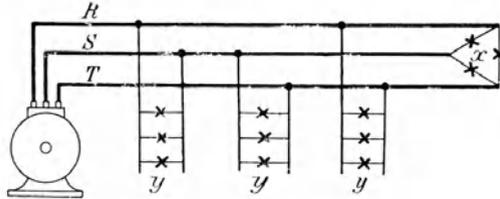


Abb. 11.

b) Sternschaltung. Die Lampen (Abb. 12) sind nur mit einer Klemme an eine der drei Phasenleitungen R , S oder T angeschlossen und die entgegengesetzten Klemmen von je drei Lampen im neutralen Punkt o vereinigt, oder es wird der neutrale Punkt zu einem Ausgleichleiter O erweitert. Letzterer kann bis zum neutralen Punkt der Maschine oder des Transformators geführt werden.

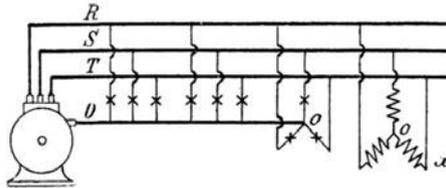


Abb. 12.

Das Schalten zwischen den neutralen Leiter, der geerdet wird, und eine der drei Phasenleitungen ist nur für Lichtbetrieb gebräuchlich. Motoren werden zwischen die Phasenleitungen geschaltet; es ist das in Abb. 12 bei x durch die zum Darstellen der Motorwicklung benutzten Zickzacklinien angedeutet.

Maschinen.

45. Kraftmaschinen für Stromerzeugerantrieb. Die Wellen großer Stromerzeuger sind mit den Kraftmaschinen-Wellen unmittelbar gekuppelt. Stromerzeuger für kleine Leistungen erhalten wegen ihrer hohen Umlaufzahl im allgemeinen Riemenantrieb. Beim Antrieb durch Dampfturbinen, mit der ihnen ebenfalls eigenen hohen Umlaufzahl, ist für kleine und große Stromerzeuger unmittelbare Kuppelung der Maschinenwellen im Gebrauch.

Für Lichtbetriebe ist gleichmäßiger Gang der Kraftmaschinen erste Bedingung. Sollen Kraftmaschinen zum Stromerzeugerantrieb und gleichzeitig für anderweitige Kraftabgabe dienen, so muß untersucht werden, ob die für den Antrieb der elektrischen Maschinen erforderliche Leistung zur Verfügung steht, und ob bei elektrischer Lichtlieferung die Gleichförmigkeit des Antriebes genügt.

Die Treibriemen für Stromerzeuger müssen an den Stoßstellen sorgfältig verleimt sein, wenn die Riemenstöße keine Lichtschwankungen verursachen sollen.

46. Aufstellen der Maschinen. Der Maschinenbetrieb erfordert gut gelüftete helle Räume. Für das Zuleiten kühler staubfreier Luft und das Ableiten der erwärmten Luft muß gesorgt werden. Alle Teile der Einrichtung müssen von den Wärtern bequem erreicht und überblickt werden können. Enge Räume verhindern gutes Instandhalten der Maschinen.

Bei der Wahl des Aufstellungsortes für die Kraftmaschinen zum Stromerzeugerantrieb beachte man ferner, daß Geräusche und Erschütterungen durch die umlaufenden Teile, durch die Kolbenstöße der Maschinen und durch den Auspuff der Explosionsmotoren unvermeidbar sind. Um die Nachbarschaft nicht zu belästigen muß durch geeignete Anordnung der Fundamente, schalldämpfende Filzunterlagen, durch zweckentsprechende Auspuffeinrichtungen für Explosionsmotoren und dergleichen für Verminderung der Geräusche gesorgt werden.

Die von den elektrischen Maschinen selbst herrührenden Geräusche sind gering, so daß weitgehenden Anforderungen an die Ruhe des Betriebs genügt werden kann. Immerhin

können in Wohnhäusern aufgestellte Elektromotoren durch die Schwingungen des Magnetismus (pfeifender Ton), durch das Luftgeräusch (Sausen) der umlaufenden Teile oder durch den kreischenden Ton der Kohlebürsten störend wirken. Vorbeugungsmaßnahmen bestehen in der Wahl geeigneter Maschinenbauart (langsam laufende und gekapselte Maschinen), ferner im Verwenden einer schalldämpfenden Unterlage für die Maschine und eines gleichen Schutzkastens. Bei Maßnahmen letzterer Art muß dafür gesorgt werden, daß mangelnde Luftzufuhr keine übermäßige Erwärmung der Maschine verursacht. Das Erfüllen dahingehender Forderungen wird erleichtert, wenn beim Auftrageiten entsprechende Wünsche geäußert werden.

47. Stromerzeugende Maschine (Generator).

a) Gleichstrommaschine. Sie besitzt feststehende Magnete M (Abb. 13) mit den Polschuhen S und N und

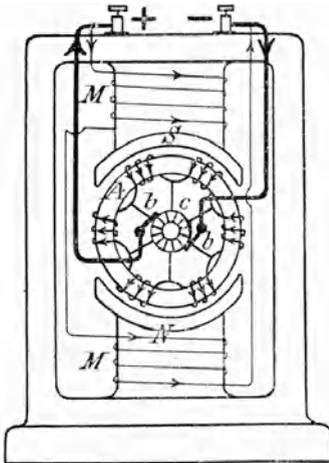


Abb. 13.

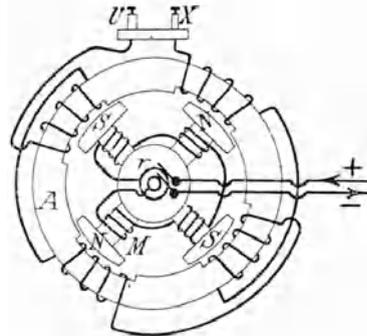


Abb. 14.

einen umlaufenden Anker A . In letzterem wird die elektrische Spannung erzeugt. Der Strom wird den auf dem Kommutator c schleifenden Stromabnehmerbürsten b entnommen. Die Magnete M sind sog. Elektromagnete, d. h. Eisenkerne, die mit isoliertem Draht umwickelt sind. Da-

durch, daß die Drahtumwickelungen (Magnetspulen) vom Strom durchflossen werden, erhalten die Eisenkerne ihre magnetische Eigenschaft.

b) Wechselstrommaschine. Bei der Wechselstrommaschine sind, im Gegensatz zur Gleichstrommaschine, meistens die Magnete mit der umlaufenden Maschinenwelle verbunden, während der Anker stillsteht. Das ist in Abb. 14 für eine Einphasenstrommaschine angedeutet. Den mit der Maschinenwelle sich drehenden Magneten M wird mit Hilfe der Schleifringe r Gleichstrom von einer anderweitigen Stromquelle aus zugeführt. Die Schaltung ist derart, daß die aufeinanderfolgenden Magnete entgegengesetztes Polzeichen besitzen. Durch das Drehen des Magnetsterns entsteht in den Drahtspulen des Ankers A elektrische Spannung, und zwar bei Bewegung der Magnete gegen die Ankerspulen in der einen und bei der Bewegung von den Ankerspulen weg in der anderen Richtung, woraus sich der in Abb. 7 durch eine Wellenlinie dargestellte Stromverlauf ergibt. Der in den Ankerspulen entstehende Strom wird den Maschinenklemmen UX und von diesen aus dem äußeren Stromkreis zugeführt.

Da bei der Wechselstrommaschine der für die Speisung der Magnete M (Abb. 14) erforderliche Gleichstrom, der Erregerstrom, nicht von den Maschinenklemmen abgenommen werden kann, so wird mit der Welle der Wechselstrommaschine eine Erregermaschine (Gleichstrommaschine) gekuppelt, oder der erforderliche Gleichstrom wird anderweitig erzeugt.

Bei der Drehstrommaschine, die ähnlich gebaut ist wie die Einphasenstrommaschine, wird durch geeignete Spulenschaltung die in Abb. 8 dargestellte Aufeinanderfolge von drei Wechselströmen erzeugt. Zur Entnahme der drei Ströme hat die Drehstrommaschine drei Klemmen.

48. Elektromotor. Im Gegensatz zur stromerzeugenden Maschine wird dem Elektromotor elektrischer Strom zugeführt. Die von der Welle des Motors ausgeübte mechanische Kraftäußerung entsteht durch die gegenseitige Wirkung der im festen und beweglichen Teil der Maschine verlaufenden Ströme.

a) Gleichstrommotor. Je nach den Betriebsbe-

dingungen werden verschiedenartige Magnetschaltungen verwendet, von denen die gebräuchlichsten nachstehend angegeben sind:

In Abb. 15 ist ein Hauptstrommotor dargestellt. W bezeichnet den in die Stromzuleitung eingeschalteten Anlasser, S den Stromzeiger und Z einen zweipoligen Schalter. Der Motor, bei dem die Magnetwicklung M und die Ankerwicklung A hintereinander geschaltet sind und demzufolge von gleichstarkem Strom durchflossen werden, besitzt in höherem Grade als der nachstehend beschriebene Nebenschlußmotor die Eigenschaft, unter hoher Belastung anzulaufen. Er unterliegt aber bei wechselnder Belastung großen Schwankungen in der Umlauf-

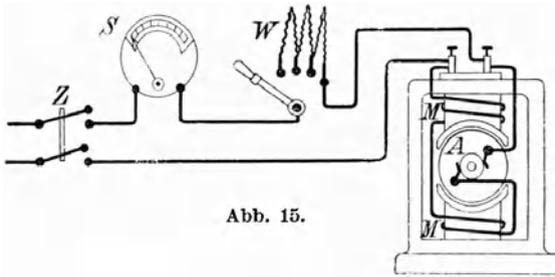


Abb. 15.

zahl, die mit steigender Belastung abnimmt. Um die Umlaufzahl des Motors zu regeln, wird ein Regulierwiderstand W in seinen Stromkreis geschaltet. Hauptstrommotoren werden verwendet, wenn Anlaufen unter großer Zugkraft, wie beim Betrieb von Straßenbahnwagen und Kränen, verlangt wird und der Motor nie unbelastet läuft. Bei unbelastetem Motor würde die Umlaufzahl zu gefährlicher Höhe ansteigen.

Beim Nebenschlußmotor (Abb. 16) ist die aus dünnem Draht bestehende Wicklung der Magnete M von den Hauptstromleitungen abgezweigt. Der Nebenschlußmotor besitzt die für viele Zwecke schätzenswerte Eigenschaft, daß er bei wechselnder Belastung nahezu unveränderte Umlaufzahl behält; vorausgesetzt ist dabei gleichbleibende Spannung im Leitungsnetz. Die Umlaufzahl von Nebenschlußmotoren kann durch Verstellen eines die Magnet-erregung beeinflussenden Regulierwiderstandes geändert

werden. Der in den Stromkreis der dünnadrätigen Magnetwicklung geschaltete, also von schwachem Strom durchflossene Regulierwiderstand ist kleiner als der für einen gleichgroßen Hauptstrommotor. Die im Regulierwiderstand eines Nebenschlußmotors auftretenden Arbeitsverluste fallen daher weniger ins Gewicht als die Verluste im Regulierwiderstand eines Hauptstrommotors.

Zum Ingangsetzen eines Motors wird der Stromkreis mit dem Schalter *Z* oder mit der Kurbel des Anlassers *W* (Abb. 15 u. 16) geschlossen und dann die Anlasserkurbel allmählich in die Endstellung verschoben, so daß die Endstellung der Anlasserkurbel erreicht wird, wenn der Motor auf volle Umlaufzahl gekommen ist. Beim Abstellen des Motors wird die Anlasserkurbel in der entgegengesetzten

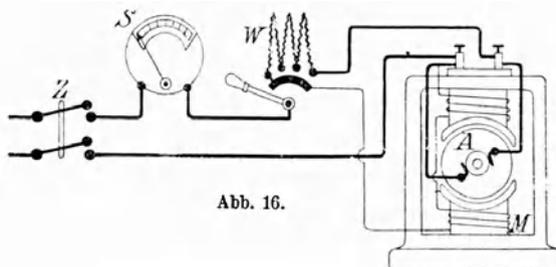


Abb. 16.

Richtung zurückgeschoben und dann der Stromkreis unterbrochen, ohne daß man abwartet, bis der Motor infolge der mittelst des Anlassers bewirkten Widerstandseinschaltung seine Umlaufzahl vermindert.

b) Wechselstrommotor. Wenn die Umlaufzahl nicht regelbar sein muß, so werden für Einphasenstrom und Drehstrom meistens Induktionsmotoren verwendet. Der umlaufende Teil, der Anker, besitzt entweder in sich geschlossene Windungen, oder die Windungen endigen in Schleifringen, deren Bürsten mit einem Anlasser *W* (Abb. 17) verbunden werden. Die Ankerwicklung hat keine Verbindung mit dem Leitungsnetz, die Stromaufnahme des Ankers erfolgt durch Transformatorwirkung (vgl. 54).

Einphasen-Induktionsmotoren sind für große Zugkraft im Anlauf, wie sie z. B. bei Aufzügen verlangt wird, ungeeignet.

Es werden dann Kommutatormotoren verwendet, die ähnlich wie Gleichstrommotoren gebaut sind. Dabei nimmt man je nach Art der Anlage Maschinen, die als Kommutatormotoren anlaufen und nach erfolgter Umschaltung als Induktionsmotoren weiterlaufen, oder solche, die auch im normalen Lauf als Kommutatormotoren betrieben werden.

Abb. 17 zeigt das Schaltbild eines Drehstrommotors, dessen Anker mit Schleifringen für das Anschließen an den Anlasser W versehen ist. Beim Anlassen des Motors muß vor dem Schließen des Hauptschalters Z die Schalt-

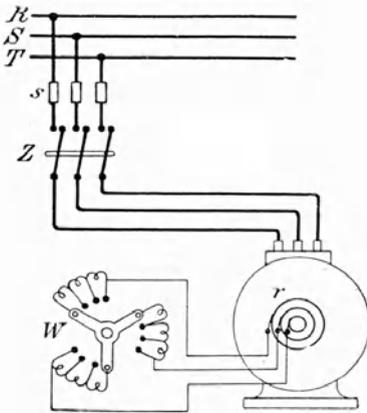


Abb. 17.

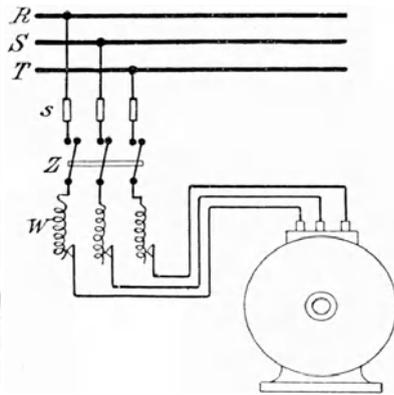


Abb. 18.

kurbel des Anlassers W in die in der Figur gezeigte Endstellung gebracht sein. Während des Anlaufes wird die Kurbel allmählich in die entgegengesetzte Endstellung nach rechts verschoben. Ausgeschaltet wird der Motor durch Öffnen des Hauptschalters Z .

Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker (Abb. 18), deren Ankerwicklung in sich geschlossen und nicht mit Schleifringen versehen ist, zeichnen sich durch Einfachheit in der Bedienung aus. Das Anlassen und Abstellen des Motors ist unmittelbar mit Hilfe eines Schalters möglich. Der in Abb. 18 angegebene, in die Stromzuleitungen eingebaute Anlasser W ist für das Anlassen des Motors an und für sich nicht notwendig, er hat den Zweck, den

Stromstoß beim Anlassen des Motors und damit die Spannungsschwankungen im Leitungsnetz zu verringern. Wegen des starken Stromstoßes beim Ingangsetzen der Motoren können sie nur bis zu Leistungen verwendet werden, bei denen die Spannung im Leitungsnetz durch das Motoranlassen nicht zu sehr beeinflußt wird. Die Motoren mit Kurzschlußanker sind nicht imstande, beim Ingangsetzen so stark anzuziehen wie die Motoren mit Anlasser im Ankerstromkreis; sie sind nur für Anlauf unter geringer Belastung brauchbar. Ist ein Anlasser W (Abb. 18) vorhanden, so müssen die Anlaßwiderstände beim Ingangsetzen des Motors nach dem Schließen des Schalters Z allmählich ausgeschaltet werden. Ist kein Anlasser vorhanden, so wird der Motor lediglich durch das Schließen und Öffnen des Schalters an- und abgestellt. Bei großen Motoren verwendet man Anlaßtransformatoren, um zu großen Stromstößen auf das Leitungsnetz beim Motoranlassen vorzubeugen.

Drehstrommotoren, bei denen die Anlaßvorrichtung in den umlaufenden Anker eingebaut ist, vereinigen die Vorteile des Anlaufens unter Belastung und einfachster Bedienung. Das Schalten der Anlaßvorrichtung nach erreichter Umlaufzahl geschieht selbsttätig. Derartige Motoren werden lediglich durch Schließen des Schalters Z (Abb. 17 und 18) angelassen und durch Öffnen des Schalters abgestellt.

Um Drehstrommotoren in der Umlaufzahl zu regeln, werden Widerstände in den Ankerstromkreis geschaltet, wie in Abb. 17 angegeben ist. Die Widerstände müssen, abweichend von den nur für vorübergehende Belastung hergestellten Anlaßwiderständen, für dauernde Strombelastung bemessen sein. Durch das Einschalten der Widerstände wird der Wirkungsgrad der Motoren verringert. Als Induktionsmotoren gebaute Einphasenmotoren lassen sich durch Regulierwiderstände in der Umlaufzahl nicht regeln.

Die Wechselstrom-Induktionsmotoren, sowohl für Einphasen- wie für Drehstrom, haben den Charakter des Nebenschlußgleichstrommotors (Abb. 16), indem sie bei wechselnder Belastung nahezu gleichbleibende Umlaufzahl

besitzen. Die Wechselstromkommutatormotoren haben in der Regel den Charakter des Hauptstrommotors für Gleichstrom (Abb. 15), indem die Umlaufzahl mit steigender Belastung stark sinkt. Wird die bei Wechselstromkommutatormotoren erreichbare große Anlauf-Zugkraft gewünscht, während beim normalen Lauf gleichbleibende Umlaufzahl verlangt wird, so wird der mit Kommutator ausgerüstete Motor beim Anlauf als Kommutatormotor geschaltet und hernach durch Umschalten als Induktionsmotor betrieben. Auch werden Wechselstromkommutatormotoren so gebaut, daß sie den Charakter von Nebenschlußmotoren für Gleichstrom (Abb. 16) haben.

c) Betriebskosten. Die Verluste im Elektromotor beim Umsetzen von elektrischer in mechanische Leistung betragen je nach der Größe des Motors 10–30% Größe, gut gebaute Motoren arbeiten mit geringerem Verlust, kleine Motoren mit höherem Verlust. Der Verbrauch verschiedener starker Motoren ist in der Betriebskosten-Tabelle (vgl. 2 b) angegeben.

Vergleicht man die stündlichen Betriebskosten eines Elektromotors bei dem für nicht umfangreichen Strombezug aus einem Elektrizitätswerk in Frage kommenden Preis der Kilowattstunde von 15–20 Pf. mit den Kosten der übrigen Kraftmaschinen, etwa der Gasmotoren unter Zugrundelegung der in Städten üblichen Gaspreise von 12–14 Pf. für 1 cbm Gas, so ergibt sich, wenn beide mit voller Leistung gleich lange im Betrieb bleiben, ein für den Elektromotor ungünstiges Verhältnis. Anders verhält es sich bei Belastungsschwankungen oder nur zeitweise beanspruchter Kraftabgabe. In diesen häufigeren Fällen macht sich die Eigenschaft des Elektromotors vorteilhaft geltend, daß sein Verbrauch der Kraftabgabe annähernd proportional ist, auch daß das An- und Abstellen des Motors mühelos geschehen kann und dadurch die Stromentnahme zeitweise ganz vermieden wird. Alle übrigen Kraftmaschinen können den Schwankungen in der Kraftentnahme nicht so weitgehend angepaßt werden, so daß der Elektromotor auch bei verhältnismäßig hohen Strompreisen wirtschaftlicher arbeitet. Dazu kommen der geringe Raumbedarf für das Aufstellen

des Elektromotors und die billige Anschaffung, auch das Fortfallen fast jeglicher Bedienung.

Weitergehende Vorzüge bietet Elektromotorenbetrieb für Großabnehmer der Elektrizitätswerke bei Strompreisen unter 10 Pf. für die Kilowattstunde.

d) Motorbauart in Abhängigkeit vom Aufstellungsort. Die Bauart der Motoren läßt sich den durch örtliche Verhältnisse gegebenen Bedingungen weitgehend anpassen. Neben den üblichen Maschinen für das Aufstellen auf dem Fußboden werden Motoren zum Anbringen an der Wand und an der Decke gebaut. Kleine Motoren erfordern kein gemauertes Fundament. Im übrigen muß beim Anschaffen von Elektromotoren, außer den unter 46 im letzten Absatz aufgeführten allgemeinen Gesichtspunkten, die Luftbeschaffenheit am Aufstellungsort beachtet werden. Für gut gelüftete, trockene und staubfreie Räume eignen sich alle mit dem üblich freien Luftzutritt zur Wickelung ausgeführte Motoren (offene Motoren). Ist der Aufstellungsort auch nur wenig feucht, so muß die Wickelung offener Motoren durch geeignete Tränkung feuchtigkeitssicher gemacht sein und das Motorgestell gegen Rosten geschützt werden. Enthält die Luft mehr Feuchtigkeit, Staub, ätzende Dämpfe oder Gase, so ist ein allseitig geschlossenes Motorgehäuse (gekapselter Motor) notwendig, um die Motorwicklung vor Beschädigung zu schützen. Das in diesem Falle gegen die umgebende Luft abgeschlossene Gehäuse ist zum Bedienen des Kommutators und der Bürsten mit abgedichteten Klappen versehen. Für Räume, in denen sich explosive Gase ansammeln, werden nach erprobten Grundsätzen gebaute Motoren mit schlagwettersicherer Kapselung und zugehörige Apparate verwendet.

Den gekapselten Motoren fehlt im Gegensatz zu offenen Motoren die Luftkühlung, die Motoren erwärmen sich daher mehr als bei offener Bauart. Um übermäßiges Erwärmen zu verhüten, darf ein gekapselter Motor im Dauerbetrieb nicht so hoch belastet werden, wie ein gleichgroßer offener Motor. Das bedingt, daß derart gekapselte Motoren größer genommen werden müssen und daher teurer sind als offene Motoren.

Soll für einen gekapselten Motor eine von der un-

mittelbaren Umgebung des Motors unabhängige Luftkühlung erreicht werden, so erhält das geschlossene Gehäuse Flanschen für Rohranschlüsse. An die Flanschen werden Rohre für die zu- und abströmende Luft angeschlossen, um eine Verbindung des Gehäuse-Innern mit der zur Motorkühlung geeigneten Außenluft herzustellen. Die erforderliche Ventilatorwirkung wird vom umlaufenden Motor besorgt. Derart gekühlte Motoren brauchen nicht größer genommen zu werden als offene Motoren. Gleiches gilt, wenn die Kapselung eines Motors lediglich zum Zweck mechanischen Schutzes ausgeführt und mit Luftöffnungen versehen ist.

e) Anordnen des Antriebes der Arbeitsmaschinen. Beim Betrieb einer größeren Zahl von Arbeitsmaschinen kann man für jede einen gesonderten Motor verwenden (Einzelantrieb) oder kleine Gruppen von Arbeitsmaschinen bilden, die durch je einen Motor mittels Wellenvorgelege angetrieben werden (Gruppenantrieb). Auf alle Fälle sollte man ausgedehnte, große Arbeitsverluste verursachende Wellen- und Riemenübertragungen vermeiden. Die Frage, ob besser Einzel- oder Gruppenantrieb angewendet wird, muß unter Zugrundelegung der jeweiligen Verhältnisse untersucht werden und kann daher im nachstehenden nur allgemein besprochen werden.

Einzelantrieb bietet den Vorteil, daß jede Maschine für sich an- und abgestellt werden kann. Durch das Fehlen von Übertragungs-Wellen und Scheiben werden die Anlagen einfacher und übersichtlicher, den Arbeitsplätzen wird durch sonst notwendige Riemen kein Licht entzogen. Infolge des Fortfallens schwerer Wellenübertragungen kann das Gebäude leichter und billiger hergestellt werden. Nachteilig ist bei Einzelantrieb, daß der Wirkungsgrad für kleine Motoren etwas geringer ist als für große. Einzelantrieb kommt vorteilhaft zur Geltung bei Kraftbedarf, der nach längeren Pausen auftritt und kurze Zeit dauert, wenn die Arbeitsmaschinen sehr schnell laufen, der Kraftverbrauch und die Umlaufzahl wechseln, wenn die Arbeitsmaschinen vereinzelt stehen oder ortsveränderlich sind. Wird sehr gleichmäßiger Lauf der Arbeitsmaschinen verlangt, so ist nur Einzelantrieb geeignet. Mit rasch laufenden Arbeitsmaschinen werden die Motoren

in der Regel unmittelbar gekuppelt. Für langsam laufende Arbeitsmaschinen müssen Zwischengetriebe verwendet werden, weil zu unmittelbarer Kupplung geeignete Motoren zu groß und zu teuer würden. Als Zwischengetriebe dienen Zahnräder oder Riemen. Will man bei Riemenantrieb kleine Motoren mit den Arbeitsmaschinen in einem Gestell vereinigen, so läßt sich das durch federnd angeordnete Vorgelege oder Riemenspannrollen erreichen.

