



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

Zweites Kapitel. Elektrische Beleuchtung.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

Zweites Kapitel.

Elektrische Beleuchtung.

§ 1.

Geschichtliches.

Die ersten unvollkommenen Versuche mit der elektrischen Beleuchtung wurden mit Bunsen-Elementen angestellt. Eine praktische Bedeutung erhielt die elektrische Beleuchtung erst, nachdem 1866 Werner von Siemens die erste dynamoelektrische Maschine gebaut hatte. Eine weitere Verbreitung hat die elektrische Beleuchtung gefunden, nachdem es gelungen war, Bogenlampen für Hintereinanderschaltung und Parallelschaltung mit großer Vollkommenheit herzustellen, und nachdem es durch Erfindung der Glühlampe ermöglicht wurde, Lampen für beliebige, auch geringe Lichtstärken leicht auszuführen. Seitdem sind wesentliche Verbesserungen in der Beleuchtungstechnik erfolgt, die sich insbesondere auf größere Einfachheit des Baues, ruhigeres Licht und größere Ökonomie erstreckten, so daß das elektrische Licht erfolgreich die Konkurrenz des Gaslichtes, trotz der außerordentlichen Fortschritte der Gaschnik, bestehen konnte. Fast alle größeren Städte besitzen elektrische Centralanlagen mit verzweigtem Leitungsnetze, von denen elektrische Energie für Kraft und Licht, zur Straßenbeleuchtung, für Kirchen, Theater, Verkaufsläden, Hotels, Fabriken, für Wohnräume und dergleichen abgegeben werden. Selbst in zahlreichen kleineren Ortshaften befinden sich größere Centralen oder kleinere Blockstationen.

Literatur.

- Herzog u. Feldmann, Handbuch der elektrischen Beleuchtung. Berlin.
- Herzog u. Feldmann, Die Verteilung des Lichtes und der Lampen bei elektrischen Beleuchtungsanlagen. München.
- Gräß, Die Elektrizität und ihre Anwendungen. Stuttgart.
- Grawinkel u. Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Berlin.
- Luy, Die öffentliche Beleuchtung von Berlin.
- S. v. Gaisberg, Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen. München.
- Uppenborn, Kalender für Elektrotechniker. München.
- Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen. Herausgegeben vom Verband deutscher Elektrotechniker. Berlin.
- Sicherheitsvorschriften für elektrische Hochspannungsanlagen. Herausgegeben vom Verband deutscher Elektrotechniker. Berlin.
- Peschel, Hilfsbuch für die Montage elektrischer Leitungen zu Beleuchtungszwecken.
- Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin.
- Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Heiz- und Lüftungstechnik. Berlin.
- Elektrotechnischer Anzeiger. Berlin.

§ 2.

Einleitung.

Bezüglich der Grundbegriffe der Elektrotechnik wird auf die eingehenderen Lehrbücher verwiesen. Im folgenden sollen kurz die wichtigsten elektrotechnischen Maßeinheiten aufgeführt werden. Zum Vergleich ist auf entsprechende Einheiten aus der Gas- oder Wassertechnik hingewiesen, obgleich, wie von vornherein bemerkt werden muß, sich diese Vergleiche nicht streng durchführen lassen.

Der elektrische Strom läßt sich mit dem durch eine Rohrleitung in der Zeiteinheit fließenden, durch Druck erzeugten Gas- oder Wasserstrom vergleichen. Gleichwie die Stärke der Wasserströmung mit der Weite der Röhre, der Verminderung der Reibung und Vergrößerung des Druckes zunimmt, ebenso ist der elektrische Strom um so stärker, je größer die „Spannung“ ist, die dem Wasserdruck, je größer der „Widerstand des Leitungsmaterials“ ist, der der Reibung entspricht und endlich je größer der Querschnitt der Leitung ist. Als Einheit der Stromstärke gilt das „Ampère“ (A).

Die Einheit der Spannung, die dem Druck in der Gas- und Wassertechnik entspricht, ist das „Volt“ und wird mit V bezeichnet. Als Spannung einer elektrischen Anlage wird die Netzspannung oder die Spannung an der Verbrauchsstelle angegeben. Infolge des Widerstandes, den die Leitungen dem Stromdurchgang bieten, herrscht an der Verbrauchsstelle eine geringere Spannung, als an der Strom erzeugenden Maschine. Der Unterschied zwischen der Maschinenspannung und Netzspannung heißt der „Spannungsverlust“. Dieser wird entweder in Prozenten der Maschinenspannung oder auch direkt in Volt angegeben.