Gruppenantrieb stellt sich in den Anschaffungskosten für den einen größeren Motor, an Stelle mehrerer kleiner Motoren, billiger als Einzelantrieb. Auch die Betriebskosten können bei Gruppenantrieb trotz der im Vergleich zum Einzelantrieb hinzukommenden Arbeitsverluste in der Wellenübertragung geringer sein, wenn die Verluste durch den höheren Wirkungsgrad des großen Elektromotors aufgewogen werden. Das ist aber nur möglich, wenn die Übertragungswellen nicht zu lang sind. Inwieweit der Wirkungsgrad größerer Motoren demjenigen kleiner Motoren überlegen ist, ergibt sich aus der Betriebskostentabelle (S. 6), nach der die stündlichen Kosten beim Grundpreis von 20 Pf. für den einpferdigen Motor 20 Pf. und für den zehnperdigen Motor nur Mk. 1,64 betragen. Die Größe des Motors wählt man tunlichst so, daß sich bei der am häufigsten vorkommenden Belastung günstigster Wirkungsgrad ergibt. Dabei können kürzer dauernde höhere Belastungen, bei denen der Motor weniger vorteilhaft arbeitet, in den Kauf genommen werden, solange der Motor durch die Überlastung nicht Schaden leidet. Gruppenantrieb ist angebracht, wenn die Arbeitsmaschinen entweder dauernd annähernd voll belastet sind, oder wenn bei wechselnder Beanspruchung der einzelnen Arbeitsmaschinen die gesamte Kraftentnahme in gewissen Grenzen gleichmäßig ist, indem sich der Kraftverbrauch durch die verschiedene Beanspruchung der einzelnen Arbeitsmaschinen ausgleicht.

49. Normalien für die Maschinenleistung. Die in Deutschland von allen gut eingerichteten Fabriken für den inländischen Verkauf gebauten Maschinen waren unter geordneten Verhältnissen ausnahmslos nach den vom Verband Deutscher Elektrotechniker angenommenen „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Ma-

schinen und Transformatoren“¹⁾ bemessen. Für die jetzt zum Bau der Maschinen eingeführten Ersatzstoffe bestehen ebenfalls Bestimmungen des genannten Verbandes (vgl. 19). Die den Normalien und den sie ergänzenden Bestimmungen für Ersatzstoffe entsprechende Maschinenleistung ist auf dem Leistungsschild (vgl. 50), das jede Maschine trägt, verzeichnet. Sonach kann damit gerechnet werden, daß man von bewährten Fabriken in elektrotechnischer Hinsicht ungefähr gleichwertige Maschinen erhält.

50. Leistungsschild. Auf dem Leistungsschild der Maschinen und Transformatoren ist unter anderem angegeben bei Gleichstromerzeugern die Leistung in Kilowatt (kW), bei Wechselstromerzeugern die Leistung in Kilovoltampere (kVA) nebst Leistungsfaktor. Der Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) ist der Zahlenwert mit dem bei Wechselstrommaschinen, das Produkt aus Stromstärke und Spannung multipliziert werden muß, um die Leistung in Kilowatt zu erhalten. Die mechanische Leistung von Motoren ist in Kilowatt (kW) oder in Pferdestärken (PS) angegeben, $0,736 \text{ kW} = 1 \text{ PS}$ (vgl. 35). Außerdem sind angegeben die Umlaufzahl und bei Wechselstrommaschinen die Frequenz (vgl. 42), ferner die Spannung und Stromstärke.

Da die Belastung der Maschinen und Transformatoren verschieden hoch zulässig ist, je nachdem es sich um dauernden oder vorübergehenden Betrieb handelt, so werden folgende Betriebsarten unterschieden:

a) Dauerbetrieb, bei dem die Belastung der Maschine oder des Transformators in der angegebenen Höhe beliebig lang fortgesetzt werden darf, ohne daß die zulässige Erwärmung der Spulen überschritten wird. In diesem Fall ist auf dem Leistungsschild über die Betriebsdauer nichts angegeben.

b) Kurzzeitiger Betrieb, bei dem die angegebene Belastungshöhe nur während der auf dem Leistungsschild verzeichneten Zeitdauer bestehen darf, wenn die zulässige Erwärmung nicht überschritten werden soll.

Die Unterscheidung der Betriebsarten ermöglicht das Anpassen der Maschinen an die jeweiligen Anforderungen,

¹⁾ Verlag von Julius Springer, Berlin.

indem man für kurzzeitigen Betrieb eine kleinere, somit billigere Maschine nehmen kann, als wenn gleiche Leistung während unbegrenzter Betriebsdauer verlangt wird.

Durch die auf dem Leistungsschild angegebenen Werte soll nicht gesagt sein, daß die bezeichnete Belastung nicht überschritten werden darf. Mäßiges Überschreiten der angegebenen Grenzwerte ist statthaft, so lange die Durchschnittsbelastung nicht höher wird, als auf dem Leistungsschild angegeben ist, und so lange die Erwärmung der Maschine das zulässige Maß nicht übersteigt.

Zur Erläuterung sind zwei Leistungsschilder für Elektromotoren abgebildet.

Leistungsschild Abb. 19 gehört zu einem Gleichstrommotor. Auf der ersten Zeile des Schildes ist die Fabrik angegeben, von der der Motor stammt. Die zweite Zeile enthält die Bezeichnung der Maschinenart und die Maschinen-Nummer; bei der Nachbestellung von Zubehörteilen müssen diese Bezeichnungen bekannt gegeben werden. Auf der dritten Zeile sind angegeben:

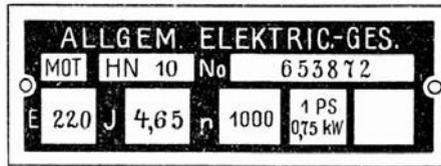


Abb. 19.

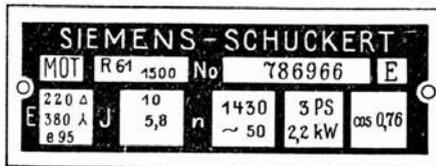


Abb. 20.

Die für den Betrieb des Motors notwendige Spannung E „220 Volt“, die Stromstärke J „4,65 Ampere“ bei voller Belastung des Motors, die Umlaufzahl n „1000 Umläufe in der Minute“, die von der Motorwelle abgegebene Leistung in Pferdestärken „1 PS“ und in Kilowatt „0,75 kW“.

Leistungsschild Abb. 20 gehört zu einem Drehstrommotor. Zur Ergänzung des Vorerwähnten bedarf nur die dritte Bezeichnungsreihe einer Erläuterung. Es sind angegeben: E, Klemmenspannung bei Dreieckschaltung „220 Volt Δ“, bei Sternschaltung „380 Volt Λ“ und die Spannung „e,95 Volt“ zwischen den Schleifringen des erregten, still-

stehenden Motors bei abgeschaltetem Anlasser. Letztere Angabe ist für das Bemessen des Querschnitts der Verbindungsleitungen zwischen den Schleifringen und dem Anlasser notwendig.

J, die zu den vorgenannten Schaltungen bei voller Belastung des Motors gehörigen Stromstärken „10 Ampere bei Dreieckschaltung Δ , 5,8 Ampere bei Sternschaltung Λ “.

n, Umlaufzahl „1430 Umläufe in der Minute“ und Frequenz „ ~ 50 “, d. h. 50 Perioden in der Sekunde.

3 PS, Leistung an der Motorwelle in Pferdestärken.

2,2 kW, Leistung an der Motorwelle in Kilowatt.

$\cos \varphi = 0,76$, Leistungsfaktor, vgl. erster Absatz.

51. Instandhalten der elektrischen Maschinen. Das Instandhalten erstreckt sich im wesentlichen auf das Reinhalten sämtlicher Teile, auf sorgfältiges Behandeln des Kommutators oder der Schleifringe und der Bürsten, ferner auf das Ölen der Lager.

Bei allen Arbeiten an den Wickelungen, am Kommutator und den Bürsten muß die Maschine allpolig vom Leitungsnetz abgeschaltet werden. Nötigenfalls werden die Sicherungen herausgenommen.

Maschinen, für die Ersatzstoffe verwendet sind, haben nicht die gleiche Vollkommenheit, wie die mit altbewährtem Kupfer und Isolierstoff gebauten Maschinen. Bei gutem Instandhalten kann aber auch mit diesen Maschinen voll befriedigende Betriebssicherheit erreicht werden. Vor allem müssen die von den Fabriken für das Behandeln der Maschinen etwa gegebenen Anleitungen streng befolgt werden.

a) Reinigen. Abgesehen vom verlangten äußerlichen Reinhalten der Maschine, lege man Gewicht darauf, daß der an den bewegten Maschinenteilen sich festsetzende Staub, der unter Umständen mit leitenden Teilchen von den Bürsten untermengt ist, rechtzeitig beseitigt wird. Andernfalls kann ein die Maschine gefährdender Stromübergang entstehen. Zum Abstauben von schwer erreichbaren Maschinenteilen bedient man sich eines Staubbinsels und eines Blasebalges oder bei größeren Anlagen eines mechanisch angetriebenen Gebläses.

b) Kommutator und Schleifringe müssen von Staub und Schmutz frei gehalten werden. Besondere Sorg-

falt schenke man dem Kommutator, einem der empfindlichsten Maschinenteile. Nur mit glattem, gut laufenden Kommutator ist funkenloser Betrieb möglich.

An einem neuen, gut laufenden Kommutator sollten Schleifmittel, Glaspapier od. dgl., nicht angewendet werden, weil der Kommutator durch ungleichmäßiges Abschleifen unrund wird und dadurch Funkenbildung entsteht. Jedesmal vor Inbetriebnahme muß der Kommutator gut gereinigt werden. Bei Maschinen mit Kohlebürsten bringt man auf den umlaufenden Kommutator mit Hilfe eines reinen nicht fasernden Leinenlappens eine dünne Schicht Vaseline und reibt dann mit einem trockenen Tuch nach. Bei dem nur noch seltenen Verwenden von Metallbürsten kann der Kommutator in gleicher Weise mit säurefreiem Öl behandelt werden. Damit bezweckt man, einem Fressen der Bürsten auf dem Kommutator vorzubeugen. Während des Betriebes wird der Kommutator zeitweise mit einem reinen, mit Benzin angefeuchteten Tuch gereinigt und dann, wie vorstehend angegeben, neu eingefettet. Im übrigen beachte man die vom Lieferanten der Maschine gegebenen Anweisungen. Die zur Kommutator-Behandlung erforderliche Vaseline oder das Öl werden am besten vom Lieferanten der Maschine bezogen. Durch Mißgriffe im Behandeln des Kommutators wird dessen Dauer und damit der ganze Betrieb gefährdet. Sollte durch das Einfetten verstärkte Funkenbildung eintreten, so muß es unterbleiben.

Beim Abstellen der Maschine wird der Kommutator mit einem reinen, mit Benzin getränkten Tuch von der durch das Einfetten entstandenen Schmutzschicht gründlich gereinigt.

Die Schleifringe der Wechselstrommaschinen werden behufs Erzielung geringen Abnutzens ebenso behandelt.

Wird ein Kommutator rau, so schleift man ihn zunächst mit einem mit Corubinleinen belegten Schleifklotz ab. Der Schleifklotz muß der Kommutatorrundung genau angepaßt sein und darf nur mit einer Lage Corubinleinen, ohne weiche Zwischenlage, belegt werden, weil sich nur durch eine harte Schleiffläche vorstehende rauhe Teile beseitigen lassen. Genügt das Behandeln mit dem Schleif-

klotz nicht, und bilden sich auf dem Kommutator Riefen oder an einzelnen Kommutatorlamellen Brandflecken oder tritt starke Funkenbildung ein, die sich durch geringe Bürsten-Verschiebung nicht beseitigen läßt, so muß ein Fachmann zugezogen werden. Verwerflich wäre es, durch Abfeilen des Kommutators helfen zu wollen, dadurch würde die Funkenbildung infolge Unrundwerdens des Kommutators nur erhöht.

c) Bürsten. Die Bürsten müssen mit genügender Kontaktfläche leicht federnd gegen den Kommutator oder die Schleifringe drücken. Zu starkes Andrücken hat übermäßige Erwärmung der Bürsten und des Kommutators, verbunden mit starker Abnutzung dieser Teile zur Folge; zu leichtes Andrücken führt zu Funkenbildung. Die Bürsten müssen so eingestellt sein, daß sich am Kommutator gar keine oder nur geringe Funken zeigen, die keinesfalls schädlichen Einfluß auf die Kommutatorleitfläche haben dürfen. Beim Neueinsetzen von Bürsten achte man darauf, daß die den Kontakt vermittelnde vordere Fläche nicht beschädigt wird. Vor dem Einsetzen der Bürsten müssen die Bürstenhalter gut gereinigt werden. Die Bürsten müssen gleich weit aus den Haltern vorstehen und die Bürstenabstände auf dem Kommutatorumfang müssen gleich groß sein. Letzteres wird durch Abzählen der zwischen den Bürsten liegenden Kommutatorlamellen geprüft. Abgesehen von kleinen Maschinen, befinden sich auf jedem Bürstenbolzen mehrere in dessen Längsrichtung verschiebbare Bürstenhalter. Sie müssen so eingestellt sein, daß der Kommutator gleichmäßig abgenutzt wird. Zu dem Zweck werden die Bürsten auf zwei benachbarten verschiedenpoligen Bolzen gleichmäßig eingestellt und die Bürsten auf den folgenden Bolzenpaaren so verschoben, daß sie den von den vorhergehenden Bürsten frei gelassenen Kommutatorstreifen überdecken. Geschieht das nicht, so bilden sich auf dem Kommutatorumfang Riefen, die an Ecken der Bürsten und dadurch Funkenbildung verursachen. Die Härte und Leitfähigkeit der Bürsten muß der Art des Kommutators angepaßt sein, für den einen Kommutator sind weichere, für den anderen härtere Bürsten vorteilhafter. Ersatzbürsten bezieht man am besten

vom Lieferanten der Maschine. Durch ungeeignete Bürsten gefährdet man die Betriebssicherheit einer Anlage.

Als Stromabnehmerbürsten dienen vorwiegend Schleifkontakte aus Kohle, Kohlebürsten genannt. Metallbürsten werden nur noch bei Maschinen für niedrige Spannung, wenige Volt, und gleichzeitig hohe Stromstärke angewendet.

1. *Kohlebürsten.* Gutem Einschleifen der Bürstenkontaktflächen schenke man größte Sorgfalt. Neue Bürsten müssen vor der Inbetriebnahme der Maschine der Kommutatorrundung durch Abschleifen angepaßt werden. Zu dem Zweck preßt man die Bürste kräftig gegen den stillstehenden Kommutator und zieht einen Streifen Schmirgel- oder Corubinleinen *ss* (Abb. 21), mit der rauhen Seite der Bürste zugewendet, in der Drehrichtung des Kommutators so oft unter der Bürste hindurch, bis ihre Kontaktfläche dem Kommutator angepaßt ist. Nach dieser Arbeit muß die Maschine gründlich abgestaubt werden. Mit derart behandelten Bürsten läßt man die Maschine zum weiteren Einschleifen einige Zeit leer laufen. Beim regelmäßigen Instandhalten Sorge man dafür, daß auf den Bürstenschleifflächen sich festsetzender Schmutz und Metallstaub, unter Schonung der eingeschlifften Fläche, abgewischt wird, am besten unter Zuhilfenahme von Benzin.

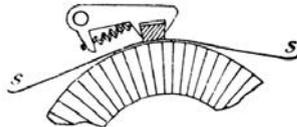


Abb. 21.

2. *Metallbürsten.* Schleifen sich die Bürsten an den vorderen Teilen der Gleitfläche nicht vollständig ab, so beseitigt man die überstehenden Teile mit einer Schere oder Feile. Kupferstaub und Schmutz, die sich in den Bürsten festsetzen, werden mit Benzin ausgespült. Zum Instandsetzen und Reinigen nimmt man die Bürsten am besten mit den Haltern von den Bolzen ab, um das Neueinstellen der Bürsten entbehrlich zu machen. Neu eingesetzte Bürsten läßt man bei leerlaufender Maschine einschleifen.

Metallbürsten werden durch Rückwärtsdrehen der Maschine beschädigt. Beim Rückwärtsdrehen muß man die Bürsten zuvor abheben.

d) Ölen. Die Wellenlager dürfen sich bei richtiger Schmierung nur so weit erwärmen, daß sie mit der Hand noch berührt werden können. Bei zu starker Lagererwärmung muß ungesäumt nachgesehen werden, ob genügend reines Öl eingefüllt ist und ob sich die Ölringe beim Betrieb der Maschine mitdrehen.

Vor dem jedesmaligen Inbetriebsetzen einer Maschine muß man die Lagerschmierung nachsehen und die Ölgefäße erforderlichenfalls füllen. Bei der für elektrische Maschinen meist verwendeten Ringschmierung genügt es, die Ölbehälter allwöchentlich bis zu der die Höhe des Ölstandes angegebenden Marke nachzufüllen und monatlich einmal zu reinigen, wobei neues Öl eingefüllt wird.

Sind die Lager durch langes Stillstehen der Maschine oder durch deren Transport verschmutzt, so werden sie mit Petroleum gereinigt und ausgespült.

Wegen der Schmiermittel, der Ölsorte und der bei einigen Maschinen angewendeten Fettschmierung, halte man sich an die Vorschriften der Maschinenfabrik. Am zweckmäßigsten werden die Schmiermittel vom Lieferanten der Maschine bezogen.

Das Versagen der Schmierung ist durch Einfrieren des Öles oder Fettes möglich. Daher müssen die Maschinen, insbesondere Motoren, frostfrei aufgestellt werden, wenn nicht frostbeständige Schmiermittel angewendet sind.

e) Riemen. Der Riemen muß so gespannt sein, daß er nicht gleitet. Riemengleiten macht sich durch Erwärmen des Riemens und Nachlassen der Umlaufzahl der angetriebenen Maschine bemerkbar. Zu starkes Spannen des Riemens verursacht übermäßige Lagererwärmung.

52. Abhilfe bei Betriebsstörungen muß im allgemeinen einem Sachverständigen überlassen werden. Nur in vereinzelten Fällen, wovon die häufigeren nachstehend angegeben sind, kann auch der Laie helfen oder durch rechtzeitige Vorichtsmaßnahmen weitergehenden Schäden vorbeugen.

Gibt eine Maschine keinen Strom, oder versagt ein Elektromotor, indem er keinen Strom aufnimmt, so sucht man nach dem Vorhandensein von Stromunterbrechung. Man sieht nach, ob die Schalter geschlossen sind, ob nicht etwa Sicherungen geschmolzen sind, ob alle Kontaktver-

schraubungen fest sind, erforderlichenfalls müssen die Schrauben nachgezogen werden, endlich ob etwa Drahtbruch stattgefunden hat. Die Enden abgebrochener Drähte werden auf 3—5 cm Länge von der Umspinnung befreit und blank gemacht, dann nebeneinander gelegt und mit etwa 1 mm dickem, blanken Kupferdraht auf der ganzen Länge fest umwickelt. Solche Verbindungen dürfen nur im Notfall während kurzer Zeit ungelötet bleiben, für baldiges fachgemäßes Herstellen der Verbindung muß gesorgt werden. Bei Motoren untersucht man, ob der Anlasser in Ordnung ist.

Bei Gleichstrommaschinen, die längere Zeit unbenutzt stehen, können die zwischen den Metall-Lamellen des Kommutators liegenden Isolationen über die Kontaktflächen hervorgetreten sein und dadurch das Berühren der Bürsten mit den Metallteilen des Kommutators verhindern. Auch kommt es vor, daß der für die Isolationszwischenlage verwendete Glimmer sich langsamer abnutzt als das Kommutatormetall, und ebenfalls durch Überstehen den Bürstenkontakt verhindert. Etwa überstehende Isolationsteile werden mit einer Feile vorsichtig abgeschabt. Dabei muß man Sorge tragen, daß nicht durch entstehenden Grat an den Metall-Lamellen die Isolationszwischenlagen überbrückt werden. Im übrigen wird auf 51 b verwiesen.

Starke Funkenbildung am Kommutator kann vom Überlasten der Maschine oder von fehlerhafter Bürsteneinstellung (vgl. 51 c) herrühren. An der Ankerwicklung auftretende Funken werden meistens durch Metallstaub verursacht. Abgeholfen wird durch gründliches Reinigen der Maschine. Bleiben die versuchten Maßnahmen erfolglos, so ist Abhilfe durch einen Sachverständigen unentbehrlich.

Bei Wechselstrommaschinen erkennt man Kurzschlüsse einzelner Wicklungsabteilungen an ungleicher Erwärmung der Wickelung, bei Drehstrommaschinen auch an der Ungleichheit der Spannungen in den drei Stromkreisen. Größere Fehler machen sich durch brummendes Geräusch bemerkbar. Ähnliches gilt für Transformatoren. Nichtanlaufen eines Motors kann von Überlastung herrühren, bei Drehstrommotoren auch davon, daß eine der drei Leitungen etwa durch Schmelzen einer Sicherung unter-

brochen ist. Bei letzterem Fehler läuft der von Hand angetriebene Motor in beliebiger Richtung mit schwacher Zugkraft. Da die Wechselstrommotoren meist sehr kleinen Luftspalt zwischen dem umlaufenden und festen Teil haben, so kann infolge Auslaufens der Lager, namentlich bei ungenügender Schmierung und starkem Riemenzug, Schleifen des umlaufenden Teils (Ankers) eintreten. Wie bei Gleichstrommotoren machen sich bei Wechselstrommotoren Fehler unter Umständen durch hohen Stromverbrauch bemerkbar.

Wird Brandgeruch an einer Maschine wahrgenommen, so muß sie behufs Instandsetzung umgehend abgestellt werden.

Transformator, Motorgenerator, Umformer.

53. Allgemeines. Die von einer Maschine erzeugte Spannung oder die Spannung des zur Stromentnahme verfügbaren Leitungsnetzes ist zuweilen an den Verbrauchsstellen nicht verwendbar, indem höhere oder niedrigere Spannung verlangt wird. Beispielsweise ist für die Übertragung auf große Entfernung und für das Versorgen ausgedehnter Gebiete so hohe Spannung erforderlich, daß sie sich für Beleuchtungsbetrieb nicht eignet und an den Verbrauchsstellen in niedrigere Spannung umgewandelt werden muß.

Das Umwandeln von hoher in niedrigere Spannung und umgekehrt geschieht bei Wechselstrom in Transformatoren. Diese besitzen keine sich bewegenden Teile, bedürfen keine Bedienung, sondern nur zeitweises Überwachen. Sie bestehen im wesentlichen aus passend hergestellten Eisenkernen mit Drahtbewicklungen.

Bei Gleichstrom dienen dem gleichen Zweck umlaufende, Bedienung erfordernde Maschinen, von denen der eine Teil, als Motor wirkend, aus dem Leitungsnetz Strom aufnimmt, während der andere Teil, als Stromerzeuger (Generator) die verlangte Stromart und Spannung abgibt. Bei der Stromumwandlung durch Maschinen unterscheidet man Motorgeneratoren, wenn es sich um getrennte, miteinander gekuppelte Maschinen handelt, und Umformer, wenn die Teile

in ein und dieselbe, einen einzigen Anker enthaltende Maschine eingebaut sind.

54. Transformator. Die Transformatoren besitzen zwei gegenseitig isolierte Spulensysteme, wobei die Stromumwandlung durch die Induktionswirkung des einen Systems auf das andere geschieht. Zur Verstärkung der Induktionswirkung werden die Spulen mit Kernen und Ummantelungen versehen, die aus Eisenblechen zusammengesetzt sind. Die Wirkungsweise des Transformators besteht darin, daß das eine Spulensystem hochgespannten Strom von geringer Stärke aufnimmt und das andere niedergespannten Strom von großer Stärke abgibt. Ein Transformator mit nebeneinanderliegenden Spulen, die abwechselnd einem der beiden Stromkreise angehören, ist in Abb. 22 schematisch dargestellt.

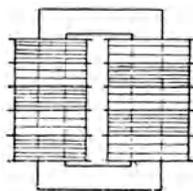


Abb. 22.

Die Transformatoren für hohe Spannung, bei denen das Berühren der Drähte lebensgefährlich ist, werden in abgeschlossenen Räumen, bei Überlandnetzen auch auf den Leitungstragstangen untergebracht, so daß sie Unberufenen nicht zugänglich sind. Der niedergespannte Strom wird durch die von den Transformatoren ausgehenden Leitungen an die Verbrauchsstellen verteilt. Seltener sind die Verbrauchsstellen für sich mit Transformatoren versehen.

Kleintransformatoren werden benutzt, um die Lichtnetzspannung zum Betrieb weniger oder einzelner Stromverbraucher auf beliebig niedriges Maß herabzusetzen, wenn Isolationsfehler bei den üblichen Netzspannungen von 110 oder 220 Volt für Personen gefährlich werden können. Das ist der Fall in feuchten Räumen, unter anderem in Stallungen, bei verschiedentlichen Einrichtungen in Fabriken, namentlich bei den im Freien benutzten ortsveränderlichen Handlampen und Geräten, auch bei den Lampen zum Beleuchten der Arbeitsstelle beim Kesselreinigen. Für derartige Zwecke wird die Spannung auf etwa 40 Volt vermindert. Die Transformatoren werden am besten hinter die Schalter gelegt, damit sie mit den Strom-

verbrauchern vom Leitungsnetz getrennt werden und der Verlust durch Transformator-Leerlaufarbeit gespart wird. Speisen die Transformatoren mehrere Lampen und ist das Abschalten einzelner Lampen erwünscht, so empfiehlt es sich, eine Lampe ohne eigenen Schalter zu lassen; das Leuchten der Lampe zeigt dann an, daß der Transformator nicht abgeschaltet ist.

Kleintransformatoren zum Betrieb von Hausklingelanlagen, statt der sonst üblichen galvanischen Elemente, setzen die Leitungsspannung auf wenige Volt herab.

55. Motorgenerator. Die Anker beider Maschinen befinden sich auf einer gemeinsamen Welle (Abb. 23) oder

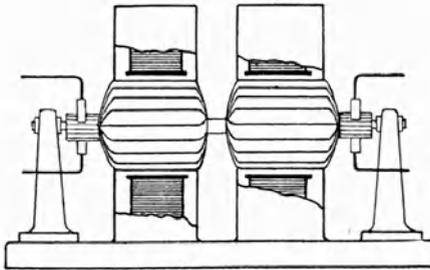


Abb. 23.

die Maschinenwellen sind miteinander gekuppelt. In Frage kommt die Umwandlung von Gleichstrom, wobei eine von der zugeleiteten abweichende Spannung erzeugt wird, oder Umwandlung der Spannung und der Stromart; es kann Gleichstrom in Wechselstrom oder umgekehrt Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden.

Am häufigsten werden Motorgeneratoren im Akkumulatorenbetrieb verwendet zum Erzeugen der für das Laden notwendigen zusätzlichen Spannung.

Am häufigsten werden Motorgeneratoren im Akkumulatorenbetrieb verwendet zum Erzeugen der für das Laden notwendigen zusätzlichen Spannung.

Motorgeneratoren werden ferner für elektrolytische Betriebe benutzt, bei denen Gleichstromspannungen von nur wenigen Volt gebraucht werden, desgleichen für ärztliche Zwecke zum Betrieb galvanokaustischer Apparate u. dgl. In letzterem Falle ist von Bedeutung, daß der Stromkreis, mit dem der Patient in Berührung kommt, vom allgemeinen Stromversorgungsnetz isoliert ist und demnach durch Fehler im Versorgungsnetz nicht gefährdet werden kann.

56. Einankerumformer. Im Gegensatz zu der vorstehend beschriebenen Kuppelung von zwei Maschinen

vollzieht sich die Umformung in einem einzigen Anker. Der in Abb. 24 dargestellte Umformer ist zum Umwandeln von Drehstrom in Gleichstrom oder umgekehrt bestimmt, indem die eine Seite des Ankers Schleifringe, die andere einen Kommutator hat. Gleichstromumformer, die zwei Kommutatoren haben, werden unter anderem zum Betrieb einzelner Bogenlampen im Anschluß an 110 oder 220 Volt-Netze benutzt, wie es in Kinematographentheatern verlangt wird, wenn Bogenlampen zum Erzeugen der Lichtbilder dienen.

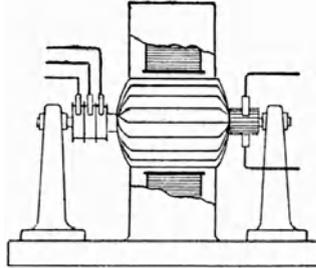


Abb. 24.

Akkumulatoren.

57. Allgemeines. Die nur für Gleichstrom geeigneten Akkumulatoren (elektrischen Sammler) dienen zum Aufspeichern elektrischer Arbeit. Durch den Ladestrom wird in der Akkumulatorzelle eine chemische Umwandlung hervorgerufen, beim Entladen erzeugt der umgekehrte chemische Vorgang elektrischen Strom. Die Eigenschaft der Akkumulatoren, elektrischen Strom aufzuspeichern, wird benutzt, um die Stromerzeuger von den Unregelmäßigkeiten der Stromentnahme zu entlasten. Bei geringem Verbrauch im Leitungsnetz kann der an den Betriebsmaschinen vorhandene Arbeitsüberschuß zum Laden der Akkumulatoren verwendet werden, während bei steigender Netzbelastung die Akkumulatoren die Stromabgabe aus den Maschinen ergänzen. Da die Akkumulatoren auch plötzliche Schwankungen in der Stromentnahme ausgleichen, so kann mit ihnen das Einhalten gleichbleibender Spannung und dadurch ruhiges Brennen der Lampen gefördert werden. Die Betriebssicherheit elektrischer Anlagen wird durch richtig bemessene Akkumulatorbatterien erhöht, indem beim Schadhaftwerden von Maschinen der Strom auf kurze Zeit aus den Akkumulatoren allein entnommen werden kann. Sparsamer Betrieb

ist dadurch möglich, daß zur Zeit geringer Stromentnahme, z. B. während der späten Nachtstunden, der dann kostspielige Maschinenbetrieb eingestellt und der Strom nur aus den Akkumulatoren entnommen wird. Kann man die in einer eigenen Anlage vorhandenen Akkumulatoren im Anschluß an das Versorgungsnetz eines Elektrizitätswerks laden lassen, so sind meistens günstige Preisvereinbarungen für die Ladestromentnahme möglich, wenn das Laden auf die Stunden schwacher Belastung des Elektrizitätswerks verlegt wird.

Neben den Bleiakкумуляtoren sind Edisonakkumulatoren in geringem Umfange für ortsveränderliche Batterien eingeführt. Die nachstehenden Regeln beziehen sich auf Bleiakкумуляtoren.

a) Bleiakкумуляtor. Die aus Blei hergestellten

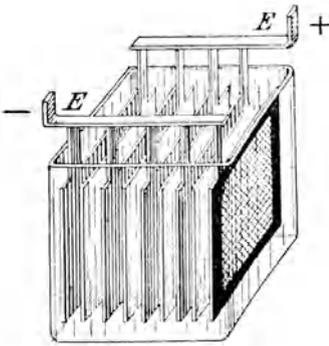


Abb. 25.

Platten tragen die aus Bleiverbindungen bestehende wirkungsvolle Masse. Für die Zelltröge werden bei kleinen Batterien in der Regel Glasgefäße und bei größeren mit Blei ausgeschlagene Holzkästen verwendet. Als Flüssigkeit dient verdünnte Schwefelsäure.

In Abb. 25 ist eine Akkumulatorzelle dargestellt. Die mit E bezeichneten Platten sind derart einander gegenüber angeordnet, daß eine positive (+)

Platte zwischen je zwei negativen (-) Platten liegt. Die Polarität ist an der Farbe der Platten erkennbar, die positiven Platten sind braun, die negativen grau. Die Platten gleichen Polzeichens werden leitend verbunden. Die Platten befinden sich in dem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Gefäß und werden durch Glas oder Holzstäbchen in geeignetem Abstand gehalten; häufig sind zwischen die Platten dünne Holztafeln eingelegt. Das Abdecken der Akkumulatorzellen mit Glasplatten verhindert, daß bei der gegen Ende des Ladens eintretenden Gasentwicklung große Säureverluste entstehen.

Die Spannung einer Akkumulatorzelle beträgt während des Entladens je nach dem Ladezustand 2–1,83 Volt. Die für die meisten Verwendungszwecke erforderliche höhere Spannung wird durch Hintereinanderschalten (vgl. 43 a) von Akkumulatorzellen erreicht. Sind 110 Volt erforderlich, so müssen $110 : 1,83 = 60$ Zellen hintereinander geschaltet werden. Die Vereinigung von Akkumulatorzellen bildet eine Batterie.

b) Edison - Akkumulator. Trog und Platten bestehen aus vernickeltem Stahlblech. In die Platten sind Taschen aus durchloctem Stahlblech eingesetzt, die die wirksame Masse enthalten. Die wirksame Masse der positiven Platten besteht im wesentlichen aus Nickelhydroxyd, diejenige der negativen Platten aus einer Eisen-Sauerstoff-Verbindung. Die Platten sind durch Hartgummi in ihrer Lage gehalten und isoliert. Als Flüssigkeit dient 21 prozentige chemisch reine Kalilauge.

Die Zellenspannung beträgt bei Beginn des Entladens 1,23 Volt und gegen Ende des Entladens 1,15 Volt. Die höchste Ladespannung ist 1,8 Volt.

58. Akkumulatorenraum. Der Raum für die Akkumulatoren liegt meistens nahe beim Maschinenraum, damit die Verbindungsleitungen der Akkumulatorzellen mit dem im Maschinenraum aufgestellten Zellschalter nicht zu lang werden. Der Akkumulatorenraum soll trocken und kühl, ferner gut zu lüften sein, damit die gegen Ende des Ladens sich entwickelnden Gase abgeführt werden können. Durch geeignetes Aufstellen der Batterie soll das für deren Unterhaltung wichtige Besichtigen der Zellen erleichtert werden. Die Wände und Metallteile des Batterieraumes erhalten säurebeständigen Anstrich, der namentlich an den Metallteilen zum Schutz gegen die ätzende Wirkung der Säuredämpfe rechtzeitiger Erneuerung bedarf. Da sich gegen Ende des Ladens der Batterie explosive Gase entwickeln, so sind offene Flammen im Akkumulatorenraum unzulässig. Zur Beleuchtung des Akkumulatorenraumes dienen Glühlampen mit Schutzglocken.

59. Zellschalter. Da die Spannung der Akkumulatorzelle beim Laden von rund 2 auf rund 3 Volt steigt und beim Entladen von 2 auf rund 1,8 Volt fällt,

so muß zum Einhalten gleichbleibender Spannung im Leitungsnetz die Zahl der hintereinander geschalteten Zellen dem Ladezustand angepaßt werden. Das geschieht mit dem in einen Lade- und Entladeapparat sich gliedernden Zellschalter ZZ' (Abb. 26). Bei der mit dem Entladen verbundenen Spannungsabnahme werden mit dem Entladeschalter nach und nach Zellen zugeschaltet, um die Lampenspannung dauernd gleich zu halten. Dagegen muß während des Ladens die Zahl der gleichzeitig mit dem Leitungsnetz verbundenen Zellen wegen ihrer beim Laden ansteigenden Spannung allmählich vermindert werden. Die Endzellen der Batterie, die beim Entladen weniger bean-

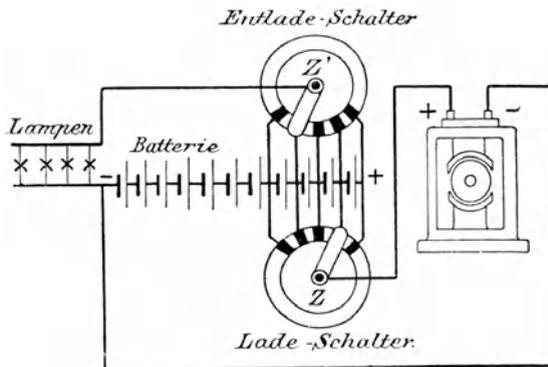


Abb. 26.

sprucht werden als die übrigen Zellen, müssen während des Ladens mit Hilfe des Ladeschalters früher vom Ladestromkreis abgeschaltet werden.

Liegt der Akkumulatorenraum nicht unmittelbar neben dem Maschinenraum, so wird der neben dem Akkumulatorenraum aufgestellte Zellschalter durch Fernschaltung betrieben. Dabei erhalten die Zellschalter-spindeln ihren Antrieb durch kleine Elektromotoren, die man mit Hilfe von Druckknöpfen von der Hauptschalttafel aus steuert, d. h. ein- und ausschaltet. Der Stand des Zellschalters wird durch elektrisch betätigte Fernzeiger nach der Schalttafel übertragen und dort sichtbar gemacht.

60. Laden der Akkumulatoren. Beim Laden wird die + Klemme des Stromerzeugers mit der + Klemme der Batterie verbunden, die - Klemme des Stromerzeugers mit der - Klemme der Batterie. Die für das Laden der Batterie zulässige, von der Akkumulatorenfabrik angegebene Höchststromstärke darf nicht überschritten werden. Gegen Ende des Ladens - erkennbar an der beginnenden Gasentwicklung - verringert man den Ladestrom bis auf $\frac{1}{2}$ der regelrechten Stromstärke. Das Ende des Ladens wird durch starke Gasentwicklung in den Zellen und außerdem dadurch angezeigt, daß die Spannung rasch ansteigt, von 2,2 Volt bei Beginn des Ladens auf 2,7 Volt am Ende des Ladens. Luftdicht verschlossene Akkumulatorgefäße müssen wegen der beim Laden auftretenden Gasentwicklung durch Herausnehmen eines Stöpsels oder dergleichen geöffnet werden.

Die Gasentwicklung soll gegen Ende des Ladens an allen Platten gleichmäßig auftreten. Nach beendetem Laden hebt sich bei gutem Zustand der Batterie die dunkelbraune Farbe der positiven Platten deutlich gegen die graue Farbe der negativen Platten ab.

61. Entladen der Akkumulatoren. Die Entladestromstärke darf den zulässigen Höchstwert im allgemeinen nicht übersteigen. Durch Entnahme zu hohen Stromes, wie durch zu weitgehendes Entladen, leiden die Akkumulatoren. Nur in Ausnahmefällen, wenn etwa bei Störungen an den Maschinen die Stromabgabe aufrecht erhalten werden muß, kann man beim Entladen über die regelrechte Stromstärke gehen, es muß dann aber baldigst für vollständiges Wiederaladen gesorgt werden.

Die beginnende Erschöpfung eines Akkumulators zeigt sich am rasch eintretenden Spannungsabfall, wobei die Lichtstärke eingeschalteter Glühlampen abnimmt. Eine Akkumulatorzelle gilt als entladen, wenn ihre Spannung bei Stromentnahme auf 1,83 Volt gefallen ist.

62. Instandhalten der Akkumulatoren. Gegen Ende des Ladens muß nachgesehen werden, ob die Gasentwicklung bei allen gleich lang entladenen Zellen gleichzeitig auftritt. Zeigt sich bei einzelnen Zellen die Gasentwicklung

später, oder bleibt sie aus, so ist das ein sicheres Zeichen für Fehler. Baldige Abhilfe ist dann notwendig.

Fehler lassen sich ferner an der ungleichen Dichtigkeit der Flüssigkeit gleichgeladener Zellen erkennen. Die Dichtigkeit, die mit einem zwischen die Platten eingesetztes Aräometer (Säuremesser) beurteilt wird, hat bei geladenen Zellen den höchsten und bei entladene Zellen den niedrigsten Wert.

Fehler entstehen, wenn abgelöste Massenteile zwischen die Platten geraten oder wenn sich die Platten werfen und gegenseitig berühren. Zwischen die Platten geratene leitende Körper müssen baldigst beseitigt werden. Dem gegenseitigen Berühren der Platten läßt sich durch zwischen-geschobene Glasstäbchen so lange vorbeugen, bis für sachverständige Abhilfe gesorgt ist. Die Flüssigkeit soll klar und durchsichtig sein. Peinlich achte man darauf, daß keine Unreinigkeit in die Flüssigkeit kommt. Die Zellen müssen zeitweise mit einer ortsveränderlichen Glühlampe abgeleuchtet werden.

Das Nachfüllen der Batterieflüssigkeit ist spätestens notwendig, wenn sie nur noch 1 cm hoch über den Platten steht. Zum Nachfüllen verwendet man destilliertes Wasser und nach Angabe der Akkumulatorenfabrik beschaffte Schwefelsäure. Gegen Mißgriffe in dieser Hinsicht sind die Akkumulatoren empfindlich, namentlich kann deren Bestand durch Verwenden von Brunnenwasser, das häufig chlorhaltig ist, gefährdet werden.

Akkumulatoren dürfen in entladene Zustand nie lange Zeit stehen bleiben. Das Laden soll tunlichst innerhalb der nächsten 24 Stunden nach dem Entladen geschehen. Eine vollgeladene Zelle entlädt sich, auch wenn kein Strom entnommen wird, in 2—4 Wochen von selbst. Unbenutzt stehende Akkumulatoren müssen daher nach Pausen von 2—4 Wochen aufgeladen werden.

Äußerlich an den Zellen und Leitungen sich bildende Ausscheidungen kratzt man ab. Der zum Schutz der Leitungen gegen die Einwirkung der Säure dienende Lackanstrich muß rechtzeitig erneuert werden. Gleiches gilt für das statt des Lackanstrichs angewandte Einfetten der Metallteile mit Vaseline.

Um von den Fabriken das Einhalten der Gewähr für gute Lieferung verlangen zu können, muß auf pünktliches Befolgen der leicht erfüllbaren Bedienungsvorschriften gehalten werden. Zur Erlangung einer Gewähr gegen frühzeitige Abnutzung einer Batterie und damit verbundene große Instandsetzungskosten kann man mit den Akkumulatorenfabriken in der Regel zehnjährige Verträge abschließen. Dabei verpflichten sich die Fabriken gegen jährliche Zahlung eines bestimmten Betrages zum regelmäßigen Untersuchen der Batterie und zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit (Kapazität), indem sie schadhaft gewordene Platten kostenlos ersetzen.

63. Kleine ortsveränderliche Akkumulatoren werden

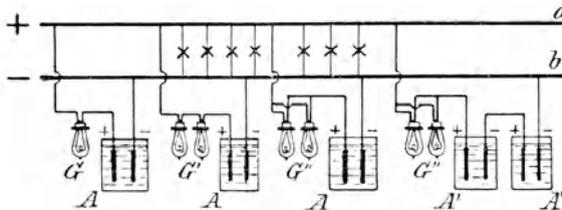


Abb. 27.

unter anderem für ärztliche Zwecke, zum Betrieb kleiner Glühlampen und galvanokaustischer Apparate verwendet.

Sollen einzelne oder in geringer Anzahl hintereinander geschaltete kleine Akkumulatoren durch Stromentnahme aus einem Gleichstrom-Lichtleitungsnetz geladen werden, so schaltet man in den Ladestromkreis geeignete Widerstände, am einfachsten Glühlampen, wie Abb. 27 zeigt. In der Abbildung bezeichnen a und b die Lichtleitungen, A die Akkumulatoren und G die als Widerstände vorgeschalteten Glühlampen. Man verwendet für die Leitungsspannung passende Glühlampen, deren Stromstärke ungefähr dem für das Laden des Akkumulators erforderlichen Strom entsprechen muß. Eine 16 kerzige Kohlefadenlampe wird bei 110 Volt Leitungsspannung von rund 0,5 Ampere, eine 25 kerzige Metalldrahtlampe von 0,3 Ampere durchflossen. Wird niedrigere Stromstärke verlangt, so verwendet man eine Lampe geringerer Lichtstärke oder man schaltet die

Lampen G' hintereinander. Zwei 16 kerzige hintereinander geschaltete Kohlefadenlampe ergeben die halbe Stromstärke einer Lampe, also 0,25 Ampere. Ist höhere Stromstärke erforderlich, so verwendet man eine Lampe höherer Lichtstärke oder man schaltet die Lampen G'' parallel. Bei 110 Volt Spannung geben zwei parallel geschaltete 16 kerzige Kohlefadenlampen 1 Ampere. Sollen mehrere gleichgroße Akkumulatoren A' geladen werden, so schaltet man sie hintereinander. Handelt es sich dabei um nicht gleich weit entladene Akkumulatoren, so darf man die weniger entladenen nur kürzere Zeit einschalten.

Das Laden weniger Zellen durch Stromentnahme aus einem Leitungsnetz ist verhältnismäßig teuer, weil der größte Teil der elektrischen Arbeit in den vorgeschalteten Glühlampen vernichtet, also nicht nutzbar verwendet wird. Bei erforderlichem häufigen Laden einzelner Akkumulatoren, insbesondere für höhere Stromstärke, ist es billiger, wenn man einen Motorgenerator (vgl. 55) zum Erzeugen des geeigneten Ladestroms anschafft.

64. Vorsichtsmaßnahmen. Beim Bedienen von Batterien trägt man Kleider aus Schafwolle, die durch die Schwefelsäure nicht zerstört wird, oder man benutzt zum Schutze der Kleidung eine mit Paraffin getränkte Schürze und bestreicht die Stiefel mit einer Mischung aus Paraffin und Wachs. Säureflecken in der Kleidung lassen sich, falls sie nicht zu alt sind, durch Anfeuchten mit Ammoniak beseitigen. Sind die Flecken nach dem Anfeuchten mit Ammoniak verschwunden, so müssen die Stellen mit reinem Wasser ausgewaschen werden. Die durch die Säurewirkung rauhen Hände wäscht man mit Sodalösung.

Beim Benutzen von Akkumulatoren für ärztliche Zwecke, etwa zum Glühendmachen galvanokaustischer Schlingen, muß jede Verbindung des Akkumulators mit dem zum Laden dienenden Leitungsnetz unterbrochen sein, wenn die Apparate mit dem menschlichen Körper in Berührung gebracht werden. Geschieht das nicht, so kann zufolge von Erdverbindung im Leitungsnetz eine mit dem Apparat in Berührung kommende, nicht isoliert stehende Person elektrische Schläge erhalten. Handelt es sich um das Berühren von Körperteilen, die durch die schlecht leitende trockene

Haut nicht geschützt sind, wie es bei der Galvanokaustik zutrifft, so ergeben sich heftige elektrische Schläge. Aus dem gleichen Grunde kann unmittelbare Stromentnahme für die Apparate aus einem Lichtleitungsnetz gefährlich werden.

Lampen.

65. Leuchtmittelsteuer. Die elektrischen Leuchtmittel, unter anderem die Glühlampen und Brennstifte für Bogenlampen, unterliegen einer Reichssteuer. Die Steuer ist abgestuft einerseits nach der Art der Leuchtmittel, als Kohlefaden- und Metalldrahtlampen, Bogenlampen-Brennstifte aus Reinkohle und aus Kohle mit Leuchtzusätzen, andererseits nach dem elektrischen Verbrauch der Glühlampen. Kohlestifte werden nach Gewicht und Glühlampen nach Stückzahl versteuert. Die Steuer wird von den Leuchtmittelfabriken entrichtet und den Käufern der Leuchtmittel in der Regel neben den Einheitspreisen für Lampen und Kohlestifte gesondert in Rechnung gestellt.

Die Lampenbrennkosten werden bei dem meist bestehenden Übergewicht der Strompreise über die Kosten des Lampenverbrauchs durch die Steuer unwesentlich beeinflusst.

Bogenlampen.

66. Lichtstrahlung. Die Lichtstrahlung der Lampen ist abhängig von der Stromart, Lampenbauart und den Kohlestiften. Die Verschiedenartigkeit der Lichtstrahlung erfordert, daß die Lichtstärke der Lampen nach einheitlichen Regeln auf Grund der vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen „Normalien für Bogenlampen“¹⁾ angegeben wird. Handelt es sich um den Vergleich verschiedenartiger Lampen, so verlange man nach

¹⁾ Verlag von Julius Springer, Berlin.

den Normalien Angaben über die mittlere untere hemisphärische Lichtstärke bei klarer Glasglocke, also über den Durchschnittswert der von der unteren Hälfte der Lampenglocke ausgestrahlten Lichtstärke.