Der Widerstand der Leitungen hängt von dem Querschnitt und dem Material der Stromleitungen, auch von der Temperatur ab. Widerstandseinheit ist das „Ohm“ und wird mit Ω bezeichnet. Ist l die Länge eines Leiters, q dessen Querschnitt, so ist, unter Vernachlässigung des Temperatureinflusses, der Widerstand

$$W = \frac{c \cdot l}{q};$$

c hängt von dem Material ab und heißt der spezifische Widerstand.

Für Kupfer ist $c = 0,018$ bis $0,019$,
 „ Eisen „ $c = 0,10$ bis $0,12$.

Zwischen den drei Größen: Stromstärke J , Spannung E und Widerstand W herrscht die Beziehung

$$E = J \cdot W.$$

Nach dieser Gleichung läßt sich auch der Spannungsverlust einer Leitung berechnen. Ist w der Gesamtwiderstand von Hin- und Rückleitung, J die Stromstärke, so ist der Spannungsverlust $e = J \cdot w$. (Für Drehstrombetriebe mit drei Leitungen gilt eine abgeänderte Gleichung. Ist nämlich w der Widerstand einer der drei Leitungen, so ist

$$e = J w \sqrt{3}.$$

Fließt der Strom J während der Zeit T durch die Leitung, so ist $J \cdot T$ die durchströmende Elektrizitätsmenge. Als Einheit gilt das „Coulomb“.

1 Coulomb = 1 Ampèrefekunde.

Praktisch (z. B. für die Angaben des Elektrizitätszählers) wird zumeist nicht nach Coulomb, sondern nach Ampèrefunden gerechnet.

1 Ampèrefunde = 3600 Coulomb.

Die mechanische Leistung (Energie) einer Maschine wird in Pferdestärken (PS) angegeben; die entsprechende elektrische Einheit ist das „Watt“.

1 PS = 736 Watt.

Die elektrische Leistung erhält man, indem die Spannung E mit dem Strom J multipliziert wird, d. h. es ist:

$$A = E \cdot J.$$

Anm. Die Formel gilt streng nur für Gleichstromsysteme und Wechselstromsysteme in induktionsfreier Belastung. Glühlampen- und solche Bogenlampenbelastung, bei der als Beruhigungswiderstände Drosselspulen nicht verwendet werden, können praktisch als induktionsfreie Belastungen gelten, für welche die Gleichung $A = EJ$ gilt. Ist der Belastungskreis in Wechselstrombetrieben nicht induktionsfrei (z. B. bei Verwendung von Drosselspulen als Beruhigungswiderstände für Bogenlampen), so ist das Produkt $E \times J$ noch mit einem Faktor, der kleiner als 1 ist, zu multiplizieren. Dieser Faktor heißt der Leistungsfaktor; die Größe desselben hängt ab von der Selbstinduktion, dem Widerstand des Belastungskreises und der Periodenzahl des Wechselstromes.

Gewöhnlich wird die Leistung von Maschinen nicht nach Watt, sondern nach dem tausendfachen dieser Einheit gerechnet. 1 Kilowatt = 1000 Watt.

Ist beispielsweise die aufgenommene Leistung der Kraftmaschine (Dampfmaschine, Gasmotor oder dergl.), die zum Antrieb der elektrischen Maschine dient, 100 PS und beträgt der Wirkungsgrad von Kraftmaschine und elektrischer Maschine (Dynamomaschine) zusammen 80 Proz., so ist die von der Dynamomaschine abgegebene elektrische Leistung 80 PS, oder rund 59 Kilowatt. Beträgt die Maschinenspannung 110 Volt, so kann die Dynamomaschine $\frac{59000}{110}$ oder rund 450 Ampère abgeben.