67. Lampenarten. Nach der Stromart, Gleichstrom oder Wechselstrom, sowie nach den Kohlestiften und der Bauart lassen sich die Bogenlampen wie folgt gliedern:

a) Reinkohlelampen mit freiem Luftzutritt. Bei der Gleichstromlampe bildet sich an der oberen Kohle eine weißglühende Höhlung, die den größten Teil des Lichtes nach unten ausstrahlt. Die obere Kohle verzehrt sich ungefähr doppelt so rasch wie die untere. In der Wechselstromlampe glühen die obere und untere Kohle annähernd gleich. Wegen der geringen Lichtausbeute, im Vergleich zu den unter c) beschriebenen Flammenbogenlampen, werden Reinkohlelampen nur noch selten angewendet.

b) Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Dauerbrandlampen) haben eine nahezu luftdicht abgeschlossene Glasglocke. Der Luftabschluß bewirkt langsameren Abbrand der Kohlestifte und dadurch längere Brenndauer. Die Reinkohle-Dauerbrandlampen, die nur mit Gleichstrom meistens für photographische Zwecke gebraucht werden, haben wesentlich größere Lichtbogenlänge und demzufolge höhere Spannung als die übrigen Bogenlampen, so daß sie mit 110 bis 220 Volt Leitungsspannung einzeln geschaltet betrieben werden.

c) Flammenbogenlampen (Intensivlampen, Effektlampen) besitzen im Gegensatz zu den vorstehend beschriebenen Lampen mit rein weißem Licht einen flammenartig leuchtenden Lichtbogen von mehr oder weniger starker Färbung. Je nach der chemischen Beschaffenheit der Leuchtzusätze in den Kohlestiften ist die Lichtfarbe gelb, rötlich oder weiß. Am gebräuchlichsten ist die gelbe und weiße Farbe.

Für Lampen mit nebeneinanderstehenden Kohlestiften ist die Lichtwirkung unter Voraussetzung einer Opalglocke in Abb. 28 durch die Strahlungskurve *B* gezeigt. Demnach erzeugt die Lampe starke Bodenbeleuchtung,

die man unter anderem zur Beleuchtung von Schaufensterauslagen ausnutzt. Mehr seitliche Strahlung kann durch Verwendung von Prismengläsern erreicht werden.

Für Lampen mit übereinanderstehenden Kohlen werden meistens die von Gebrüder Siemens hergestellten Kohlen (TB-Kohlen) für weisses Licht verwendet; sie bestehen aus dünnwandigen Kohleröhren, die mit Leuchtsätzen ausgefüllt sind. Die Lichtfarbe ist derjenigen der Reinkohlelampen ähnlich. Die Lichtstrahlung (*C* Abb. 28) ist in seitlicher Richtung ergiebiger als bei der Lampe mit nebeneinanderstehenden Kohlen ohne Prismenglas (*B* Abb. 28), sie eignet sich daher vornehmlich zur Beleuchtung großer Flächen bei Straßenbeleuchtung.

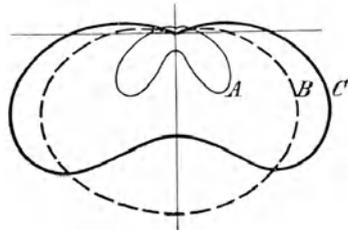


Abb. 28.

Um zu zeigen, wie weit die Flammenbogenlampen die Reinkohle-Lampen an Lichtabgabe übertreffen, ist in Abb. 28 durch die Kurve *A* die Strahlung der Gleichstrom-Reinkohlelampe (vgl. a) für den gleichen elektrischen Verbrauch angegeben.

Leuchtsatz-Kohlen können nicht ohne weiteres in Reinkohle-Bogenlampen eingesetzt werden, weil weder die Durchmesser der Kohlestifte noch die Lichtbogenlängen und die Lampenspannungen übereinstimmen.

Dauerbrand-Flammenbogenlampen mit einer Brenndauer von rd. 100 Stunden haben nur wenig höheren Verbrauch für die erzeugte Lichteinheit als die übrigen Flammenbogenlampen. Die verringerten Bedienungskosten tragen zur Bevorzugung dieser Lampe wesentlich bei.

68. Lampenglocken. Durch die üblichen matten Glocken aus Alabaster oder Opalglas erreicht man gleichmäßigere Lichtverteilung und das Beseitigen der Blendwirkung des Lichtbogens bei klaren Glocken. Zur Vermeidung großen Lichtverlustes durch die matten Glocken wähle man sie so durchsichtig, wie es für die Verwendung

der Lampen gerade noch statthaft ist; immerhin muß mit einem Lichtverlust von rund 25% gerechnet werden.

Die Glocken sollen den Lichtbogen vor Luftzug schützen und das Herabfallen glühender Kohleteilchen, und dadurch ein Entzünden brennbarer, unter der Lampe gelagerter Gegenstände verhüten. Daher achte man streng darauf, daß die Glocken sowohl nach oben als besonders nach unten genügend abgeschlossen sind. Den Abschluß der Glocken nach unten bewirkende Aschenteller müssen derart befestigt sein, daß sie auch durch ein Versehen beim Bedienen der Lampen nicht aus ihrer Lage gebracht werden können. Die Forderung ist dadurch begründet, daß in die Glocken lose eingelegte Aschenteller sich verschieben und einen Spalt für das Herabfallen glühender Kohleteilchen frei lassen können. Die Aschenteller sollen aus Metall hergestellt sein. Aschenteller aus Glas sind unzweckmäßig, weil sie leicht zerbrechen und dann nutzlos sind.

Die Lampen für Leuchtsatzkohlen, Flammenbogenlampen, erhalten beschlagfreie Glocken. Die Luftströmung in der Glocke ist so geregelt, daß die sich im Lichtbogen entwickelnden Dämpfe abgeleitet werden, ohne in der Glocke Niederschlag zurückzulassen. Da die Luftströmung nur in unbeschädigten Lampenglocken richtig stattfindet, so ist gutes Instandhalten der Glocken notwendig. Gleiches gilt für die mit Luftabschluß versehenen Glocken der Dauerbrandlampen.

Zur Verhütung von Feuersgefahr halte man streng darauf, daß beschädigte Glocken nicht im Betrieb bleiben.

Lampenschirme, die auf der Unterseite weiß sind, erhöhen die Lichtwirkung; man verwendet sie hauptsächlich im Freien.

Zierat am Lampengehäuse ist verwerflich, die Zweckdienlichkeit muß überwiegen.

69. Brenndauer der Lampen. Die Brenndauer einer Lampe muß mindestens ihrer längsten ununterbrochenen Benutzungsdauer entsprechen. Lampen, die für Straßenbeleuchtung die ganze Nacht hindurch gebraucht werden, dürfen während dieser Zeit ein Neueinsetzen von Kohlestiften nicht erfordern. Weitgehenden Anforderungen an

lange Brenndauer genügen die unter Luftabschluß brennenden Lampen (vgl. 67 b und c letzter Abs.).

70. Lampenspannung. Die Spannung einer Reinkohlelampe mit freiem Luftzutritt, einschließlich des vorzuschaltenden Beruhigungswiderstandes (vgl. 74), beträgt annähernd:

bei Gleichstrom 55 Volt,
bei Wechselstrom 35 Volt,

Es werden daher bei einer Leitungsspannung von 110 Volt im allgemeinen bei Gleichstrom zwei und bei Wechselstrom drei Lampen hintereinander geschaltet.

Flammenbogenlampen beanspruchen ungefähr die gleiche Spannung wie die Gleichstrom-Reinkohlelampen.

71. Lampenschaltungen. Gleichstrombogenlampen müssen mit richtigen Polen angeschlossen werden, damit

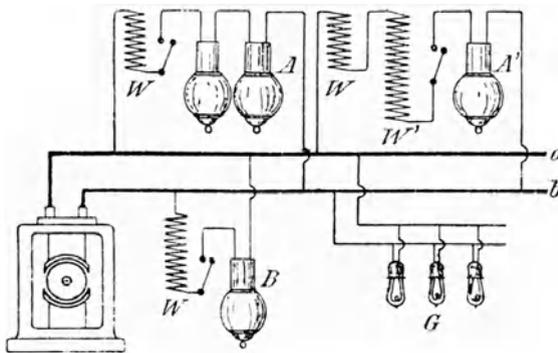


Abb. 29.

der Strom in der durch den Bau der Lampe bestimmten Richtung fließt. Die Lampenklemmen tragen zu diesem Zweck die Zeichen + und - (vgl. 40).

Je nach der Netzspannung werden einzelne Lampen oder Gruppen von hintereinandergeschalteten Lampen in Parallelschaltung betrieben. Für die durch Abb. 29 dargestellte Schaltung ist eine Spannung zwischen den Verteilungsleitungen *a* und *b* von 110 Volt angenommen. Gleichstrom-Reinkohlelampen und Flammenbogenlampen werden dabei zu zweien hintereinander geschaltet (vgl. *A*

Abb. 29). Den Lampen wird ein Beruhigungswiderstand W vorgeschaltet. Soll statt zwei hintereinandergeschalteten nur eine Lampe (A' Abb. 29) brennen, so wird die fehlende Lampe durch einen Widerstand W' ersetzt oder der Widerstand W vergrößert. Die infolge des Fehlens der zweiten Lampe für die Beleuchtung nicht verwertete elektrische Arbeit wird im Widerstand in Wärme umgesetzt. An elektrischem Verbrauch und demzufolge an Beleuchtungskosten kann, abgesehen vom wegfallenden Kohlestiftverbrauch, durch das Ausschalten einzelner der in Hintereinanderschaltung brennenden Lampen nicht gespart werden. Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Reinkohle-Dauerbrandlampen vgl. 67 b) werden, wie Abb. 29 bei B zeigt, einzeln geschaltet. Von den gleichen Leitungen können Stromkreise mit parallel geschalteten Glühlampen (G Abb. 29) abgezweigt werden.

Bei höherer Spannung wird die Zahl der hintereinander geschalteten Lampen vergrößert; bei einer Gleichstrom-Spannung von rund 220 Volt werden im allgemeinen je vier Lampen hintereinander geschaltet. Selbstverständlich müssen hintereinander zu schaltende Lampen für gleiche Stromstärke bestimmt sein.

In Wechselstrombetrieben können — auch bei höherer, für unmittelbares Einschalten einzelner Bogenlampen nicht geeigneter Netzspannung — Einzellampen wirtschaftlich verwendet werden, wenn man die Netzspannung mit gesonderten Transformatoren (Lampentransformatoren) auf ein für die Lampen geeignetes Maß herabtransformiert (vgl. 54).

72. Kohlestifte. Beim Beschaffen der Kohlestifte halte man sich an die Vorschriften der Lampenfabrik, da das ruhige Brennen der Lampen und die Brenndauer von der Verwendung guter, für die Lampen passender Kohlestifte abhängt. Namentlich müssen die Kohlestifte von richtiger Länge und vorgeschriebenem Durchmesser genommen werden, weil bei dem sonst ungleichmäßigen Abbrand die Kohlehalter verbrennen können.

Am sichersten werden die Kohlestifte vom Lieferanten der Lampe oder von einer durch ihn empfohlenen Fabrik bezogen. Beliebigen Anpreisungen von Kohlestiften Folge

zu geben, vermeide man um so mehr, als aus Konkurrenzbestrebungen billige und dabei schlechte Kohlestifte hergestellt werden, die unruhiges und wenig Licht geben. Das Verwenden der billigen Fabrikate lohnt sich um so weniger, als die Kosten des Kohlestiftverbrauchs gegenüber denjenigen des Stromverbrauchs meist nicht ins Gewicht fallen.

Für das Aufbewahren der Kohlestifte ist ein trockener Raum erforderlich. Hat man verschiedenartige Lampen, so muß zum Vermeiden eines Verwechselns der Kohlestifte für wohlgeordnete Lagerung gesorgt werden.

73. Gangwerk. Die Kohlestifte müssen dem Abbrand entsprechend nachgeschoben werden. Im allgemeinen geschieht das durch selbsttätige, durch die Stromwirkung betätigte Gangwerke. Nur in vereinzelt Fällen, wie bei Bühnenscheinwerfern, werden die Kohlestifte mittels Handregulator nachgeschoben. Wird bei unregelmäßigem Brennen der Lampen ein Eingriff in das Gangwerk notwendig, so betraue man damit einen Sachverständigen. Durch unkundiges Verstellen am Gangwerk wird der Fehler nur vergrößert.

74. Beruhigungswiderstand für Bogenlampen. Die in Abb. 29 mit *W* bezeichneten, den Lampen vorgeschalteten Widerstände sind zum Erzielen gleichmäßigen Lichtes erforderlich. Da die Widerstände sich erwärmen und bei vorkommenden Störungen erglühen, so müssen brennbare Gegenstände von ihnen ferngehalten werden. Das Anbringen der Widerstände auf brennbarer Unterlage, wozu auch mit Putz beworfene Holzwände zählen, ist daher nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen zulässig. Walzenförmige Widerstände müssen zur Herbeiführung der nötigen Luftströmung mit senkrecht stehender Achse befestigt werden, weil bei wagerechter Lage der Achse der Widerstand infolge mangelnder Kühlung zu heiß würde. Schutzschränke für die Widerstände müssen unverbrennlich aus Eisen hergestellt oder wenigstens feuersicher ausgekleidet sein und unten und oben Luftlöcher haben.

In Wechselstrombetrieben werden statt der Beruhigungswiderstände häufig Induktionsspulen, Drosselspulen,

verwendet. Dadurch wird der Stromverbrauch der Lampen im Vergleich zur Anwendung von Widerständen geringer. Von einigen Elektrizitätswerken sind Drosselspulen wegen ihrer Rückwirkung auf das Leitungsnetz verboten.

75. Aufhängevorrichtungen. Erstes Erfordernis ist, daß die Lampen zum Einsetzen der Kohlestifte und zum Reinigen leicht zugänglich sind, da nur dann verläßliche Bedienung und davon abhängiges ruhiges Brennen der Lampen gewährleistet werden kann. Es ist daher unzweckmäßig, die Lampen von einer Leiter aus zu bedienen. Zur Lampenaufhängung dienen gut verzinkte Stahldrahtseile und als Aufzugvorrichtung Windetrommeln oder Gegengewichte. Die Windetrommeln und Seilführungsrollen sollen behufs Schonung des Aufzuges nicht zu kleine Durchmesser haben. Für Drahtseile von 5—7 mm Durchmesser nehme man Rollen von nicht unter 12 cm Durchmesser.

Die Aufzugseile müssen zeitweise untersucht und, falls sie schadhaft sind, durch neue ersetzt werden. Die Windetrommeln und Lager der Seilführungsrollen müssen zeitweise geölt werden.

Den mit Aufzugvorrichtungen versehenen Lampen werden die Leitungen lose durchhängend zugeführt oder es werden Kontaktkupplungen angewendet, die die durchhängenden Leitungen entbehrlich machen. Zweckmäßig ist es, wenn diese Kupplungen Seilentlastungen enthalten, das sind Vorrichtungen, die das Gewicht der hochgezogenen Lampe tragen und dadurch die Sicherheit gegen Herabstürzen der Lampen erhöhen.

76. Aufhängehöhe. Soweit die Aufhängehöhe nicht durch die Höhe der Räume begrenzt ist, also für das Anbringen der Lampen in hohen Hallen und im Freien, höre man sachverständigen Rat. Dabei kommen die Lichtstrahlungen der verschiedenen Lampensysteme in Betracht, indem zum Erzielen gleichmäßiger Bodenbeleuchtung Lampen mit mehr seitlicher Strahlung (Abb. 28, Kurve *C*) nicht so hoch hängen dürfen, wie Lampen mit vorwiegender Strahlung nach unten (Abb. 28, Kurve *B*).

77. Lampenbedienung. Vor jedem Einsetzen neuer Kohlestifte müssen die Lampen gereinigt werden. In

erster Linie befreie man die aus dem Gangwerk hervorragenden Teile, die Kohlehalterführungen und die Kohlehalter, von anhaftendem Aschestaub. Besonders bei Flammenbogenlampen ist sorgfältiges Reinigen notwendig, weil die aus den Kohlestiften sich entwickelnden Dämpfe das Metall angreifen. Verschmutzte Kohlehalterführungen reinigt man mit Hilfe von Benzin. Der in der Lampenglocke angesammelte Kohlestaub muß entfernt werden. Außen- und Innenseite der Glocke werden gewöhnlich trocken und zeitweise mit Wasser, erforderlichenfalls auch mit Seife gereinigt. Für die regelmäßigen Reinigungsarbeiten sind Staubpinsel und Rehleder erforderlich. Die Kohlen setzt man so ein, daß sie gerade übereinander oder nach Vorschrift nebeneinander stehen. Bei übereinanderstehenden Kohlen müssen sich neu eingesetzte Kohlen mindestens um das für die Lichtbogenbildung notwendige Maß „5–10 mm“ auseinanderziehen lassen.

Damit das Bedienen der Lampen während des Beleuchtungsbetriebes vermieden wird, müssen für die tägliche Brenndauer reichende Kohlestifte eingesetzt werden. Kohlereste legt man für die im Sommer kurze Beleuchtungsdauer zurück, indem man sie geordnet nach zusammengehörigen Längen und Stärken aufbewahrt. Das Abnehmen der Lampenglocke ist nur zulässig, nachdem die Lampe ausgeschaltet ist und die Kohlestifte nicht mehr glühen, weil sonst glühende Kohleteilchen herabfallen könnten. Namentlich muß das beachtet werden, wenn unter den Lampen brennbare Gegenstände lagern.

78. Maßnahmen beim Versagen von Lampen. Erlischt eine Lampe, ohne wieder zu zünden, so muß die Stromzufuhr durch Öffnen des Schalters baldmöglichst unterbrochen werden, um einem Beschädigen der Lampe vorzubeugen. Zeigt sich, daß lediglich die Kohlestifte aufgebraucht sind, so setze man vor dem Wiedereinschalten des Stromkreises neue Stifte ein. Sind die Sicherungen des zugehörigen Stromkreises durchgebrannt, so müssen sie erneuert werden, nachdem erforderlichenfalls die Ursache des Durchbrennens behoben ist.

Zeitweises Verlöschen einer Lampe kann durch Fehler im Gangwerk, etwa durch verbogene Kohleführungsstangen

oder durch Verschmutzen infolge mangelhafter Lampenbedienung entstehen. Handelt es sich nicht nur um Verschmutzen der Lampe, so ist Abhilfe durch einen Sachverständigen notwendig.

Glühlampen.

79. Lichtstärke. Die Glühlampen werden in Lichtstärken von 5, 10, 16, 25, 32, 50, 100, 200 bis 3000 Kerzen und mehr in verschiedenster Ausführung, in Birn- und Kugelform, mit klaren und teilweise oder ganz matten Glaskörper hergestellt. Das Mattieren der Lampen verringert die Blendwirkung und gibt gleichmäßigere Lichtverteilung, verursacht aber Lichtverlust.

Lampen bis etwa 300 Kerzen Leuchtkraft können in die üblichen Fassungen, die Lampen höherer Leuchtkraft in eine größere Fassung (vgl. 87) nach Belieben eingesetzt werden, so daß sich die Lichtstärke durch Auswechseln der Lampen in weiten Grenzen ändern läßt.

80. Betriebsbedingungen für Glühlampen. Die Lampen erfordern für gleichmäßiges Leuchten gleichbleibende Leitungsspannung. Sie müssen für die im Leitungsnetz bestehende Spannung beschafft werden. Am gebräuchlichsten sind Spannungen von 110 und 220 Volt. Überschreitet die Spannung die für die Lampen festgesetzte Höhe, so ergibt sich Steigerung der Lichtstärke verbunden mit starker Abnutzung der Lampen.

Werden in vereinzelt Fällen Lampen hintereinander geschaltet, so müssen sie für gleiche Stromstärke bestimmt sein. Nicht zusammenpassende Lampen leuchten ungleich, wobei die helleren Lampen früher abgenutzt werden.

81. Kohlefadenlampen. Die Lampen leuchten durch das Glühen eines vom Strom durchflossenen Kohlefadens, der in einen luftleeren Glaskörper eingeschlossen ist. Sie verbrauchen 3—3,5 Watt (W) für die erzeugte Lichteinheit (Hefnerkerze = HK). Die 16 kerzige Lampe verbraucht 50—55 W. Wegen des mindestens dreifachen Verbrauchs

im Vergleich zu den Metalldrahtlampen sollten etwa noch benutzte Kohlefadenlampen ohne zwingenden Grund nicht beibehalten werden.

82. Metalldrahtlampen. Der Leuchtkörper, aus Metall (Wolfram) bestehend, kann stärker erhitzt werden als bei der Kohlefadenlampe und gibt daher weißeres Licht bei geringerem Verbrauch.

a) Lampen mit Luftleere. Der meistens zickzackförmig aufgespannte, glatte Leuchtdraht (vgl. Abb. 30) ist in einen luftleeren Glaskörper eingeschlossen. In Lichtstärkenabstufungen bis etwa 50 Kerzen sind die Lampen am verbreitetsten, vorwiegend wird die 25kerzige Lampe benutzt. Die Lampen für 110 Volt bis zu etwa 100 Kerzen Leuchtkraft verbrauchen für die erzeugte Lichteinheit rd. 1,1 Watt. Bei den Lampen für 220 Volt ist der Verbrauch um wenig höher. Hochkerzige Lampen mit Luftleere, die bis 600 und 1000 Kerzen hergestellt werden, sind seit Einführung der gasgefüllten Lampen (vgl. b) selten verwendet; sie verbrauchen rd. 0,8 Watt für die Lichteinheit. Die durchschnittliche Brenndauer der Lampen beträgt 1000—2000 Stunden.

b) Lampen mit Gasfüllung. Als Leuchtkörper dient ein schraubenförmig gewundener Draht, der in dem gasgefüllten, luftdicht abgeschlossenen Glaskörper auf höhere Weißglut gebracht wird, als der Leuchtdraht der luftleeren Lampe (vgl. a). Um die Blendwirkung zu beseitigen, werden die Lampen bis 100 Kerzen im unteren Teil meistens mattiert, für höhere Lichtstärken nimmt man Überglöcken aus Milchglas oder überfangenem Glas. Hergestellt werden die Lampen für rd. 30 bis 3000 Kerzen und mehr. In den Lichtstärken bis etwa 500 Kerzen ist ihr Verbrauch nur wenig niedriger als bei den luftleeren Lampen, so daß die Ersparnis im Verbrauch durch die geringere Dauer der Lampen (800 Stunden) und den höheren Preis nahezu aufgehoben wird. Bei der Wahl zwischen luftleeren und gasgefüllten Lampen mittlerer Leuchtkraft sind daher mehr die Art der Lichtstrahlung und die Lichtfarbe als die Betriebskosten entscheidend. Die gasgefüllten Lampen hoher Leuchtkraft (1000 Kerzen und darüber) haben erheblich geringeren Verbrauch, nur $\frac{1}{2}$ Watt für die im

Durchschnitt ausgestrahlte Lichteinheit. Sie sind **unter** der Bezeichnung „Halbwattlampen“ im Handel; als Leuchtdauer rechnet man 1000 Stunden.

In Anbetracht der größeren Lichtausbeute beim Benutzen hochkerziger Lampen verwendet man zweckmäßig eine Halbwattlampe statt mehrerer niedrigkerziger Lampen, wenn nicht mit den letzteren dadurch gespart werden kann, daß man zeitweise nur einzelne Lampen in Betrieb nimmt.

Die Halbwattlampen werden Bogenlampen gegenüber bevorzugt, wenn man auf das Wegfallen der Bedienung und die größere Ruhe des Lichtes Wert legt und den bei gleicher Lichtausbeute ungefähr doppelten Verbrauch der Glühlampen in Kauf nimmt.

83. Lampenbezeichnung. Auf dem Sockel jeder Lampe ist die Spannung angegeben, für die die Lampe bestimmt ist, z. B. „110 V“. Außerdem war bislang auf allen Lampen die mittlere senkrecht zur Lampenachse ausgestrahlte Lichtstärke in Hefnerkerzen (HK) angegeben. Da diese Angabe zum richtigen Beurteilen der neueren Lampen, namentlich der unter 82 b) beschriebenen gasgefüllten Lampen, mit ihrer überwiegenden Lichtstrahlung nach unten, nicht genügt, so sind die Fabriken dazu übergegangen, die Lampen nach dem Wattverbrauch zu bezeichnen. Aus der auf dem Lampensockel angegebenen Wattzahl, z. B. „40 W“, können die Verbrauchskosten der Lampe berechnet werden (vgl. 85). In den Preislisten wird außerdem die mittlere räumliche Lichtstärke der Lampen angegeben, der Durchschnittswert der von der Lampe nach allen Richtungen ausgestrahlten Lichtstärken.

84. Nutzbrenndauer der Glühlampen. Namentlich die Kohlefadenlampen haben im Verlauf des Brennens erhebliche Lichtstärkeabnahme. Läßt man Kohlefadenlampen bis zum Durchbrennen des Glühfadens im Betrieb, so erhält man zum Schluß bei fast unverändertem Verbrauch nur schwache Beleuchtung. Daher gilt als Regel, daß Lampen durch neue ersetzt werden sollen, wenn ihre Lichtstärke um $\frac{1}{5}$, d. h. um 20% des regelrechten Wertes, abgenommen hat. Die Brenndauer einer Lampe bis zu dieser Grenze wird als Nutzbrenndauer bezeichnet. Die Nutzbrenndauer der Kohlefadenlampen beträgt etwa 800

Stunden. Bei den Metalldrahtlampen ist die Abnahme der Lichtstärke im Verlauf der Benutzung geringer, so daß der Unterschied zwischen eigentlicher und Nutzbrenndauer wenig in Frage kommt.

Die mitunter gestellte Frage, ob es sich lohnt, aufgebrauchte Glühlampen durch Einsetzen neuer Leuchtkörper wieder gebrauchsfähig zu machen, muß verneint werden. Dagegen hat das Wiederverwerten der Lampensockel bei bestehender Knappheit an Metall und Arbeitskräften Bedeutung. Die Sockel unbrauchbar gewordener Glühlampen sollten daher zum Wiederverwerten zurückgelegt werden.

85. Betriebskosten der Lampen. Die Betriebskosten der Glühlampen bestehen in der Hauptsache in den Kosten für elektrischen Verbrauch und Lampenersatz. Als Beispiel sollen die Betriebskosten einer 25 kerzigen Metalldrahtlampe berechnet werden:

Die Lampe nimmt für die erzeugte Lichteinheit 1,1 Watt, im ganzen also $25 \cdot 1,1 = \text{rd. } 28$ Watt auf und verbraucht somit in 1000 Stunden 28 Kilowattstunden (kWh).

28 kWh, 1 kWh zu M. 0,50, $28 \cdot 0,5 = \text{M. } 14,00$

1 Lampe, die mindestens 1000 Stunden

hält, kostet im Einzeleinkauf ohne den jetzt eingeführten Teuerungszu-

schlag mit Steuer „ 1,30

Betriebskosten in 1000 Stunden . . M. 15,30

„ „ 1 Stunde rd. . . Pf. 1,5

Bedienungskosten kommen für Glühlichtbeleuchtung kaum in Frage, weil das Auswechseln unbrauchbar gewordener Lampen und das Lampenreinigen ohne viele Mühe möglich sind. Nur wenn die Lampen ausnahmsweise starkem Verschmutzen, Staub- oder Rußablagerung, ausgesetzt sind, müssen Kosten für häufigeres Reinigen gerechnet werden.

Da bei den üblichen Strompreisen der Elektrizitätswerke die Verbrauchskosten erheblich höher sind als die Lampenersatzkosten, wie obiges Berechnungsbeispiel zeigt, so Sorge man für sparsam brennende Lampen. Den

Kostenunterschied zwischen Lampen mit großem und geringem Verbrauch zeigt ein Vergleich der Werte in der Betriebskostentabelle unter 2 für Kohle- und Metalldrahtlampen. Die Verwendung der im Verbrauch unwirtschaftlichen Kohlefadenlampen kommt nur in Frage, wenn etwa starke Spannungsschwankungen außergewöhnliche Lampenabnutzung mit sich bringen. Sind die Spannungsschwankungen nicht zu groß, so kann man Metalldrahtlampen für die höchste vorkommende Spannung verwenden, wenn man sich bei der niedrigen Spannungshöhe mit geringerer Lichtstärke der Lampen begnügt.

86. Messen des Verbrauchs der Lampen. Den Verbrauch der Lampen kann man mit Hilfe eines Elektrizitätszählers annähernd feststellen, wenn man eine bestimmte, nicht zu kleine Lampenzahl eine Stunde lang einschaltet und den Stand des Elektrizitätszählers (vgl. 108) zuvor und danach abliest. Hat man gleich helle und gleichwertige Lampen eingeschaltet, so ergibt sich der stündliche Verbrauch einer Lampe, wenn man die Zählerangabe durch die Lampenzahl dividiert. Das Ergebnis der Messung wird um so genauer, je größer die in den Belastungsgrenzen des Zählers zu wählende Lampenzahl ist. Hat man während mehrerer Stunden eingeschaltet, so muß das Messungsergebnis durch die Anzahl der Stunden dividiert werden. Der in Kilowattstunden angegebene Verbrauch einer Lampe wird in Wattstunden umgerechnet, indem man die ermittelte Zahl mit 1000 multipliziert. Die auf diese Weise für eine Stunde ermittelte Arbeit in Wattstunden ist gleichbedeutend mit der Aufnahme einer Lampe in Watt.

Umgekehrt kann das angegebene Verfahren zum oberflächlichen Prüfen eines Elektrizitätszählers benutzt werden, wenn man den Verbrauch der Lampen kennt.

87. Lampenfassung. Die Lampenfassung dient zum Befestigen der Lampe an ihrem Träger und vermittelt die Verbindung der Lampe mit den stromführenden Leitungen. Die Fassung muß der Lampe sicheren Halt geben und eine von den spannungsführenden Teilen isolierte Hülle haben. Man unterscheidet Fassungen mit Schalter (Schaltfassungen) und Fassungen ohne Schalter. Die ersteren werden

verwendet, wenn die Lampen bequem erreichbar sind, z. B. bei Tischlampen. Im übrigen benutzt man Fassungen ohne Schalter, indem gesonderte Schalter an leicht zugänglichen Stellen angebracht werden. Verfehlt wären Schalterfassungen für schwer erreichbare Lampen. Es würde dadurch die Gefahr entstehen, daß beim Ein- und Ausschalten der Lampen an den Fassungen gerissen wird und sich die Befestigungen der Fassungen oder Lampenträger lockern. Derartige Beschädigungen können Kurzschlüsse oder anderweitige Störungen im Lichtbetrieb verursachen.

Die gebräuchlichen Fassungen eignen sich für Lampen bis zu 200 Watt Verbrauch, entsprechend einer Lichtstärke von etwa 300 Kerzen. Größere Fassungen, Goliath-Fassungen, sind für die Lampen mit größerem Verbrauch, mit Lichtstärken bis zu 3000 Kerzen und darüber bestimmt. Für Zierlampen werden verschiedenartige kleine Fassungen verwendet.

Eine Lampenfassung üblicher Art, ohne Schalter, ist in Abb. 30 im Schnitt dargestellt. Die in die Fassung eingeführten Leitungsdrähte dürfen zum Verhüten gegenseitiger Berührung nur so weit blank gemacht werden, als zum Einführen der Leitungsenden in die Kontaktbuchsen *a* und *b* notwendig ist. Die Kontaktschrauben (die Schraube bei *a* ist in der Abbildung zu sehen) müssen gut angezogen sein, um verlässigen Kontakt mit den Leitungsenden zu sichern.

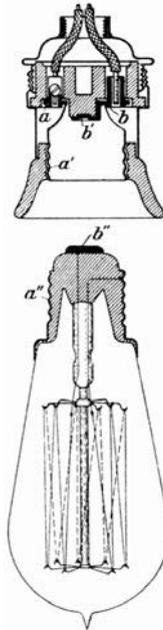


Abb. 30.

Zur Stromüberführung in die Lampe (Abb. 30) dienen die metallische Berührung der Kontaktflächen *a'* und *b'* in der Fassung mit den Kontaktteilen der in die Fassung eingeschraubten Lampe, einerseits mit dem Gewinde *a''* und andererseits mit der Kappe *b''*. Alle spannungsführenden Teile der Lampe müssen zum mindesten nach dem Einschrauben der Lampe in die Fassung gegen Berühren verdeckt sein. Besser noch ist der Berührungsschutz, wenn die

Metallteile des Lampensockels abgedeckt sind, sobald sie beim Einschrauben der Lampe spannungführende Teile berühren. Fehlerhaft ist das in Abb. 31 a bei x gezeigte teilweise Freiliegen des spannungführenden Lampensockels.

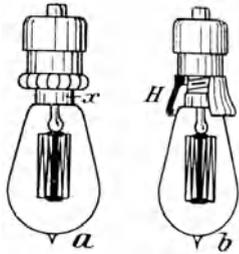


Abb. 31.

Bei derartigen Ausführung kann man beim Reinigen der Lampe elektrische Schläge erhalten; kommen stromleitende Gegenstände mit den Kontaktteilen in Berührung, so kann Stromschluß und damit Feuersgefahr entstehen. Letzteres gilt unter anderem für Schaufensterbeleuchtungen, wenn mit Metallfäden durchwobene Gespinnste an

die Lampenkontakte heranreichen, ebenso für den mit Flitter geschmückten, elektrisch beleuchteten Weihnachtsbaum. Vermieden wird die Gefahr, wenn der Lampensockel durch die isolierende Hülse H, Abb. 31 b, oder eine andere den Sockel umfassende Schale verdeckt ist. Da Schutzhülsen aus Porzellan oder Glas leicht zertrümmert werden und dann fehlen, nimmt man sie besser aus widerstandsfähigerem Stoff. Das geschieht unter anderem bei der künstlerischen Ausgestaltung der Lampenträger, indem die Lampenfassung von einer gegen die spannungführenden Teile isolierten aus Metall hergestellten Hülle umschlossen wird.

An Stellen, die Erschütterungen ausgesetzt sind, kann sich der Schraubkontakt der gewöhnlich verwendeten Lampenfassung lockern, so daß die Lampe erlischt und schließlich herabfällt. Vermieden wird das durch Fassungen mit Sicherungen gegen das Schraubenlösen.

88. Lampenträger, Tischlampen, Pendel, Kronen und Wandarme sollen ein bequemes Zuführen der Leitungsdrähte zu den Lampenfassungen ermöglichen. Zur Leitungsführung dienende Rohre dürfen daher nicht zu eng sein und keine scharfen Biegungen und Grate haben. Die Leitungen sollen zum Aufhängen der Lampen nicht benutzt, sondern durch die Tragseilchen, die in die Leitungsumspinnung mit eingelegt sind, entlastet werden.

89. Lampenschirme und -Glocken haben den Zweck,

die Lichtwirkung in bestimmter Richtung zu erhöhen oder das Licht zu zerstreuen, Blendwirkung zu beseitigen oder die Lampen vor Beschädigung zu schützen. Verursachen wenig zweckmäßige Lampenschirme oder Gehänge Streifen auf der beleuchteten Fläche, so kann das durch Anwendung mattierter Lampen gemildert werden.

Der für die Lampe am einzelnen Arbeitsplatz bestimmte Schirm muß die Lampe gegen das Auge des Arbeitenden abblenden und das Licht gleichmäßig auf der Arbeitsfläche zerstreuen. Bei den Metalldrahtlampen mit zickzackförmig aufgespanntem Leuchtdraht (vgl. 82a) ist für Tischlampen die wagerechte Lage der Lampenachse am günstigsten. Dabei läßt sich meist mit einer 16kerzigen Lampe noch vollkommen ausreichende Beleuchtung erzielen. Tischlampen erhalten weiße oder grüne Glasschirme, die letzteren besser nur bei vorhandener Allgemeinbeleuchtung, weil andernfalls der Helligkeitsunterschied zwischen der beleuchteten Arbeitsfläche und der übrigen Raumbeleuchtung zu groß ist und die Augen schädigt. Besteht Gefahr für Zerschlagen der Glasschirme, so nimmt man emaillierte Blechschirme.

Zur Allgemeinbeleuchtung bestimmte Lampen erhalten für gute Lichtverteilung geeignete Schirme oder Glocken, Holophanglocken oder dgl. Nur wenn der Hauptwert auf die Ausstattung gelegt wird, wie bei Glühlichtkronen, treten die Forderungen an zweckentsprechende Lichtverteilung durch die Lampenglocken in den Hintergrund.

Schutzkörbe sind notwendig, wenn die Lampen vor Beschädigung bewahrt oder leicht brennbare Gegenstände von Berührung mit den Lampen ferngehalten werden sollen.

Handelt es sich um die Beleuchtung von Räumen, in denen explosive Gase auftreten, so sind starke, am besten für explosionsgefährliche Räume gebaute Schutzglocken zur Aufnahme der Lampe nebst Fassung erforderlich.

Für ortsveränderliche Lampen im Fabrik- und Lagerbetrieb werden den jeweiligen Anforderungen angepaßte, kräftig gebaute Schutzglocken oder -Körbe verlangt. Sie müssen den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker vor allem dahingehend genügen, daß die

die Lampen benutzenden Personen vor elektrischen Schlägen geschützt werden. Beim Beschaffen und Instandhalten dieser Einrichtungen bediene man sich sachkundigen Rates. Vor allem Sorge man dafür, daß beschädigte Lampen und Schnurleitungen baldigst außer Betrieb genommen werden.

Im Freien müssen die hochkerzigen gasgefüllten Lampen (Halbwattlampen) Schutzglocken mit Luftumlauf erhalten; ohne Schutzglocke würde der stark erhitzte Glaskörper durch das Aufschlagen von Regentropfen springen. Bei den übrigen Glühlampen sind Schutzglocken entbehrlich, wenn die Lampenfassung durch einen Schirm gegen Regen geschützt ist. Das Weglassen der Schutzglocken vereinfacht das Lampenbedienen.

90. Lampenschaltungen. Bei den üblichen Spannungen

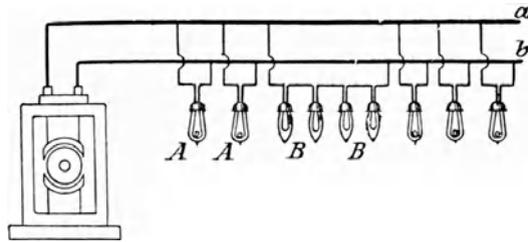


Abb. 32.

von 110 und 220 Volt werden die Lampen im allgemeinen parallel geschaltet. Jede Lampe *A* (Abb. 32) ist mit den Verteilungsleitungen *a* und *b* verbunden und kann für sich ein- und ausgeschaltet werden. Hintereinanderschaltung dient im allgemeinen nur für kleine Zierlampen niedriger Spannung. Dabei werden so viele Lampen *B* (Abb. 32) hintereinander geschaltet, daß die Summe ihrer Spannungen gleich ist der zwischen den Leitungen *a* und *b* herrschenden Spannung, somit gleich der Spannung der einzeln geschalteten Lampen *A*. Bei 100 Volt Leitungsspannung müssen also vier 25 Volt-Lampen hintereinander geschaltet werden. Die hintereinandergeschalteten Lampen werden zusammen ein- und ausgeschaltet; beim Durchbrennen einer Lampe erlöschen auch die übrigen Lampen.

Neben den Glühlampen können anderweitige Strom-

verbraucher, wie Bogenlampen und Motoren eingeschaltet werden.

Für Sonderzwecke wird die Schaltung der Glühlampen den jeweiligen Anforderungen angepaßt. Bei Glühlichtkronen wird verlangt, daß je nach Bedarf alle Lampen oder nur wenige Lampen leuchten. Treppenhausbeleuchtungen sollen sich im Hauseingang ein- und in jedem Stockwerk ausschalten lassen oder umgekehrt. In ähnlicher Weise muß sich eine Schlafzimerbeleuchtung in der Nähe der Tür und vom Bett aus ein- und ausschalten lassen. Sollen die Lampen für Treppenbeleuchtung in den späten Abendstunden nach dem Einschalten nur einige Minuten lang leuchten, so verwendet man selbsttätige Schalteinrichtungen.

91. Reinigen der Lampen. Beim Reinigen der Glühlampen von aufgelagertem Staub muß behutsam verfahren werden, damit nicht der Glühkörper durch übermäßige Erschütterung zerstört wird oder die Spitze des Glaskörpers abbricht.

Das Herausnehmen der Lampen aus den Fassungen und das Einsetzen der Lampen geschieht bei geöffnetem Stromkreis.

92. Ursachen für das Erlöschen der Lampen und Abhilfe.

a) Durchbrennen des Glühkörpers. Ersatzlampen müssen vorhanden sein, um sie beim Versagen von Lampen alsbald einsetzen zu können.

b) Lösen der Lampe in der Fassung. Durch Erschütterungen können sich die Lampenkontakte lösen, so daß das Licht zuckt oder ganz erlischt. Abgeholfen wird durch kräftiges Einschrauben der Lampe in die Fassung.

c) Mangelhafter Kontakt der Stecker für ortsveränderliche Lampen. Federn die geschlitzten Kontaktstecker, Abb. 43c, ungenügend und sitzen sie dadurch nur lose in den Buchsen der Anschlußdose, so kann die Federung durch Einschieben eines Messers in den Schlitz der Steckerbolzen wieder erreicht werden.

d) Störungen im Leitungsnetz sind in der Regel mit dem Durchschmelzen der Sicherungen und dem daraus

folgenden Unterbrechen des Stromkreises verbunden. Läßt sich die Beleuchtung durch Einsetzen neuer Sicherungen nicht wiederherstellen, so muß ein Sachverständiger zugezogen werden.

93. Auftrag für Lampenlieferung. Angegeben muß werden:

a) Die Leitungsspannung, mit der die Lampen betrieben werden.

b) Der Wattverbrauch oder die annähernde Lichtstärke der Lampen.

c) Die Lampenart, Metalldrahtlampe oder Kohlefadenlampe, ob klarer oder matter oder nur im unteren Teil matter Glaskörper, ob Birn- oder Kugelform verlangt wird.

d) Art des Lampensockels. Im allgemeinen handelt es sich um Lampen mit Schraubsockel (Abb. 30). Ist eine andere Fassungsbauart im Gebrauch, so muß es beim Auftrage teilen betont werden. Bei den Lampen mittlerer Leuchtkraft können die üblichen Edisonfassungen oder Goliathfassungen im Gebrauch sein; es darf daher beim Auftrage teilen nicht versäumt werden, die Art des Lampensockels anzugeben.

e) Die Lampenschaltung muß bekannt gegeben werden, wenn es sich um Lampen für Hintereinanderschalten handelt, weil nur zusammenpassende Lampen richtig brennen. In diesem Fall ist es am sichersten, die Nachbestellung an den Unternehmer zu geben, der die vorhandenen Lampen geliefert hat. Die Lampenbezeichnung wird vom früheren Lieferschein oder, wenn er fehlen sollte, vom Sockel der vorhandenen Lampen abgeschrieben.

94. Untersuchen eingehender Lampensendungen. Neu gelieferte Lampen müssen bald ausgepackt werden, damit für beschädigte Lampen vom Lieferanten Ersatz beansprucht werden kann. Nachsehen muß man, ob die gewünschte Lampenart für richtige Spannung geliefert ist und ob die Lampen unversehrt sind.

Bei oberflächlicher Untersuchung hält man jede Lampe gegen das Licht, um zu sehen, ob der Leuchtdraht nicht gebrochen ist. Genauer wird durch vorübergehendes Einschalten der Lampen in einen Stromkreis untersucht. Dabei

schaltet man zweckmäßig einen Widerstand, am einfachsten eine zweite Glühlampe, in den Stromkreis, so daß die zu untersuchenden Lampen nur schwach aufleuchten und nicht blenden. Außerdem muß nachgesehen werden, ob die Spitzen der Glaskörper unversehrt sind. Den Tisch, auf den die unverpackten Lampen abgelegt werden, versieht man mit einer weichen Decke. Zum Aufbewahren der Lampen wähle man eine von starken Erschütterungen freie Stelle.

Anderweitige Stromverbraucher.

95. Heiz- und Kocheinrichtungen. Durchfließt der elektrische Strom einen Widerstand, so wird elektrische Arbeit (vgl. 36) in Wärme umgewandelt. Die Wärme kann je nach der Bauart der Einrichtung zu Heiz- oder Kochzwecken verwertet werden. Wirtschaftliche Ausnutzung der elektrischen Wärmeerzeugung ist in großem Maßstab nur bei sehr niedrigen Strompreisen, 3—5 Pf. die kWh, möglich. Für kurzzeitige Benutzung, wie sie im Haushalt häufig vorkommt, lassen sich elektrische Heiz- und Kocheinrichtungen auch bei hohen Strompreisen mit Vorteil anwenden, indem dabei die Bequemlichkeit der elektrischen Wärmeerzeugung und die mit dem Fortfallen einer Flamme verbundene Feuersicherheit in den Vordergrund treten. Bei der technischen Anwendung elektrischer Heizung kommt unter Umständen in Betracht, daß sie durch die Möglichkeit der Erzeugung sehr hoher Hitzegrade, 1000—2000° C, den meisten anderen Wärmequellen überlegen ist.

Bedingung für die Haltbarkeit der elektrischen Wärme-einrichtungen ist richtiges Handhaben. Vor allem dürfen die Einrichtungen nur während der Benutzung an die Stromleitungen angeschlossen bleiben, weil die Heizkörper andernfalls überhitzt und zerstört werden. Das Anschließen nicht gefüllter Kochtöpfe oder unbenutzter Bügeleisen an die Stromleitungen ist daher unzulässig. Ferner dürfen die Einrichtungen nicht für wesentlich höhere Leitungsspannung

benutzt werden als wofür sie bestimmt sind; ein Überschreiten dieser Spannung um etwa 10% ist zulässig.

An Verbrauchskosten wird gespart, wenn man die Stromschaltung dem Wärmebedarf anpaßt (vgl. 97) und die Stromzuleitung unterbricht, sobald genügende Erwärmung erreicht ist.

Über die Verbrauchs- und Anschaffungskosten der am meisten benutzten Heiz- und Kocheinrichtungen ist eingangs berichtet (vgl. 2 und 3).

a) Bügeleisen. Von den elektrisch betriebenen Heizeinrichtungen wird in Haushaltungen das elektrisch geheizte Bügeleisen am meisten gebraucht. Die Heizkörper der Bügeleisen haben so große Dauerhaftigkeit, daß die zugehörige beim Handhaben des Bügeleisens stark beanspruchte Leitungsschnur mehr Beachtung erfordert als das Bügeleisen selbst. Für das Beschaffen von Leitungsschnüren mit widerstandsfähiger Umhüllung und für rechtzeitigen Ersatz beschädigter Leitungsschnüre muß Sorge getragen werden.

b) Kocheinrichtungen. - Kochtöpfe mit eingebautem Heizkörper verdienen hinsichtlich sparsamer Ausnutzung des elektrischen Stromes den Vorzug vor Kochplatten, die sich zum Aufstellen beliebiger Gefäße eignen. Beim Kochtopf ist die Ausnutzung der elektrischen Stromentnahme einschließlich des Anwärmens um 20—30% und für das Fortkochen um etwa 10% höher als bei der Kochplatte. Dagegen bietet die Kochplatte vielseitigere Ausnutzungsmöglichkeit, so daß bei Anschaffungen auch die geplante Verwendungsart berücksichtigt werden muß.

Meistens werden die Kocheinrichtungen im Anschluß an die Abzweigdosens für Tischlampen benutzt, so daß beim Verbrauch der Lichtstrompreis maßgebend ist. Für elektrisch eingerichtete Küchen empfiehlt es sich, gesonderte Zähler behufs Stromentnahme zum Einheitspreis für Kraftzwecke aufzustellen.

Bei elektrisch betriebenen Küchen rechnet man, ohne die Warmwasserbereitung für Spülzwecke, an täglichem Verbrauch für jedes Mitglied des Haushalts 0,5—0,9 kWh (Kilowattstunden), somit an Verbrauchskosten, bei einem Preis von 10 Pf. für 1 kWh, 5—9 Pf. Beim Kochen auf

Gas kann man an täglichem Verbrauch für die Person 0,3—0,4 cbm annehmen, bei einem Gaspreis von 12 Pf. für 1 cbm demnach 4—5 Pf. In beiden Fällen sind die Verbrauchskosten von der mehr oder minder sparsamen Benutzung der Einrichtung abhängig, so daß Unterschiede von 50% möglich sind, je nachdem das Kochen von einem sparsam arbeitenden Familienmitglied oder einem wenig sorgfältigen Dienstboten besorgt wird. Im übrigen zeigen diese Zahlen, daß elektrisches Kochen in ausgedehntem Maße nur bei niedrigen Strompreisen in Frage kommen kann.

c) Elektrische Öfen für Zimmerheizung werden meist nur aushilfsweise benutzt, wenn etwa beim Übergang zur kalten Jahreszeit vorübergehend geheizt werden soll und das Inbetriebnehmen einer Zentralheizung sich nicht lohnt. Elektrische Öfen bieten im Gegensatz zu den in solchen Fällen ebenfalls in Frage kommenden Gas- und Petroleumöfen den Vorteil, daß keine für die Atmung schädlichen Verbrennungsgase entstehen. Die elektrische Heizung ist geruchlos, wenn die Heizkörper von aufgelagerten Staubteilchen frei gehalten werden. Für den Verbrauch ist es gleichgültig, ob die Heizkörper aus Glühlampen oder Drahtwiderständen bestehen.

d) Elektrisch geheizte Fußwärmer, Teppiche, Kissen u. dgl. erfordern schonendes Handhaben und gründliches Überwachen, weil die leicht mögliche Abnutzung Feuergefahr einschließt. Beim Verwenden elektrisch geheizter Kissen oder Wärmeflaschen für Kinder und unbeholfene Kranke muß besonders sorgfältig verfahren werden. Sie sollten nicht ohne dauernde Überwachung in Betrieb genommen werden, um gefährlichem Überhitzen beim unrichtigen Handhaben oder beim Auftreten von Fehlern vorzubeugen. Vor allem beachte man, daß durch Einhüllen der Wärmeeinrichtungen in Decken so starkes Überhitzen möglich ist, daß Brandwunden und unter Umständen Feuergefahr entstehen können.