Als Einheit der elektrischen Arbeit gilt die Wattsekunde, die erhalten wird durch Multiplikation der Leistung mit der Zeitdauer in der sie wirkt. Gewöhnlich wird nicht nach Wattsekunden, sondern nach Wattstunden (1 Wattstunde = 3600 Wattsekunden) oder nach Hektowattstunden (1 Hektowattstunde = 100 Wattstunden) resp. nach Kilowattstunden (1 Kilowattstunde = 1000 Wattstunden) gerechnet.

Mit dem mechanischen Maß verglichen ist eine Wattstunde = 367 kgm, d. h. bei Aufwendung einer Wattstunde kann die Arbeit geleistet werden, 367 kg einen Meter hoch zu heben.

Anm. Bei überschlägigen Rechnungen, namentlich in Anschlägen für Hausbeleuchtungen, wird die Leistung nach Zahl der zu installierenden Glühlampen gerechnet, wobei als Einheit eine 16kerzige Glühlampe (rund 50 Watt) angenommen wird. Bei gleichzeitigen Anschluß von Bogenlampen wird auch als deren Leistung für je 50 Watt eine Glühlampe gerechnet.

§ 3.

Allgemeines.

Die Centralisation ist bisher bezüglich der elektrischen Beleuchtung nicht in dem Maße allgemein durchgeführt, wie bei der Gasbeleuchtung. In fast allen größeren und auch in vielen kleineren Städten bestehen zwar elektrische Centralstationen für Lieferung von Licht und Kraft, doch werden vielfach neben diesen Centralen noch eine große Anzahl von Einzelstationen erbaut, die nur ein Haus mit Licht versorgen. Ob nun Anschluß an das Rabelnetz der Centralstation oder die Errichtung einer besonderen Stromerzeugerstation für die einzelnen Gebäude das vorteilhafteste ist, hängt von der Größe der Anlage, der Zeit des Stromverbrauches und den örtlichen Verhältnissen ab. Je nach der Wirtschaftlichkeit wird man sich für das eine oder andere entscheiden. Entschleidet man sich, trotzdem Anschluß an das Netz einer Centrale möglich ist, doch für den Bau einer eigenen elektrischen Anlage, so ist es vorteilhaft, das System der Stromerzeugung dem der Centrale anzupassen. Man hat dann die Möglichkeit, bei eventuellen Betriebsstörungen das Beleuchtungsnetz des Hauses an das Netz der Centrale anzuschließen.

Da die städtischen Centralen zumeist nur kurze Zeit stark belastet sind, so können sie in den Zeiten schwachen Betriebes elektrische Energie billig abgeben. Es kann daher unter Umständen am wirtschaftlichsten sein, eine Accumulatorenbatterie in dem Gebäude aufzustellen, die in der Zeit, da der Stromkonsum der Centrale gering und demnach elektrische Energie zu billigerem Preise zu haben ist, geladen wird. Die aufgespeicherte elektrische Energie kann dann zu jeder beliebigen Zeit zur Beleuchtung des Hauses verwandt werden.

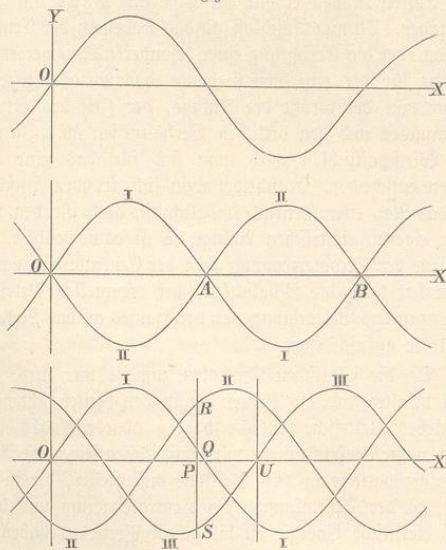
§ 4.

System der Stromerzeugung.

Es kommen drei Systeme der Stromerzeugung für die elektrische Beleuchtung in Betracht, nämlich Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom. Nach jedem dieser Systeme sind bereits Anlagen von größerem Umfange hergestellt. Jedes dieser Systeme erfordert, seiner Eigenart entsprechend, besondere Installationseinrichtungen. Bei Anschluß der Hausbeleuchtung an eine vorhandene Centralanlage ist daher die Eigenart eines jeden Systemes besonders zu berücksichtigen. Hierauf soll im folgenden kurz eingegangen werden.