96. Elektromotorisch angetriebene Gebrauchsgegenstände, ausgestattet mit Motoren kleinsten Modells, wie Haartrockner, Massageapparate und mit Starkstrom betriebenes Kinderspielzeug, werden häufig von elektro-

technisch unkundiger Seite hergestellt. Sie können in unfachgemäßer Ausführung für den Laien nicht erkennbare Gefahr in sich bergen, sowohl durch mangelnde Feuer-sicherheit, wie durch Stromübergang auf den menschlichen Körper. Bei Anschaffungen sollte ein Fachmann, etwa

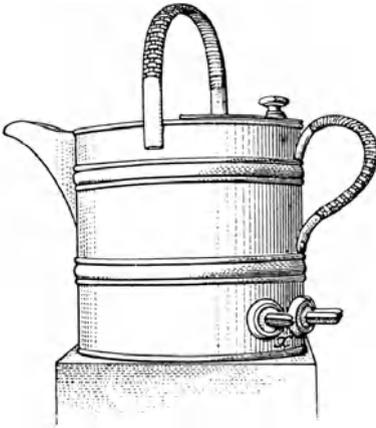


Abb. 33.

ein maßgebender Angestellter des Elektrizitätswerks, gehört werden.

Nicht gleich große Vorsicht ist beim Anschaffen elektromotorisch angetriebener Staubsauger, Waschmaschinen und ähnlicher Einrichtungen notwendig. Hier handelt es sich um größere Motoren, die meistens nach den Regeln der Starkstromtechnik hergestellt werden.

97. Verbinden elektrischer Wärmeeinrichtungen mit dem Leitungsnetz. Zum Zwecke des Anschließens an das Lei-

tungsnetz haben die Wärmeeinrichtungen Steckerstifte, wie sie bei der in Abb. 33 dargestellten Warmwasserkanne bei x zu sehen sind. Die zugehörige Leitungsschnur (Abb. 34)

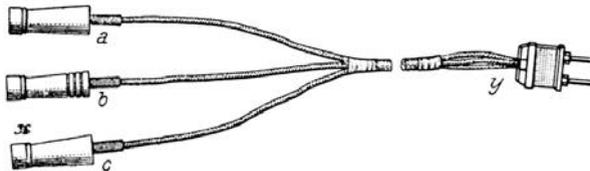


Abb. 34.

trägt am einen Ende Steckerhülsen x, die über die Steckerstifte am Heizkörper geschoben werden, und am anderen Ende einen Kontaktstecker y zum Verbinden mit den für Tischlampen u. dgl. üblichen Anschlußdosen.

Hat der Heizkörper drei Steckerstifte, so kann mit zugehöriger Leitungsschnur, die dann drei Steckerhülsen x

(Abb. 34) hat, verschiedene Wärmeabstufung erreicht werden. Das Schaltbild (Abb. 35) zeigt, daß zwei Steckerhülsen, in der Abbildung die Hülsen a und c, an den gleichen Leitungspol angeschlossen sind. Die für sich allein mit dem anderen Leitungspol verbundene Steckerhülse b ist in der Regel durch drei Ringe (Abb. 34) gekennzeichnet.

Die im Schaltbild (Abb. 35) mit W bezeichneten Heizwiderstände werden je nach der Verbindung mit dem Leitungsnetz von verschieden starkem Strom durchflossen und dadurch verschieden stark erhitzt. Dabei sind die nachbezeichneten Wärmeabstufungen möglich.

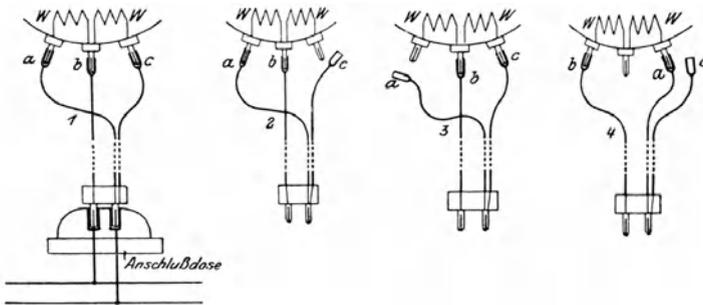


Abb. 35.

1. Stärkste Hitze. Steckerhülse b in der Mitte, die Steckerhülsen a und c links und rechts. Beide Heizkörper werden mit der vollen Spannung betrieben.

2 und 3. Mäßige Hitze. Steckerhülse b in der Mitte, nur eine der beiden anderen Steckerhülsen, a oder c, eingesteckt. Nur ein Heizkörper wird mit der Leitungsspannung betrieben, der andere bleibt abgeschaltet.

4. Schwache Erwärmung, etwa zum dauernden Warmhalten verwendet. Steckerhülse b auf der einen Seite und eine der Steckerhülsen a oder c auf der anderen Seite. Dabei sind die beiden Heizwiderstände hintereinander geschaltet, so daß jeder nur die halbe Leitungsspannung aufnimmt. Meistens kann man nach starkem Ankoehen bei der Schaltung 1 unmittelbar auf die Schaltung 4 übergehen und dadurch an elektrischem Verbrauch sparen.

Außer den vorerwähnten Einrichtungen, mit drei

Steckerstiften für den Anschluß an Zweileiternetze, haben die Einrichtungen für Drehstrombetrieb drei Anschlußkontakte. Solche Einrichtungen sind meist für hohe Stromentnahme in Großbetrieben bestimmt und von unterwiesenen Wärtern bedient.

98. Auftrag für Lieferungen. Beim Erteilen eines Auftrages für die Lieferung von Heizkörpern muß die Leitungsspannung angegeben werden, weil sich die Heizkörper bei zu hoher Spannung überhitzen und bei zu niedriger Spannung wirkungslos bleiben. Ein Heizkörper für 110 Volt würde bei einer Leitungsspannung von 220 Volt zerstört werden, ein Heizkörper für 220 Volt bei 110 Volt Leitungsspannung zu wenig Strom aufnehmen.

Ob Gleich- oder Wechselstrom verwendet wird, ist bei den Heizeinrichtungen im allgemeinen ohne Bedeutung, abgesehen von großen, für Drehstromschaltung bestimmten Heizeinrichtungen. Bei elektromotorisch betriebenen Einrichtungen muß man unterscheiden, ob Gleich- oder Wechselstrom zur Verfügung steht.

Apparate.

99. Regulierwiderstand. Durch Zu- oder Abschalten von Widerstand wird der Strom geschwächt oder verstärkt. Die Wärmeabgabe der Widerstände wird im Gegensatz zu den vorstehend beschriebenen Heizeinrichtungen nicht ausgenutzt, vielmehr muß für unschädliches Ableiten der erzeugten Wärme gesorgt werden. Das Ein- und Ausschalten der Widerstände geschieht in der Regel durch einen mit einer Kurbel versehenen, verschiebbaren Kontakt. Die Widerstände dienen unter anderem zum Regulieren der Magneterregung an elektrischen Maschinen und zum Regeln der Stromentnahme für Bogenlampen. Für Glühlampen werden zuweilen Vorschaltwiderstände benutzt, um die Lampen mit verminderter Lichtstärke leuchten zu lassen. Die hier verwendeten kleinen Widerstände sind in die Verdunkelungsschalter eingebaut, mit denen die Lampen

je nach der Schalterstellung auf volle oder verringerte Lichtstärke gebracht werden.

Die sich erwärmenden Widerstände müssen so aufgestellt werden, daß sie benachbarte brennbare Gegenstände nicht entzünden können. Erforderlichenfalls wird zwischen einer zum Befestigen des Widerstandes dienenden Holzwand und dem Widerstand ein Schutzblech angebracht, wobei dafür gesorgt werden muß, daß für hindurchziehende Kühlluft freier Raum zwischen der Wand und dem Blech bleibt. Unterbringen der Widerstände in geschlossenen, nicht gelüfteten Schränken ist unzulässig.

Die Kontakte, die durch Funkenbildung beim Verschieben der Schaltkurbel rauh werden und sich schwärzen, schleift man zeitweise mit feinkörnigem Glaspapier oder Schmirgelleinen ab. Durch Reinigen müssen die Widerstände staubfrei gehalten werden. Brüchige Widerstandsdrähte müssen erneuert werden, weil ein Abbrechen der Drähte während des Betriebes durch den an der Bruchstelle entstehenden elektrischen Lichtbogen feuergefährlich ist.

100. Anlasser für Elektromotoren. Zum Ingangsetzen der Motoren sind meistens Anlaßwiderstände erforderlich, um einer für den Motor und die Stromzuführung gefährlich hohen Stromstärke vorzubeugen. Die Anlasser, deren Schaltung im Motorstromkreis in Abb. 15–18 angegeben ist, bestehen aus Metallwiderständen, die bei zunehmender Umlaufzahl des Motors nach und nach ausgeschaltet werden, oder aus Flüssigkeitswiderständen. In letzterem Falle werden während des Anlaufens des Motors Eisenplatten in die Sodalösung in den Anlassergefäßen allmählich eingetaucht, wodurch der Flüssigkeitsquerschnitt für den Stromdurchgang vergrößert, der vorgeschaltete Widerstand also verringert wird. Während des regelrechten Betriebes des Motors dürfen die für kurz dauernden Stromdurchgang berechneten Widerstände nicht eingeschaltet bleiben. Widerstände, die zum Regeln der Umlaufzahl dienen, müssen für dauernde Strombelastung eingerichtet sein. Diese Widerstände sind größer und daher auch teurer als die nur zum Anlassen der Motoren bestimmten Widerstände.

Für das Instandhalten der Anlasser gilt das gleiche wie für Regulierwiderstände (vgl. 99, letzt. Abs.).

101. Schalter. Der Schalter dient zum Schließen und Öffnen des Stromkreises.

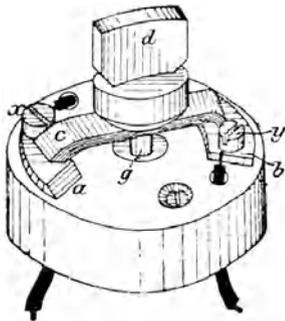


Abb. 36.

Die Wirkungsweise eines Schalters, wie er für Glühlampenstromkreise mit geringer Lampenzahl üblich ist, wird nachstehend an dem durch Abb. 36 schematisch dargestellten Apparat erläutert. Er besteht aus den auf einer isolierenden Grundplatte befestigten Kontaktplatten *a* und *b*, die durch Schrauben *x* und *y* mit den Leitungen verbunden sind, und aus dem mit Hilfe des isolierenden Griffes *d* um die Achse *g* drehbaren Kontaktbügel *c*. Der Stromkreis ist geschlossen, wenn der

Kontaktbügel *c* auf den Metallplatten *a* und *b* ruht, und geöffnet, wenn der Bügel *c* in der dazu rechtwinkligen Stellung steht.

Die fachkundigen Personen zugänglichen Schalter müssen Augenblicksschalter sein. Sie sind so gebaut, daß die Stromunterbrechung unter Federwirkung rasch geschieht und dadurch der zwischen den Kontakten sich bildende Lichtbogen sicher unterbrochen wird. Die Schalter müssen mit Gehäusen umgeben sein, die aus isolierendem Stoff hergestellt oder mit solchem überzogen oder ausgekleidet sind, und nichtleitende Griffe besitzen. Nur in elektrischen Betriebsräumen, woselbst die Schalter von fachkundigen Wärtern bedient werden, dürfen sie offene Kontakte haben, auch kommt die weitere obige Forderung, wegen des Ausschaltens unter Federwirkung, in Wegfall.

Sollen mehrere Leitungspole gleichzeitig unterbrochen werden, so verwendet man zwei- und dreipolige Schalter, in denen sich die Einrichtung des einpoligen Schalters (Abb. 36) zwei- oder dreimal wiederholt. Solche Schalter sind notwendig, wenn alle Leitungen gleichzeitig spannungslos gemacht werden sollen. Nur für Stromkreise mit wenigen Glühlampen sind nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker einpolige Schalter zu-

lässig. Ferner sind Schalter für geerdete und dadurch gegen Berühren ungefährliche Leitungen nicht erforderlich.

Sollen die Schalter nicht nur zum Schließen und Öffnen des Stromkreises, sondern auch zum Wechseln in der Zahl der eingeschalteten Lampen dienen, so verwendet man Umschalter. Das ist der Fall, wenn an Glühlichtkronen je nach Bedarf eine größere oder kleinere Lampenzahl eingeschaltet werden soll. Mit Hilfe von Umschaltern können Lampen von verschiedenen Stellen aus ein- und ausgeschaltet werden, indem man z. B. eine Schlafzimmerrampe mit einem neben der Zimmertür angebrachten Schalter ein- und mit einem am Bett angebrachten Schalter ausschaltet oder umkehrt.

Die Umschalter für Glühlichtkronen mit meistens zwei Lampengruppen, die je nach Wunsch getrennt oder zusammen benutzt werden, nimmt man zweckmäßig mit Schaltmöglichkeit bei Rechts- und Linksdrehung, im Gegensatz zur sonst üblichen Schaltgriffdrehung nur nach rechts. Mit dem Rechts- und Linksschalten kann man von der Nullstellung aus, durch Rechts- oder Linksdrehen in die nächste Ruhelage, eine der beiden Lampengruppen einschalten und durch entgegengesetztes Drehen ausschalten. Dreht man den Schaltgriff aus der Nullstellung in die zweite Ruhelage, so werden beide Lampengruppen ein- und durch entgegengesetztes Drehen ausgeschaltet. Derart gebaute Schalter bieten den Vorteil, daß das sonst beim Ausschalten einer Lampengruppe notwendige vorübergehende Einschalten der zweiten Lampengruppe wegfällt.

Die Schalter werden an den Stellen angebracht, von denen aus das Unterbrechen des Stromkreises am zweckmäßigsten geschieht, für die Beleuchtungseinrichtungen in Zimmern bequem erreichbar neben der Tür. Werden die Schalter aus irgendwelchen Gründen außer Handbereich angebracht, so bedient man sie mit Zugschnur oder verlängerter Schalterachse.

Sind die elektrischen Einrichtungen nicht regelmäßig im Betrieb, wie es bei Beleuchtungsanlagen für Versammlungsräume oder bei nicht das ganze Jahr hindurch benutzten Wohnungen der Fall ist, so empfiehlt sich der Einbau eines allpoligen Schalters in die Stromzuleitungen.

Man kann dann die Leitungsanlage in allen Teilen spannungslos machen und dadurch eine bei Fehlern in den Leitungen sonst mögliche Feuersgefahr verhüten.

Das Bedienen der Schalter soll nicht zögernd geschehen, namentlich achte man darauf, daß der Schalterhebel nur die dem geschlossenen oder geöffneten Stromkreis entsprechenden Stellungen, keine Zwischenstellung, einnimmt. Erlahmen die zu diesem Zweck vorhandenen Federn, so muß zur Verhütung weiterer Schäden für baldige Abhilfe gesorgt werden. Gleiches gilt, wenn die Schalter sich erwärmen oder an mangelhaften Kontakten ein von Lichtbogenbildung herrührendes zischendes Geräusch auftritt. Die Abhilfe besteht im Nachspannen oder Erneuern der Federn, sowie im Reinigen der Kontaktflächen mit feinkörnigem Schmirgellein. Lassen sich die Fehler auf diese Weise nicht beheben, so sorge man umgehend für Auswechseln der Schalter durch neue.

Die Stromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, finden sich auf dem Gehäuse verzeichnet.

102. Schmelzsicherungen. Richtig bemessene Schmelzsicherungen unterbrechen einen überlasteten Stromkreis selbsttätig und verhindern dadurch Überhitzen und Glühendwerden der Leitungen. Die Sicherungen enthalten Drähte oder Metallstreifen, die abschmelzen, ehe der Strom die zu schützende Drahtleitung in gefährlicher Weise erwärmen kann. Sicherungen sind im allgemeinen vor jeder Verjüngung des Leitungsquerschnitts erforderlich, um den hinter der Sicherung beginnenden schwächeren Draht zu schützen. Eine Ausnahme besteht für die letzten Leitungsverzweigungen, die meistens gemeinsam gesichert werden.

Soweit die Sicherungen nicht in elektrischen Betriebsräumen angebracht werden, müssen ihre spannungsführenden Teile gegen unwillkürliches Berühren isolierend und feuersicher umkapselt sein. Die Sicherungen von 6—60 Ampere Nennstromstärke müssen in dem Sinne unverwechselbar sein, daß fahrlässiges oder irrtümliches Verwenden von Schmelzeinsätzen für zu hohe Stromstärke ausgeschlossen ist. Das wird erreicht, indem die Schmelzdrähte oder -streifen in auswechselbaren Patronen oder Stöpseln untergebracht sind, und die Sicherungssockel

Stellschrauben erhalten, die das Einsetzen zu starker Schmelzeinsätze verhindern.

Eine zweipolige Sicherung veralteter Bauart, die sich für nachstehende Erläuterung eignet, ist in Abb. 37 dargestellt. Die Sicherung besteht aus den auf einer isolierenden und feuersicheren Grundplatte befestigten Kon-

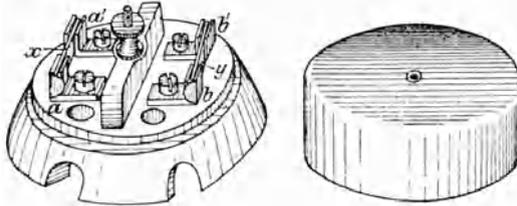


Abb. 37.

takteilen $a a'$ und $b b'$, zwischen die die Schmelzstreifen x und y eingesetzt werden. Sind die Stromzuführungen mit den Kontakten a und b und die zu den Lampen führenden Leitungen mit den Kontakten a' und b' verbunden, so werden bei zu hoher Stromstärke die Schmelzeinsätze x und y abschmelzen und den Stromlauf zur Fehlerstelle unterbrechen.

Eine viel verwendete Sicherungspatrone ist in Abb. 38a dargestellt. Sie enthält den Schmelzdraht derart eingeschlossen, daß selbst bei heftigem Kurzschluß und dem damit verbundenen Durchschmelzen der Sicherung keine Feuererscheinung möglich ist. Die nach dem Durchschmelzen wertlose Sicherungspatrone muß gegen eine neue ausgewechselt werden. Zu dem Zweck ist die Patrone Abb. 38a, wenn sie in die Hülse des Schraubkopfes Abb. 38b eingesetzt wird, in ihr federnd festgehalten. Schraubt man die so vereinigten Teile a und b in den Sicherungssockel, so ist der in der Patrone enthaltene Abschmelzdraht in den Stromkreis geschaltet. Abb. 41 zeigt eine Verteilungstafel mit acht Sicherungssockeln und den die Patronen enthaltenden Schraubköpfen.

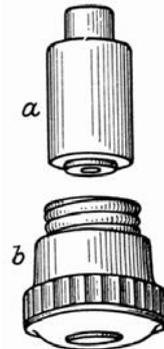


Abb. 38.

Damit man erkennen kann, ob eine Sicherung durchgeschmolzen ist, trägt der Kopf der Sicherungspatrone eine Kennvorrichtung, die durch ein Fensterchen an der Stirnseite des Schraubkopfes sichtbar bleibt. Abb. 39 zeigt die Stirnseite des Schraubkopfes mit Patrone bei unversehrter Kennvorrichtung x, Abb. 40 bei herausgefallener Kennvorrichtung, nachdem die Sicherung durchgebrannt ist. Die Kennvorrichtung besteht aus einem, je nach der zulässigen Strombelastung der Patrone, verschieden gefärbten Scheibchen (x Abb. 39) mit dahinter liegender, das Herausschleudern des Scheibchens bewirkender Spiralfeder. Beide Teile, Kernscheibchen x und Spiralfeder, sind in Abb. 40 hinter dem Fenster des Schraubkopfes sichtbar; dadurch kann eine durchgeschmolzene Sicherung aus der Reihe der übrigen Sicherungen leicht herausgefunden werden. Die zulässige Strombelastung



Abb. 39.



Abb. 40.

Die zulässige Strombelastung

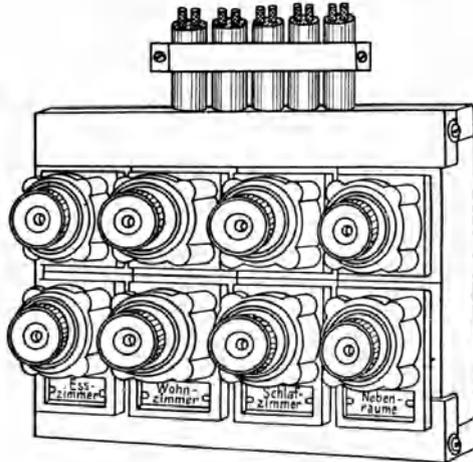


Abb. 41.

einer Sicherungspatrone ist auf ihrem Kopf verzeichnet, z. B. „6 A, 550 V“, d. h. die Patrone ist für einen Strom-

kreis bestimmt, der im regelrechten Betrieb höchstens von 6 A bei einer Spannung von höchstens 500 Volt durchflossen wird.

Damit die Sicherungen beim Auftreten zu hoher, für die Leitungsanlage gefährlicher Stromstärke richtig wirken, müssen die Schmelzdrähte genau erprobte Abmessungen haben und zweckentsprechend in die Patrone eingebaut sein. Da die von wenig verläblicher Seite hergestellten oder gar instandgesetzten Patronen diesen Anforderungen nicht genügen und daher feuergefährlich sind, so sollte man die Sicherungen nur von guten Bezugsquellen entnehmen und jedenfalls auf das Instandsetzen durchgebrannter Patronen verzichten. Verlässliches Instandsetzen der Patronen würde mindestens ebensoviel kosten, wie das Herstellen neuer Patronen, es wird daher von vertrauenswürdigen Unternehmern nicht ausgeführt. Ebenso verwerflich ist es, durchgebrannte Sicherungspatronen mit Leitungsdrähten oder Staniolstreifen zu überbrücken und dadurch den Stromlauf wieder herzustellen.

Um das Ersetzen durchgebrannter Sicherungspatronen zu erleichtern und dadurch gefährlichen Mißgriffen beim Instandsetzen der Sicherungen vorzubeugen, sollten an jeder Sicherungstafel einige Ersatzpatronen bereitgelegt sein. Am zweckmäßigsten werden sie in einem Kästchen aufbewahrt, das neben der Sicherungstafel angebracht ist und eine aufgeklebte Anleitung für das Patronen-Auswechseln trägt.

Nach dem Fertigstellen einer Anlage verschaffe man sich Aufklärung, wo und unter welchen Bezeichnungen neue Sicherungen erhältlich sind und wie sie eingesetzt werden, auch lasse man sich zeigen, wie man erkennt, daß Sicherungen durchgeschmolzen sind.

103. Ersatz durchgeschmolzener Sicherungen. Schmilzt eine Sicherung durch, so soll, ehe man eine neue Sicherung einsetzt, die Leitung untersucht und ein etwaiger Fehler beseitigt werden. In dringenden Fällen kann man den Versuch machen, ohne weiteres eine neue Sicherung einzusetzen. Schmilzt die Sicherung abermals, so muß die Leitung bis nach dem Beseitigen des Fehlers ausgeschaltet bleiben, und zwar am besten an beiden Polen, indem man auch die etwa unbeschädigte Sicherung im entgegengesetzten Leitungspol herausnimmt. Beim Einsetzen einer

Sicherung soll der Stromkreis, wenn zugänglich, mit dem zugehörigen Schalter unterbrochen werden.

Werden Sicherungen durch Stromüberlastung, z. B. durch das Einschalten zu vieler Lampen zum Durchschmelzen gebracht, so ist meist auch bei wenig guten Fabrikaten ein ungefährliches Wirken der Sicherungen zu erwarten. Anders verhält es sich bei Kurzschlüssen in den Leitungen, wobei schlecht gebaute Sicherungen explosionsartig zerspringen können. Daher muß auf gute Bezugsquellen für die Sicherungen, wie vorerwähnt, größter Wert gelegt werden.

104. Schalttafel. Um die Apparate, namentlich die Sicherungen, ordnungsmäßig bedienen zu können, werden sie an leicht zugänglichen Stellen auf Schalttafeln vereinigt.

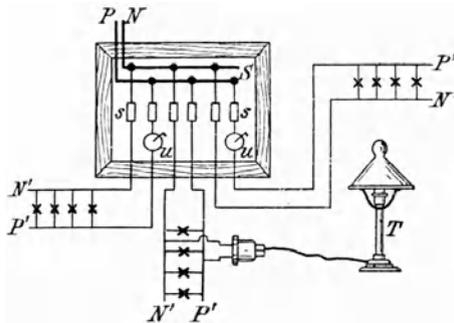


Abb. 42.

Schildchen mit Aufschrift (vgl. Abb. 41) müssen erkennen lassen, zu welchen Lampengruppen die Apparate gehören.

Das Schema einer Schalttafel nebst Stromverteilungsleitungen zeigt Abb. 42. Die Sammelschienen S sind mit den Stromzuleitungen P und N verbunden. Die drei Lampenstromkreise $P' N'$ sind unter Zwischenschalten der Sicherungen s abgezweigt. Werden die Schalter für die Stromkreise nicht in den zugehörigen Räumen verteilt, so finden sie auf der Schalttafel bei u Aufnahme. Von einem der Leitungspaare ist die ortsveränderliche Lampe T mit Kontaktstecker und Leitungsschnur abgezweigt.

Fehlerhaft wäre es, unter Weglassen von Schalttafeln

die Sicherungen im Leitungsnetz zerstreut, gerade dort anzuordnen, wo ein Abzweigen von Leitungen notwendig ist. Dadurch würde das beim Untersuchen einer Leitungsanlage mit Hilfe der Sicherungen vorzunehmende Unterteilen des Netzes, sowie das Nachprüfen der Sicherungen erschwert oder unmöglich werden. Die Folge wäre erheblich beeinträchtigte Betriebssicherheit.

105. Anschlußdosen. Anschlußdosen dienen zum Abzweigen beweglicher Leitungsschnüre von festverlegten Leitungen.

a) Anschlußdosen für ortsveränderliche Stromverbraucher haben lösbare Kontakte (Stecker). In Abb. 43 sind eine Anschlußdose, ohne die den Abschluß der Kontaktteile bewirkende Kappe, und der zugehörige Stecker dargestellt. Die Klemmen *a* und *b* dienen für den Anschluß an die fest verlegten Leitungen, die Verbindungen mit den geschlitzten und dadurch federnden Kontaktbolzen des Steckers *c* werden in den Hülsen *a'* und *b'* bewirkt. Die Enden der Leitungsschnur *l* sind mit den Kontaktklemmen im isolierenden Griff *c* des Steckers leitend verbunden.

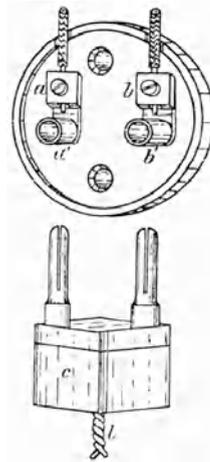


Abb. 43.

Die Stecker müssen so gebaut sein, daß sie in keine Anschlußdose passen, die für höhere Strombelastung bestimmt ist, als die an den Stecker angeschlossene Leitung nebst Lampe, Motor oder dgl. verträgt. Für einzelne Zwecke ist es notwendig, daß der Stecker zum Vermeiden von Polverwechslung nur in bestimmter Stellung eingesetzt werden kann. Bestehen für die Stromentnahme von Elektrizitätswerken verschiedene Preise für Licht- und Kraftzwecke, so müssen die Stecker derart voneinander abweichen, daß die Stecker für den teureren Lichtstrom in die Dosen für Kraftstrom nicht passen. Werden die Stecker in Räumen benutzt, in denen Stromübergang durch den Körper beim Berühren blanker Kontaktteile gefährlich ist, so müssen sie Schutzhülsen haben,

die einem Berühren der Steckerbolzen während des Einsteckens in die Anschlußdose vorbeugen.

Die zulässige Betriebsstromstärke und -spannung sind auf der Anschlußdose und auf dem Stecker vermerkt.

Nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind Sicherungen in den Anschlußdosen nicht verlangt, sie werden nur verwendet, wenn die Schnurleitungen und zugehörigen Apparate der Beschädigung besonders ausgesetzt sind. Durch behördliche Vorschriften außerhalb Deutschlands werden teilweise Sicherungen in den Anschlußdosen gefordert.

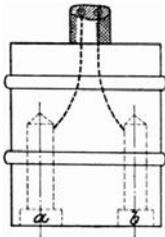


Abb. 44.

Lange Schnurleitungen werden leicht beschädigt und sollten daher tunlichst vermieden werden; ist das nicht möglich, so werden sie für Werkstattbetrieb u. dgl. mit widerstandsfähiger Umhüllung genommen. In Wohnräumen nehme man die Schnurleitungen nicht über 4 m lang. Will man ausnahmsweise von einer Anschlußdose fernliegende Stellen mit

einer ortsveränderlichen Lampe erreichen, so verwendet man eine für solchen Zweck meist nur vorübergehend benutzte

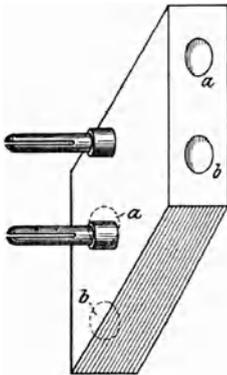


Abb. 45.

Verlängerungsschnur. Die Verlängerungsschnur trägt am einen Ende einen Stecker, Abb. 43c, und am anderen Ende einen Kupplungsstecker, Abb. 44, mit den Kontakthülsen *a* und *b* zum Verbinden mit dem Stecker an der Lampenschnur.

Sollen von einer Anschlußdose zwei Schnurleitungen abgezweigt werden, so ist es unzulässig, beide Schnurleitungen mit einem gemeinsamen Stecker zu versehen. Man bedient sich dabei eines Hilfssteckers, Abb. 45, der auf zwei Seiten die Steckerhülsen *a* und *b* enthält und durch seine Steckerbolzen mit der

Anschlußdose verbunden wird.

Beim Bedienen der Schnurleitungen beachte man, daß nicht durch Ziehen an der Leitungsschnur abgeschaltet werden darf, weil dadurch die Leitungsanschlüsse im

107. Spannungszeiger. Der Spannungszeiger, in Abb. 47 mit V bezeichnet, wird wie eine Glühlampe mit dem Leitungsnetz verbunden und gibt die Spannung zwischen denjenigen Punkten der Leitungen an, von denen die zum Apparat führenden Drähte abzweigt sind. Bei der dargestellten Schaltung wird die zwischen den Punkten x und y herrschende Spannung abgelesen.

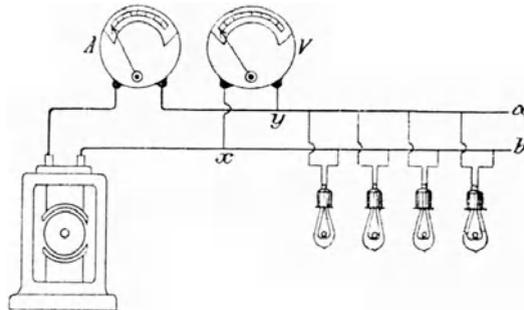


Abb. 47.

Spannungszeiger sind in der Regel nur in Kraftwerken zum Einhalten der richtigen Betriebsspannung notwendig.

108. Elektrizitätszähler. Die Zähler ermöglichen das Verrechnen des Verbrauchs auf Grund eines vereinbarten Tarifs. Der Verbrauch in Kilowattstunden wird am Zifferblatt des Zählers in der Regel unmittelbar abgelesen.

Für die Zähleraufstellung wähle man einen trockenen Raum, der für die das Ablesen besorgenden Angestellten des Elektrizitätswerks leicht zugänglich sein muß. Das Ablesen sollte ohne Benutzen einer Leiter oder eines Trittes möglich sein. Bei Leitungsanlagen, die an Straßennetz angeschlossen sind, wird für den Zähler ein Platz in der Nähe der Leitungseinführung verlangt.

Vor dem Zähler wird zweckmäßig ein allpoliger Schalter angebracht, so daß die Leitungsanlage bei Nichtbenutzung vom Versorgungsnetz getrennt werden kann. Damit wird vermieden, daß der Zähler bei Isolationsfehlern in den Leitungen weiterläuft. Im übrigen ist das Abschalten zweckmäßig, um sich davon zu überzeugen, daß der Zähler keinen Leerlauf hat, d. h. ohne Stromentnahme nicht vorrückt.

Die Größe der Zähler paßt man der zu erwartenden Strombelastung tunlichst an, weil dann die Genauigkeit der Messung erhöht wird. Für Lichtbetrieb, wobei selten alle Lampen gleichzeitig brennen, genügt es, die Zähler für 80% der vorhandenen Lampen zu nehmen. Für Motorenbetrieb müssen die Zähler reichlicher bemessen werden, als der normalen Stromentnahme durch die Motoren entspricht, um ein Beschädigen der Zähler durch die beim Ingangsetzen der Motoren und bei vorübergehenden Überlastungen vorkommenden höheren Stromstärken zu verhüten.

Die Art des Berechnens der Stromentnahme bedingt verschiedene Zähleranordnungen, von denen die wesentlicheren nachstehend beschrieben werden.

a) Zeitzähler sind Uhren, die lediglich die Dauer der Stromentnahme anzeigen. Sie genügen bei gleichbleibender Stromentnahme, wenn etwa ein Motor mit unveränderlicher Belastung betrieben wird.

b) Doppeltarifzähler sind notwendig, wenn nach zwei Tarifen, je nach der Tageszeit der Stromentnahme, verrechnet wird. Das Meßgerät des Zählers wird durch ein Uhrwerk jeweilig mit einem von zwei Zählwerken verbunden, wovon das eine zum Verrechnen des Verbrauchs nach dem hohen, das andere nach dem niedrigen Tarif dient. Der hohe Tarif hat für die Zeiten der starken Beanspruchung des Elektrizitätswerks Geltung, im Winter meist von 4 Uhr nachmittags bis 8 Uhr abends.

Die Stromabnehmer sind in der Lage, während der ihnen bekannten und am Zählwerk ersichtlichen Stunden des hohen Tarifs die Stromentnahme einzuschränken, indem sie etwa nicht dauernd benötigten Motorbetrieb in die Zeit des niedrigen Tarifs verlegen.

c) Selbstkassierender Zähler. Für kleinen Verbrauch haben einige Elektrizitätswerke selbstkassierende Zähler eingeführt. Sie ermöglichen die Stromentnahme nach Art der bekannten Automaten durch Einwerfen einer bestimmten Münze, in der Regel eines 10-Pfennigstücks. Die eingeworfenen und für Stromentnahme noch nicht verbrauchten Münzen sind hinter Glas sichtbar, oder es läßt sich ihre Zahl an einem Zifferblatt ablesen. Die Apparate haben außerdem das übliche Zählwerk. Der

Tarif ist im Vergleich zu demjenigen ohne Selbstkassierung etwas erhöht, indem er die Zählermiete einschließt. Der Abnehmer ist durch das zur Stromentnahme notwendige Geldeinwerfen in den Zähler aller Verpflichtungen dem Elektrizitätswerk gegenüber enthoben.

d) Höchststrom - Anzeiger sind notwendig, wenn der Tarif nach dem Höchstwert der gleichzeitigen Entnahme abgestuft ist.

e) Überlastungsschalter (Strombegrenzer) dienen für Pauschaltarif, wenn ein vereinbarter Höchststrom nicht überschritten werden darf. Sie bewirken Unterbrechen der Stromlieferung, sobald die zulässige Stromstärke überschritten wird, und schalten für dauernde Stromentnahme wieder ein, sobald der regelrechte Zustand hergestellt ist.

109. Ablesen der Elektrizitätszähler. Durch regelmäßiges etwa allmonatliches Ablesen des Zählers und Buchen des Verbrauchs kann sich der Stromabnehmer über seinen Verbrauch auf dem Laufenden halten, vorkommende Vergeudung bei der Stromentnahme rechtzeitig entdecken und dadurch unliebsamer Überraschung beim Eingang der Verbrauchsrechnung vorbeugen. Dazu kommt die Möglichkeit des Nachprüfens der Rechnungen. Wichtig ist das Ablesen, wenn nach Höchstentnahme bezahlt wird und man bemüht bleiben muß, die Stromstärke niedrig zu halten.

Das Ablesen eines mit Zifferblättern versehenen Zählers wird nachstehend an den in Abb. 48 wiedergegebenen Zeigerstellungen erläutert.

Die drei untereinander gezeichneten Zeigerstellungen seien durch den Verbrauch in zwei aufeinanderfolgenden Monaten (Januar und Februar) entstanden. Beim Ablesen (das Ergebnis steht rechts neben den Zifferblättern) beginnt man mit den hohen Zahlenwerten. Der Zählerstand am 1. Januar (598) bietet keine Schwierigkeit, dagegen können die Zeigerstellungen am 1. Februar und 1. März wie sie infolge von Zahnluft vorkommen, Irrtümer verursachen. Am 1. Februar steht der Zeiger des Zifferblattes 1000 auf 2, trotzdem muß 1 abgelesen werden, weil der Zeiger des Zifferblattes 100 erst zwischen 8 und 9 und nicht schon wieder auf 0 oder vor 0 steht. Wenn 2859 statt des richtigen 1859 abgelesen werden sollte, müßte

der Zeiger-des Zifferblattes 1000 in der Nähe von 3 stehen. Daß man am 1. März 2498 statt 2598 ablesen muß, erklärt sich am einfachsten durch den Vergleich mit der Zeigerstellung am 1. Januar, die die Ablesung 598 ergibt. Beim regelmäßigen Verrechnen des Verbrauchs heben sich Ablesefehler auf, indem zu viel berechneter Verbrauch bei der folgenden Rechnung als Minderverbrauch sich geltend macht und umgekehrt zu wenig berechneter Verbrauch bei der folgenden Rechnung als Mehrverbrauch.



Abb. 48.

Sind die Zähler mit springenden Zahlen versehen, so geben die nebeneinanderstehenden Zahlen ohne weiteres den jeweiligen Zählerstand.

Zum Berechnen des Verbrauchs bedient man sich folgender Tabelle, wobei angenommen sei, daß ein Strich des Zifferblattes 1 in Abb. 48 eine Kilowattstunde bedeutet.

| Tag der Ablesung | Ablesung | Voreilung | Verbrauchskosten bei 40 Pf. für 1 kWh Mk. |
|------------------|------------------------------|-----------|---|
| | Verbrauch in Kilowattstunden | | |
| 1916 | | | |
| 1. Januar | 598 | — | |
| 1. Februar | 1859 | 1261 | 504,40 |
| 1. März | 2498 | 639 | 255,60 |

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ergibt sich der Verbrauch, indem man den am Anfang eines Zeitabschnitts abgelesenen Zählerstand vom Zählerstand am Ende des Zeitabschnitts abzieht. Um den Verbrauch im Januar zu erhalten, wird der Zählerstand am 1. Januar „598“ vom Zählerstand am 1. Februar „1859“ abgezogen; im Januar wurden sonach $1859 - 598 = 1261$ Kilowattstunden verbraucht.

Lassen sich die Verbrauchseinheiten am Zähler nicht unmittelbar ablesen, so müssen die aus den Zählerablesungen berechneten Voreilungen mit der Zählerkonstanten multipliziert werden. Ist die Zählerkonstante gleich 0,5, d. h. entspricht ein Strich des Zifferblattes 1 einem Verbrauch von 0,5 Kilowattstunden, so muß die aus den Zählerablesungen sich ergebende Voreilung mit 0,5 multipliziert werden. Die nach der Tabelle für den Monat Januar ermittelte Zähler-Voreilung entspricht dann einem Verbrauch von: $1261 \cdot 0,5 = 630,5$ Kilowattstunden.

110. Prüfen der Elektrizitätszähler. Das Gesetz, betr. die elektrischen Maßeinheiten, vom 1. Juni 1898 schreibt vor, daß die Angaben der bei der gewerblichen Abgabe elektrischer Arbeit benutzten Meßgeräte auf den gesetzlichen Einheiten beruhen müssen, und verbietet den Gebrauch unrichtiger Meßgeräte. Gesetzlicher Zwang zum amtlichen Prüfen der elektrischen Meßgeräte und der dabei namentlich in Frage kommenden Elektrizitätszähler ist nicht eingeführt. Indes steht es jedermann frei, eine amtliche Prüfung herbeizuführen. Regelmäßiges Prüfen der Elektrizitätszähler ist geeignet, das hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Angaben verschiedentlich bestehende, selten berechnete Mißtrauen zu beseitigen. Amtliche Prüfungen erfolgen durch die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg, beaufsichtigten elektrischen Prüfümter in Bremen, Chemnitz, Frankfurt a. M., Hamburg, Ilmenau, München und Nürnberg.

Nach der Prüfung eines Elektrizitätszählers auf die durch die Prüfordnung festgesetzten Fehlergrenzen wird seitens des Prüfamtes ein Prüfungsschein ausgefertigt und der Zähler mit dem durch die Prüfordnung festgesetzten Stempelzeichen versehen. Außerdem wird der Zähler durch

das Bleisiegel des Prüfamtes verschlossen. Zähler, die ihrer Bauart nach nicht dauernd verschließbar sind, werden für die Prüfung nicht angenommen.

Die Höhe der durch Tarif festgesetzten Prüfgebühren richtet sich nach der Stromstärke, für die ein Zähler bestimmt ist, und nach der Art des Zählers (Zweileiter- oder Dreileiterzähler), in geringem Maße auch nach der Spannung, für die ein Zähler gebaut ist. Bei Zählern für Stromstärken bis 30 Ampere, bei 220 Volt Spannung, betragen die Prüfgebühren je nach der Zählergröße (Höhe der Stromstärke) M. 4 bis M. 8,50.

Leitungen.

111. Herstellen der Leitungsanlagen. Je nachdem es sich um Leitungsanlagen für Arbeits- und Lagerräume oder für besser ausgestattete Räume handelt, kommt für die Ausführung lediglich Betriebssicherheit und Zweckmäßigkeit oder auch möglichst wenig sichtbares Anordnen der Leitungen in Frage.

In Arbeits- und Lagerräumen werden die Leitungen offen und gut übersichtlich am besten in Rohren verlegt, so daß sie zum Instandsetzen und etwa nötigen Erweitern der Anlagen in allen Teilen zugänglich bleiben. Sind die Räume feucht oder sind ätzende Dünste vorhanden, wie es in chemischen Fabriken und Stallungen der Fall ist, so erfordert das Leitungslegen große Vorsicht und Erfahrung, wenn mit genügender Dauer der Einrichtungen gerechnet werden soll. Handelt es sich um derart erhöhte Anforderungen, so halte man sich an bewährte Unternehmer.

Für Wohn- und Geschäftsräume, Läden und besser ausgestattete Gasthäuser werden verdeckte Leitungen und meistens auch in die Mauer eingelassene Schalter und Anschlußdosen verlangt, so daß nur die Schaltergriffe aus den in der Regel mit Glasplatten überdeckten Schaltstellen hervorragen.

112. Leitungssysteme. Die am meisten verwendeten Leitungssysteme sind nachstehend unter Angabe der wesentlichen Merkmale aufgezählt:

a) Zweileitersystem. Es ist das die einfachste und übersichtlichste Leitungsanordnung, indem zwei Leiter a und b (Abb. 49) zu den Lampen geführt und diese parallel geschaltet von den Leitern abgezweigt werden.

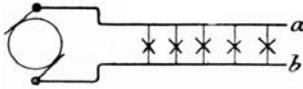


Abb. 49.

Als Spannung im Zweileitersystem sind 110 und 220 Volt gebräuchlich. Für die gleichen Spannungen müssen die Lampen genommen werden.

b) Dreileitersystem. Wie Abb. 50 zeigt, sind zwei Zweileitersysteme ac und cb so hintereinander geschaltet, daß die Hinleitung c des einen Systems mit der Rückleitung c des anderen Systems zusammenfällt. In den Leitungsverzweigungen wird das Dreileitersystem in zwei Zweileitersysteme ac' und bc'' aufgelöst, wobei in die zu beleuchtenden Räume meist nur eines der beiden

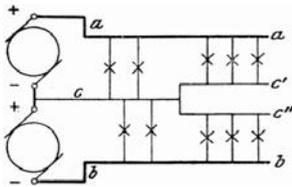


Abb. 50.

Zweileitersysteme eingeführt wird. Die Spannung im Dreileitersystem beträgt im allgemeinen $2 \cdot 110$ oder $2 \cdot 220$ Volt, so daß zwischen dem Außenleiter a und Mittelleiter c und dem Außenleiter b und Mittel-

leiter c 110 oder 220 Volt bestehen. Die Spannung zwischen den Außenleitern a und b beträgt dann 220 oder 440 Volt. Lampen werden zwischen einen der Außenleiter und den Mittelleiter geschaltet, Motoren dagegen in der Regel von

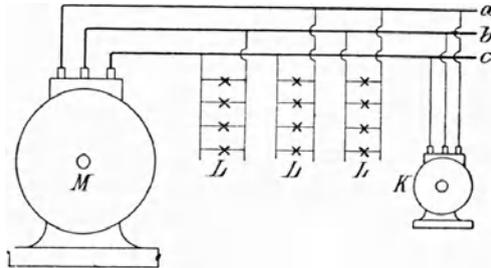


Abb. 51.

leiter c 110 oder 220 Volt bestehen. Die Spannung zwischen den Außenleitern a und b beträgt dann 220 oder 440 Volt. Lampen werden zwischen einen der Außenleiter und den Mittelleiter geschaltet, Motoren dagegen in der Regel von

den Außenleitern abgezweigt, also mit der doppelten Lampenspannung betrieben.

c) Drehstromsystem. Es handelt sich, wie beim Dreileitersystem (vgl. b), um drei Leitungen, die aber hinsichtlich der gegenseitigen Spannungen gleichwertig sind, d. h. die Spannungen zwischen den Leitern a , b und c (Abb. 51) sind unter sich gleich. Die Lampenstromkreise L können beliebig zwischen die drei Phasenleitungen a , b und c geschaltet werden, Motoren K werden an alle drei Leitungen angeschlossen.

Die Spannungen zwischen den drei Phasenleitungen betragen in der Regel 110 oder 220 Volt.

Bei der Drehstrom-Vierleiterschaltung (Abb. 52) kommt ein vierter Leiter O hinzu, der geerdet ist und daher gegen Erde der Spannung „Null“ hat. Dabei werden die Lampen L , zwischen eine der drei Phasenleitungen a , b oder c und den Nulleiter geschaltet, in der Regel mit 220 Volt betrieben. Motoren K (Abb. 52) erhalten Anschluß an die drei Phasenleitungen a , b , c , zwischen denen Spannungen von 380 Volt bestehen, wenn die Spannungen zwischen den Phasenleitungen und dem Nulleiter 220 Volt betragen.

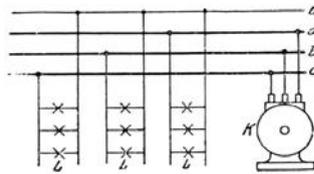


Abb. 52.

113. Anschluß an Versorgungsnetze. Die Anschlüsse für Hauseinrichtungen werden von den im Straßengrund liegenden Stromverteilungskabeln oder bei Überlandnetzen von oberirdischen Leitungen abgezweigt.

Den Anschluß einer Hausanlage an ein Gleichstrom-Dreileiternetz (vgl. 112 b) zeigt Abb. 53. An die drei Kabel $+ 0 -$ (die drei Leiter können auch in einem Kabel vereinigt sein, wie Abb. 54 zeigt) sind die Anschlußkabel mit Muffen angeschlossen und im Gebäude hinter der Einführungsstelle mit einem Endverschluß versehen. Von hier aus werden die Leitungen auf dem Weg durch die Hausanschlußsicherungen und den Elektrizitätszähler zu den Verteilungstafeln geführt. Vor dem Zähler wird zweckmäßig ein Hauptschalter eingebaut (vgl. 108 Abs. 3). Auf

den Verteilungstafeln, von denen eine mit ihren Sammelschienen im Schaltbild angegeben ist, sind die Lampenstromkreise abwechselnd von einem Außenleiter und vom Mittelleiter und die Motorstromkreise von den Außenleitern abgezweigt. Für Licht- und Motorbetrieb ist ein gemeinsamer Zähler angenommen, was zutrifft, wenn kleine Motoren kurzzeitig im Betrieb sind und dann das Aufstellen von zwei Zählern, von denen einer den billiger berechneten Kraftstrom mißt, sich nicht lohnt. Daß der Strom für Licht- und Kraftzwecke zum gleichen Einheitspreis geliefert wird und deswegen nur ein Zähler notwendig ist, kommt selten vor.