Bei jeder modernen elektrischen Maschine unterscheidet man im wesentlichen zwei Teile: „Schenkel“ und „Anker“. Die Schenkel bestehen aus Elektromagneten, die durch den elektrischen Strom polarisiert werden. Der Anker besitzt eine Anzahl von Spulen, in denen die elektromotorische Kraft bei Bewegung der Maschine erzeugt wird. Von dem Anker wird die elektrische Energie nach außen abgegeben. Die in jeder Spule erzeugte (induzierte) elektromotorische Kraft (Spannung) wechselt bei den verschiedenen Umläufen fortwährend die Richtung. Bei den Wechselstrommaschinen wird diese Spannung unmittelbar nach außen geführt und die nach außen fließenden Ströme wechseln ebenfalls fortwährend ihre Richtung (Wechselströme).

Fig. 63.



In Fig. 63 ist durch die oberste Kurve der Stromverlauf für Wechselstrom dargestellt. Bei den Gleichstrom-

maschinen wird der Strom erst durch besondere Stromwender (Kommutatoren) gleichgerichtet. Bei den Drehstrommaschinen werden in mehreren, gewöhnlich drei Kreisen Wechselströme erzeugt, die zeitlich nicht zusammenfallen, so daß der Strom in dem einen Kreise ansteigt, während er im zweiten abnimmt u. s. f. In der mittleren Kurve ist der Stromverlauf für Zweiphasenstrom, in der unteren für Dreiphasenstrom (Drehstrom) dargestellt. Der Drehstromkreis läßt sich leicht in einzelne Wechselstromkreise zerlegen. An jeden dieser Wechselstromkreise können Lampen angeschlossen werden.

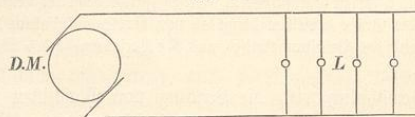
Bei Gleichstrombetrieb sind die Vogenlampen, wenigstens soweit die Bodenbeleuchtung in Frage kommt, wirtschaftlicher. Ein weiterer Vorzug des Gleichstromes ist, daß er sich leicht in Accumulatoren aufspeichern läßt. Der Wechselstrombetrieb besitzt dagegen den Vorteil, daß sich hierbei die Energie leicht in ruhenden Transformatoren auf hohe Spannung umformen und so — ohne zu große Verluste — auf weite Entfernungen übertragen läßt. Der Drehstrombetrieb besitzt außerdem noch den Vorzug, daß die Drehstrommotoren bei großer Einfachheit sehr wirtschaftlich sind.

Hiernach wird man für reine Beleuchtungsanlagen einzelner Häuser zumeist dem Gleichstrom den Vorzug geben, falls nicht etwa die Benutzung eines, in größerer Entfernung belegenen, Kraftwerkes (Wasserkraft) eine Wechselstrom- oder Drehstromanlage wirtschaftlicher macht.

Stromverteilung.

Die einfachste Verteilung des Stromes von Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen erfolgt im Zweileitersystem, bei dem die Lampen nur zwischen zwei Leitungen, die von der Maschinenstation ausgehen, geschaltet werden. (Fig. 64.)

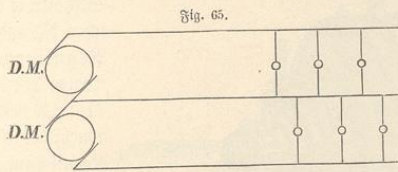
Fig. 64.



Von den zwei Hauptleitungen können Zweigleitungen in beliebiger Zahl angeschlossen werden. Bei Anlagen zur Beleuchtung einzelner Grundstücke wird dies System wegen seiner großen Einfachheit und Übersichtlichkeit fast ausschließlich angewandt. Die übliche Spannung beträgt 110 oder 120 Volt, die auch angenähert (wenn das Beleuchtungsgebiet nicht zu weit ausgedehnt ist) zwischen Hin- und Rückleitung im ganzen Netz herrscht. Ist das Beleuchtungsgebiet räumlich weit ausgedehnt, so müßte bei einer Zweileiteranlage der Querschnitt der Stromleitungen zur Vermeidung eines zu hohen Spannungs-

verlustes unter Umständen so stark bemessen sein, daß die Anlage dadurch stark verteuert und unrentabel würde. Allerdings kann durch Erhöhung der Netzspannung, etwa auf 250 bis 500 Volt, der Bereich, in dem die Anlage noch wirtschaftlich ist, erweitert werden. Dies hat aber den Nachteil, daß die höhere Spannung gefährlicher und die Installation etwas teurer ist, daß auch die Glühlampen für die erhöhte Spannung weniger wirtschaftlich sind und daß bei Bogenlichtbeleuchtung immer eine größere Anzahl von Bogenlampen hintereinander geschaltet werden muß.

In ausgedehnteren Betrieben kann die Wirtschaftlichkeit der Anlage durch Wahl des Dreileitersystems erhöht werden. Dieses System (Fig. 65) entsteht aus der Verbindung zweier Zweileitersysteme, bei denen die Stromkreise hintereinander geschaltet sind, und der Hinleitung des einen resp. Rückleitung des anderen Systems



zu einer gemeinsamen Leitung, dem sogenannten Mittelleiter. Der Mittelleiter führt nur die Differenz der Ströme der beiden Außenleiter. Zwischen Mittelleiter und einem Außenleiter herrscht die gleiche Spannung, etwa 110 oder 220 Volt, zwischen den beiden Außenleitern herrscht die doppelte Spannung, also in dem erwähnten Beispiel 220 oder 440 Volt. Die elektrische Energie kann sowohl zwischen Mittelleiter und einem Außenleiter oder zwischen den beiden Außenleitern abgenommen werden. Da für Lampen, wie erwähnt, meist die geringere Spannung günstiger ist, werden die Lampen zwischen Mittelleiter und Außenleiter angeschlossen, während für die Elektromotoren häufig die Energie von den beiden Außenleitern abgenommen wird. An der Verbrauchsstelle kann das Dreileitersystem in zwei Zweileitersysteme aufgelöst werden. Wird an ein Dreileitersystem eine Beleuchtungsanlage von nur wenigen Lampen, etwa unter 50 Lampen, angeschlossen, so pflegt man letztere nur an zwei Leitungen, den Mittelleiter und einen Außenleiter, anzuschließen. Bei größeren Anlagen werden an alle drei Leitungen im Gebäude Lampen angeschlossen.

Der Mittelleiter wird häufig als blanker Kupferdraht ohne Isolierhülle in die Erde verlegt.

Drehstromschaltung.

Bei der Drehstromschaltung kommen, ähnlich wie bei der Dreileiteranlage, drei Leitungen zur Verwendung. Wesentlich verschieden ist die Drehstromanlage von der Dreileiter-

anlage dadurch, daß die drei Leitungen völlig gleichwertig und die Spannungen zwischen je zwei beliebigen Leitungen gleich sind. Es können also die Lampen beliebig zwischen je zwei Leitungen angeschlossen werden, wodurch drei Stromkreise entstehen. Für den Gesamtwiderstand ist es vorteilhaft, diese drei Stromkreise möglichst gleichmäßig zu belasten. Es ist aber nicht erforderlich, alle drei Stromkreise in die Gebäude zu führen. Bei kleineren Anschlüssen, (etwa unter 50 Lampen, je nach der Größe der Centralanlage) genügt es, nur in einen Stromkreis die Lampen anzuschließen, so daß auch hier die Anordnung einfach und übersichtlich wird. Natürlich wird man bei den verschiedenen Anschlüssen mit den Stromkreisen wechseln, so daß die Gesamtbelastung in der Centralstation möglichst gleichmäßig auf die drei Stromkreise verteilt ist.

§ 5.

Maschinenstation.