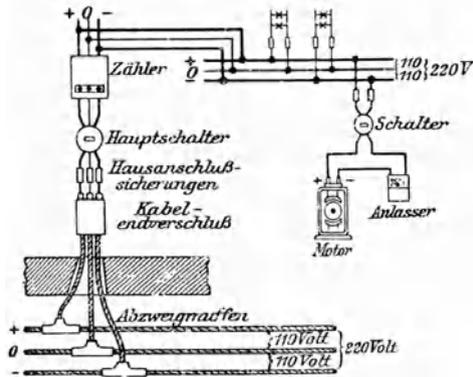


Abb. 53.

Den Anschluß an ein Drehstromnetz zeigt Abb. 54. Die gegenseitig isoliert und versiebt in einem Kabel liegenden drei Leiter sind vom Kabelendverschluß abgetrennt verlegt und, wie oben beschrieben wurde, zuerst durch die Hausanschlußsicherungen geführt. Gedacht ist ein Miethausanschluß, bei dem im Gegensatz zu Abb. 53 auf einen Zähler am Hausanschluß verzichtet wurde und Zähler nur für die Abzweigungen zu den Wohnungen der Stromabnehmer aufgestellt sind. Für das Erdgeschoß ist ein Anschluß für Lichtlieferung und Motorbetrieb dargestellt mit zwei Zählern wegen der für beides verschiedenen Strompreise. Die Lampenstromkreise werden abwechselnd

mit je zwei der drei Phasenleitungen verbunden, während der Motor an alle drei Phasenleitungen angeschlossen wird. Im ersten Stock sind so wenige Lampen angenommen, daß unter Vereinfachung der Anlage das Einführen von nur zwei Phasenleitungen genügt.

114. Leitungsquerschnitt.

Die Grundsätze für das Bestimmen der Leitungsquerschnitte werden nachstehend kurz erläutert, ohne auf das dem Fachmann zu überlassende Leitungsberechnen einzugehen. Es kommen dabei in Betracht:

a) Strombelastung. Die Leitungen müssen mindestens so stark sein, daß der durchfließende Strom keine merkliche Erwärmung der Leitung verursacht.

b) Spannungsverlust. Er darf bestimmte Grenzen nicht überschreiten, wenn die Lampen gleichmäßig hell leuchten und Motoren mit genügender Zugkraft laufen sollen. In der Regel werden die Leitungen wegen des zulässigen Spannungsverlustes stärker genommen als durch die Rücksichten auf Drahterwärmung (vgl. a) notwendig wäre.

c) Mechanische Festigkeit kommt vorwiegend bei den auf große Abstände frei gespannten Leitungen, bei den Freileitungen, in Frage.

115. Leitungsart. Für die Beschaffenheit der elektrischen Leitungen sind die vom Verband Deutscher Elektrotechniker angenommenen Normalien für Leitungen und Bestimmungen für Ersatzstoffe maßgebend, so daß von verlässlichen

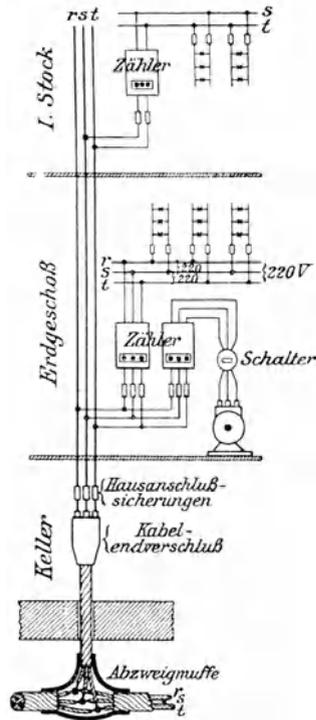


Abb. 54.

Fabriken und Lieferanten unter den gleichen Bezeichnungen ungefähr gleichwertige Leitungen geliefert werden.

Als Leiter wurde unter geregelten Verhältnissen in der Hauptsache Kupfer und als isolierende Umhüllung Gummi mit Isolierschutzhüllen aus Faserstoff benutzt. Infolge des Bedarfs an diesen Stoffen für dringendere Zwecke werden jetzt Aluminium, Eisen und Zinkleiter mit Isolierungen aus Papier und regeneriertem Gummi verwendet (vgl. 19).

a) Blanke Leitungen sind nur im Freien und in feuersicheren Räumen ohne brennbaren Inhalt, wenn die Leitungen vor Beschädigung und zufälliger Berührung geschützt sind, ferner in den nur unterwiesenen Wärmern zugänglichen elektrischen Betriebsräumen zulässig. In den Gebäuden, abgesehen von den Leitungen in elektrischen Betriebsräumen und den blanken Kontaktleitungen für Kräne u. dgl., kommen blanke Leitungen nur in Frage, wenn der Benutzung isolierter Leitungen Bedenken entgegenstehen. Das ist der Fall beim Auftreten von Gasen und Dämpfen, die die Leitungsisolierung zerstören, wie es in Gärkellern und manchen Räumen chemischer Fabriken zutrifft. Die Leitungen erhalten dabei einen Anstrich mit säurebeständiger Farbe, Emaillack, und werden erforderlichenfalls gegen Berühren geschützt.

b) Isolierte Leitungen müssen in der Isolationsfestigkeit je nach der Spannungshöhe, je nachdem es sich um trockene oder feuchte Räume handelt und mit Rücksicht auf mechanische Beanspruchung ausgewählt werden, so daß fachkundiger Rat unerläßlich ist.

116. Kennfaden. Isolierte Leitungen, die den Normalien und übrigen Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen, werden von den meisten Fabriken mit einem in die Isolierung eingelegten Kennfaden oder bei Ersatzstoff-Leitungen mit farbigem Papierband versehen. Ein ferner in die Isolierung eingelegter ein- oder mehrfarbiger Faden oder eine verschiedenartige Färbung des vorbezeichneten Papierbandes dient als Fabrikmarke.

Diese Kennzeichnung bietet Gewähr für die Güte der Leitungen. Es empfiehlt sich daher, bei Auftragserteilungen derart gekennzeichnete Leitungen zu verlangen.

117. Isolierung und Befestigung der Leitungen.

a) **Isolierglocken.** Für blanke Leitungen im allgemeinen und isolierte Leitungen in besonderen Fällen werden Glockenisolatoren aus Porzellan (Abb. 55) verwendet.

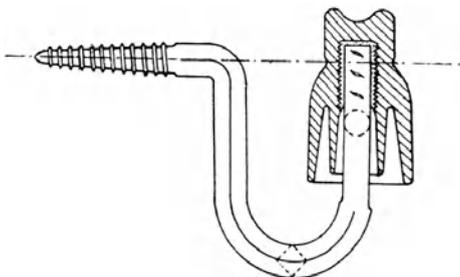


Abb. 55.

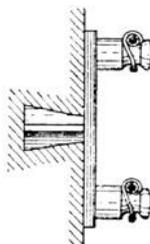


Abb. 56.

b) **Isolierrollen.** Handelt es sich um das Legen von Leitungen mit isolierender Hülle in nicht vollkommen trockenen Räumen, wie es meist für Keller zutrifft, so kommen Isolierrollen in Frage. Im übrigen vermeide man das Leitungslegen auf Rollen nicht nur wegen des weniger guten Aussehens, sondern auch wegen der auf den Leitungen und in deren Nähe eintretenden Staubansammlung. Abb. 56 zeigt zwei mit einem gemeinsamen Eisendübel an der Mauer befestigte Isolierrollen mit aufgebundenen Leitungsdrähten.

c) **Rohre.** Die zum Einziehungen der Leitungen bestimmten Rohre werden auf den Mauerputz oder unter Putz gelegt.

Auf den Mauerputz gelegte Rohre gewähren, abgesehen von der billigeren Ausführung, den Vorteil, daß die Leitungsanlage leichter überwacht und ergänzt werden kann. Um die offen befestigten Rohre wenig sichtbar zu machen, legt man sie, soweit angängig, auf die Fensterseite der Räume oder an andere schlechter beleuchtete Stellen.

In den Mauerputz eingebettete und damit dem Auge entzogene Rohre werden für gut ausgestattete Räume bevorzugt.

1. *Isolierrohre ohne Metallüberzug*, Hartgummirohre, gewähren keinen Schutz gegen mechanische Beschädigung

der Leitungen. Sollen die Rohre in die Mauer gelegt werden, so ist Schutz gegen das Einschlagen von Nägeln notwendig.

2. *Papierrohre mit dünnem Metallmantel* sind für offenes Legen an Wänden und Decken am gebräuchlichsten, weil sie sich wenig auffällig anordnen lassen und dabei meist ausreichenden Leitungsschutz gewähren. Noch mehr gilt das für die Rohr- und Manteldrähte; es sind isolierte, mit einem nach Art der Isolierrohre gefalzten Metallmantel. Bei offenem Legen müssen Steigleitungsrohre an der Austrittsstelle aus dem Fußboden durch übergeschobene Eisenrohre oder Holzverschalung geschützt werden. Für das Legen in trockene Mauern eignen sich die Rohre ohne weiteres, bei nicht ganz trockenen Mauern unter Beachtung von Vorsichtsmaßnahmen. Gegen das Einschlagen von Nägeln schützen die Rohre nicht, erforderlichenfalls sind Schutzmaßnahmen notwendig. Abb. 57 zeigt die Muffenverbindung eines Metallmantelrohres zur Hälfte in der Ansicht und zur Hälfte im Schnitt. Die Muffe enthält in der Wulst *b* eine isolierende Einlage und in den Rillen *r* schmelzbaren Kitt, der nach dem Anwärmen der Muffe das Abdichten bewirkt.

3. *Starke Eisenrohre mit Papiereinlage, Stahlpänzerrohre*, gewähren weitgehenden Leitungsschutz. Ihre An-

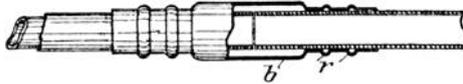


Abb. 57.

wendung ist im Vergleich zu den übrigen Leitungsschutzrohren teuer und beschränkt sich daher auf Anlagen, die mit besonderer Vorsicht ausgeführt werden müssen.

4. *Metallrohre ohne isolierende Einlage* geben guten Schutz der Leitungen gegen mechanische Beschädigung. Das hier vornehmlich in Frage kommende Stahlrohr „System Peschel“ eignet sich mit Längsschlitz für offenes Legen und mit überfalztem Schlitz für Legen unter Putz. Die gut leitend verbundenen Rohre können als geerdete Leiter benutzt werden.

d) **Leitungsführungen durch Wände und Decken** werden, soweit die Leitungen nicht schon in Schutzrohren liegen, mit genügend weiten Porzellan- oder Hartgummirohren hergestellt, wobei für jede Leitung ein gesondertes Rohr genommen wird. Die Enden der in trockene Räume einmündenden Rohre werden mit Tüllen aus feuersicherem Isolierstoff versehen. Über Fußböden müssen die Rohre 10 cm vorstehen und gegen mechanisches Beschädigen geschützt sein. Für die Leitungsführungen in Gebäude und in feuchte Räume sind nach unten gekrümmte, gegen das Eindringen von Feuchtigkeit schützende Porzellantrichter (Abb. 58) oder anderer Schutz gegen Oberflächenleitung erforderlich.

Will man Aussparungen in der Mauer oder Decke herstellen, um die Leitungen in der sonst verwendeten Verlegungsart hindurchzuführen, so beachte man, daß die Öffnungen zur Verbreitung eines entstandenen Schadenfeuers führen können und daher in Speichern und gleichwertigen Bauten unzulässig sind.



Abb. 58.

118. Leitungsverbindungen. Die Verbindungen der Leitungen untereinander müssen so hergestellt sein, daß die Verbindungsstellen dem Stromübergang keinen höheren Widerstand entgegensetzen als die Leitungen selbst, und daß die Verbindungsstellen von Zug entlastet sind. Die Drahtenden werden verlötet oder durch geeignete Klemmen verbunden.

Einfaches Umeinanderwickeln der blanken Leitungsenden ohne Lötung ist, weil feuergefährlich, unstatthaft. Das Herstellen der Drahtverbindungen darf wegen der von der Verlässigkeit der Ausführung abhängigen Betriebssicherheit nur geschulten Arbeitern überlassen werden.

119. Fehler in den Leitungen sind bei den nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker von verlässlichen Unternehmern ausgeführten Anlagen wenig zu befürchten, wenn die Leitungen nicht mechanisch beschädigt werden oder durch Feuchtigkeit oder ätzende Dünste leiden.

Die Fehler bestehen im allgemeinen in Unterbrechung der Leitungen oder in einem zufolge schadhafter Leitungs-

isolierung für den Strom sich bildenden Nebenweg, einem Erd- oder Kurzschluß. Um Fehler rechtzeitig zu entdecken und umfangreiche Zerstörungen zu verhüten, sollten die Leitungsanlagen zeitweise gründlich untersucht werden (vgl. 27). Die wesentlichsten in Leitungsnetzen vorkommenden Fehler sind nachstehend aufgezählt:

a) Leitungsunterbrechung. Abgesehen von der durch Abschmelzen der Sicherungen oder durch anderweitige selbsttätige Apparate verursachten Stromausschaltung entstehen Unterbrechungen durch mangelhafte Verbindung der Leitungen unter sich oder mit den Apparaten und Lampen, unter Umständen auch durch Drahtbruch. Häufiger als vollständige Unterbrechungen sind schlechte Leitungsverbindungen. Durch den an solchen Stellen hohen Leitungswiderstand und die daraus folgende Erwärmung der Verbindungsstellen kann schwaches Leuchten der Lampen und, falls die Verbindungsstellen Erschütterungen ausgesetzt sind, Zucken des Lichtes entstehen. Wegen der durch die Erwärmung mangelhafter Verbindungsstellen möglichen Feuersgefahr muß umgehend für Abhilfe gesorgt werden.

An feuchten Stellen können die Drähte zerfressen werden und schließlich brechen. Tritt das bei geschlossenem Stromkreis ein, so entsteht an der Unterbrechungsstelle ein Lichtbogen, durch den Entzündung benachbarter brennbarer Gegenstände möglich ist.

b) Erdschluß. Unter Erdschluß versteht man eine durch Isolationsfehler verursachte Verbindung der Leitungen mit der Erde, z. B. mit der feuchten Mauer oder einem Gas- oder Wasserrohr. Entsteht bei x (Abb. 59) leitende Verbindung zwischen der Zweigleitung $a'x$ und einem Gasrohr, so erfolgt Stromausgleich zwischen den beiden Leitungspolen durch die Erde, sobald im anderen Leitungspol ebenfalls Erdschluß vorhanden ist.

c) Kurzschluß. Kurzschluß entsteht durch unmittelbares Berühren von zwei, ver-

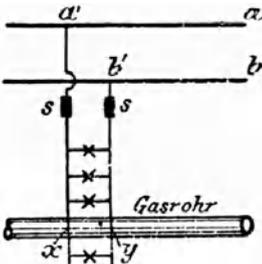


Abb. 59.

schiedenen Polen angehörigen Leitungen oder durch eine zwischen ihnen gebildete gut leitende Verbindung. Letzteres tritt ein, wenn die Stromleiter $a' x$ und $b' y$ (Abb. 59) bei x und y ein Gasrohr berühren. Über den gutleitenden (kurzen) Stromweg, der durch die Leitungen $a' x$, $b' y$ und die Rohrstrecke $x y$ gebildet ist, fließt so starker Strom, daß die Sicherungen s (vgl. 102) durchschmelzen und den Stromkreis selbsttätig unterbrechen. Fehlen die Sicherungen oder sind sie zu stark, so können die Leitungen glühend werden.

Vorsichtsmaßregeln.

120. Gefahr durch die Höhe der Spannung. An gut ausgeführten für allgemeine Benutzung bestimmten Anlagen, namentlich an Hauseinrichtungen, sind Unglücksfälle kaum zu befürchten. Trotzdem sollten mit den Einrichtungen nicht vertraute Personen, z. B. die zum Reinigen der Lampen u. dgl. herangezogenen Dienstboten, blanke Teile der Leitungen, Lampen und Motoren nicht berühren. Noch weniger dürfen solche Personen mit dem Instandsetzen beschädigter Teile betraut werden.

Die Höhe der gefährlichen Spannung ist von der Körperbeschaffenheit der einzelnen Person und von der mehr oder weniger isolierenden Bekleidung, namentlich der Fußbekleidung, so sehr abhängig, daß bestimmte Grenzen für die Spannungshöhe nicht angegeben werden können. Personen, die an feuchten Händen und Füßen leiden, sind für die Stromwirkung besonders empfindlich.

Die Spannungen, unter denen die in die Gebäude eingeführten Leitungen gegen Erde stehen, 110 bis höchstens 250 Volt, sind nicht gerade als gefährlich anzusehen. Je nach Umständen kann aber ein Berühren von Stromleitungen, die Spannungen auch nur bis zu bezeichneter Höhe führen, schadenbringend sein und muß vermieden werden. Einem unbeabsichtigten Berühren von Stromleitungen wird durch

isolierende Umhüllung aller Leiterteile vorgebeugt. Daher sind unter anderem Glühlampenfassungen, die ein Berühren der Kontaktteile des Lampensockels zulassen, nicht statthaft, ebensowenig Schalter mit frei liegenden Kontakten. Ausnahmen bestehen für Betriebsräume, wenn sie nur unterwiesenen Wärtern zugänglich sind.

Ausführliche Verhaltensregeln enthalten die vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Anleitungen¹⁾.

121. Für Unberufene verschlossene Räume. Alle Schalt-, Maschinen- und Transformatorenräume, die Hochspannung führende Teile enthalten, müssen für unberufene Personen verschlossen gehalten werden. Selbst in Begleitung Sachverständiger sollte Unberufenen das Betreten solcher Räume nicht gestattet werden.

122. Hilfeleistung bei Unfällen durch Stromwirkung. Für etwa notwendige Hilfe erteile man den Wärtern der Anlagen eingehende Weisungen, die zeitweise wiederholt werden müssen. Das Wiederbelebungsverfahren (vgl. 123) sollten die Wärter gegenseitig einüben, um sich Sicherheit im Anwenden des Verfahrens bei vorkommenden Unfällen zu verschaffen. Für eintretende Fälle beachte man folgendes:

Solange ein Verunglückter die Leitungen berührt, ist Eingreifen durch Fachkundige nur ratsam, wenn es sich um ungefährliche Spannungshöhe handelt. Bei Hochspannungsanlagen, die durch den roten Blitzpfeil ⚡ an den Leitungstragstangen und Zubehörteilen gekennzeichnet sind, begnüge man sich damit, die Betriebsleitung umgehend zu verständigen und einen Arzt herbeizurufen.

In Wechselstrombetrieben hat das Berühren der Leitungsdrähte krampfartigen Zustand zur Folge, so daß ein Loslassen der Drähte unmöglich wird. Der Verunglückte muß dabei möglichst rasch von den Leitungen entfernt, oder die Leitungen müssen spannungslos gemacht werden.

¹⁾ Verlag von Julius Springer, Berlin.

- a) Merkblatt für Verhaltensmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen.
- b) Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe.

Berührt der Verunglückte nur einen Leitungspol, so kann unter Umständen dadurch geholfen werden, daß man den Verunglückten von der Erde abhebt und so den durch seinen Körper nach der Erde fließenden Strom unterbricht. Dabei fasse man den Verunglückten an den Kleidern, nicht an unbedeckten Körperteilen. Hält der Verunglückte einen Leitungsdraht krampfhaft mit der Hand, und ist die vorbezeichnete Maßnahme undurchführbar oder unwirksam, so lege man wenn tunlich Gummihandschuhe an, um die Finger des Verunglückten von den Leitungsdrähten abzubiegen.

123. Behandlung Bewußtloser. Ist der von einem elektrischen Schlag Getroffene scheinbar leblos, so schicke man ungesäumt nach einem Arzt und schlage bis zu dessen Ankunft das nachstehend beschriebene Verfahren ein. Das Wiederbelebungsverfahren muß ungesäumt aufgenommen werden, da bei dem in vielen Fällen eingetretenen Scheintod schon kurze Versäumnis zum wirklichen Tode führen und die Wiederbelebung vereiteln kann. Auch im Fortsetzen des Verfahrens darf man nicht erlahmen; oft ist erst nach stundenlangen Bemühungen Erfolg eingetreten.

a) Der Raum, in dem sich der Verunglückte befindet, muß gut gelüftet werden.

b) Alle den Körper des Verunglückten beengenden Kleidungsstücke, Hemdkragen und Gürtel öffnet man.

c) Den Verunglückten legt man auf den Rücken und bringt ein Polster etwa aus zusammengefalteten Kleidungsstücken unter seine Schultern und den Kopf. Ist die Atmung regelmäßig, so lasse man den Verunglückten unter Bewachung ruhig liegen.

d) Ist keine oder nur schwache Atmung nachweisbar, so öffnet man zunächst den Mund des Verunglückten, erforderlichenfalls mit Hilfe eines Holzes oder Messergriffs, um Fremdkörper, Kautabak oder künstliches Gebiß, zu beseitigen. Die Zunge zieht man über die Vorderzähne und bindet sie mit einem unter dem Kinn zusammengeklungenen Tuch fest.

e) Zum Einleiten künstlicher Atmung kniet man hinter dem Kopfe des Verunglückten nieder, das Gesicht ihm

zugewandt, ergreift die Arme unterhalb der Ellbogen und zieht sie im Bogen über den Kopf, so daß sie beinahe zusammenkommen. In dieser Stellung werden die Arme 2—3 Sekunden lang gehalten (Ausdehnung des Brustkastens, Eintritt der Luft), dann führt man die Arme auf dem gleichen Wege zurück und drückt sie kräftig gegen die Seiten des Brustkastens (Austreiben der Luft aus der Lunge). Das wird ungefähr 15mal in der Minute wiederholt und ohne Übereilung mindestens 2 Stunden lang fortgesetzt, falls die Atmung nicht früher wiederkehrt.

Ferner versetzt man dem Verunglückten zeitweise einige Schläge mit dem Ballen der Hand gegen die linke Brustseite, etwa 5 cm unter der Brustwarze. Mit dem Erschüttern der Brust bezweckt man die Herztätigkeit anzuregen.

f) Steht ein zweiter Helfer zur Verfügung, so erfaßt er die Zunge des Verunglückten mit einem Taschentuch und zieht sie kräftig heraus, so oft die Arme über den Kopf gezogen werden, und läßt sie wieder zurückgehen, wenn die Brust zusammengedrückt wird.

g) Empfehlenswert ist es, die Unterschenkel und Füße des Verunglückten von Zeit zu Zeit mit einem rauhen, warmen Tuch oder mit einer Bürste zu reiben.

h) Nach Wiederkehr des Bewußtseins lasse man den Verunglückten in liegender oder halbliegender Stellung unter Bewachung. Vor vollständiger Wiederkehr des Bewußtseins dürfen dem Verunglückten keine Getränke eingeflößt werden.

Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung u. Selbstkostenberechnung der Firma Ludw. Loewe & Co., Aktiengesellschaft, Berlin. Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt und erläutert von **J. Lilienthal**. Mit einem Vorwort von Professor Dr.-Ing. **G. Schlesinger**. Zweite, durchgesehene und vermehrte Auflage. Anastatischer Neudruck.
Preis geb. M. 16,—.

***Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung.** Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg**.
Preis gebunden M. 5,—.

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. **Ewald Sachsenberg**. Mit zahlreichen Formularen und Beispielen.
Preis gebunden M. 8,—.

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Praktische Beispiele zur richtigen Erfassung der Generalunkosten bei der Selbstkostenberechnung in der Metallindustrie. Von **O. Laschinski**.
Preis M. 3,—.

Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten. Von **Fred. W. Taylor**. Autor. deutsche Ausgabe der Schrift „Shop management“. Von **A. Wallichs**, Professor an der Technischen Hochschule in Aachen. Dritte, vermehrte Auflage. Unveränderter Neudruck. Mit 26 Figuren und 2 Zahlentafeln.
Preis gebunden M. 7,20.

Aus der Praxis des Taylor-Systems. Von Dipl.-Ing. **Rudolf Seubert**. Zweiter, unveränderter Neudruck. Mit 45 Abbildungen und Vordrucken. Preis gebunden M. 9,—.

***Das ABC der wissenschaftlichen Betriebsführung (Taylor-System).** Von **Frank B. Gilbreth**. Freie Übersetzung von Dr. **Colin Ross**. Unveränderter Neudruck. Mit 12 Textfiguren.
Preis M. 2,80.

Der Fabrikbetrieb. Praktische Anleitungen zur Anlage und Verwaltung von Maschinenfabriken und ähnlichen Betrieben sowie zur Kalkulation und Lohnverrechnung. Von **Albert Ballewski**. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, bearbeitet von **C. M. Lewin**, beratendem Ingenieur für Fabrikorganisation in Berlin. Unveränderter Neudruck. Mit 9 Textabbildungen.
Preis gebunden M. 7,60.

*** Teuerungszuschlag für die vor dem 1. Juli 1917 erschienenen Bücher: auf geheftete 20%, auf gebundene 30%.**