In den meisten größeren und in vielen kleinen Städten sind Centralanlagen vorhanden, in denen elektrische Energie erzeugt wird. Durch in der Erde verlegte Kabel oder oberirdisch verlegte Luftleitungen wird die elektrische Energie den einzelnen Konsumenten zugeführt. Ist keine elektrische Centrale am Orte, so ist die Herstellung einer eigenen Centrale erforderlich. Bei größeren Beleuchtungsanlagen oder wenn schon vorhandene Betriebskraft zur Verfügung steht, kann es wirtschaftlicher sein, trotzdem eine Centralstation am Orte ist, doch eine eigene Beleuchtungsanlage herzustellen. Für derartige Anlagen wird meist das Gleichstromzweileitersystem am empfehlenswertesten sein. — Als Kraftmaschinen zur Erzeugung der elektrischen Energie kommen in erster Linie Dampfmaschinen oder Gasmotoren in Betracht. Es können natürlich andere Arten von Kraftmaschinen, wie Wasserräder, Turbinen, Petroleummotoren u. s. w. verwandt werden. Der Betrieb mit Dampfmaschinen setzt eine besondere Kesselanlage, der Betrieb mit Gasmotoren Anschluß an ein vorhandenes Gasleitungsnetz voraus. Für kleinere Anlagen wird man meist den Betrieb mit Gasmotoren wegen des geringeren Raumbedarfes dem Dampfbetrieb vorziehen, wenn nicht die Kesselanlage noch für andere Zwecke Verwendung findet. Die Größe der Maschinen richtet sich nach der größten Anzahl gleichzeitig brennender Lampen. Das Verhältnis dieser Lampenzahl zu den gesamten installierten Lampen hängt von den örtlichen Verhältnissen und der Art der zu beleuchtenden Räume, als Wohnzimmer, Bureau, Verkaufsläden, Fabriken und dergl. ab. Für Privatbeleuchtung kann man rechnen, daß etwa 40 bis 60 Proz. der installierten Lampen gleichzeitig brennen. Dieser Prozentsatz kann in einzelnen Betrieben bedeutend steigen und muß

zur genaueren Bestimmung der Anlage besonders ermittelt werden.

Die Kraftmaschine wird mit der Stromerzeugenden Maschine, Dynamomaschine, entweder direkt gekuppelt oder sie werden durch Riemen resp. Seile verbunden. Bei direkter Kuppelung wird an Raum gespart; diese Kuppelung ist aber nur bei langsam laufenden Dynamomaschinen vorteilhaft. Bei solchen mit hoher Umlaufzahl, wie sie zu meist für kleinere Anlagen gebaut werden, muß Riemen- oder Seil-antrieb gewählt werden.

Fig. 66 zeigt eine Dampfmaschine mit einer auf gleicher Welle, also direkt gekuppelten Gleichstrommaschine. Die Dampfmaschine arbeitet mit gleichbleibender Umlaufzahl.

Dynamomaschinen.

Die Stromerzeugermaschinen sind entweder Gleichstrom-, Wechselstrom- oder Drehstromdynamomaschinen. Für Einzelanlagen kommen allerdings meist nur Gleichstrommaschinen in Betracht. Die elektromotorische Kraft der umlaufenden Gleichstrommaschine wird im Anker erzeugt (Fig. 67). Die Größe der elektrischen

Fig. 67.



Kraft hängt von der Umlaufzahl und der Stärke der Schenkelerregung ab, die vermittels des Regulierwiderstandes geregelt werden kann.

Fig. 68.



Fig. 69.



Der Strom wird vom Kommutator des Ankers durch Schleifbürsten abgenommen. Die Bürsten befinden sich in Bürstenhaltern, die die Bürsten federnd auf den

Kommutator drücken. In Fig. 68 u. 69 sind Bürstenhalter dargestellt, und zwar in Fig. 68 ein solcher für Bürsten aus Kupfergaze, in Fig. 69 ein solcher für Bürsten aus Kohle.

In Fig. 70 ist das Schema für den Stromkreis eines Nebenschlußgenerators dargestellt. $A_1 A_2$ sind die beiden Ankerklemmen, von denen die Stromleitungen abgezweigt werden. Ein Teil des im Anker erzeugten

Stromes durchfließt die Nebenschlußwicklung zur Erregung der Schenkel auf dem Wege

$A_2 N_2 N_1 N_1 L A_1$.

In diesem Stromkreis ist zwischen N_1 und L ein Regulierwiderstand, der in Fig. 71 noch besonders abgebildet ist, zur Regulierung der Spannung und ein Kohlenauschalter, mittels dessen der Erregerstromkreis unterbrochen werden kann, eingeschaltet. Der Kohlenauschalter hat den Zweck, ein besonders langsames

Fig. 66.

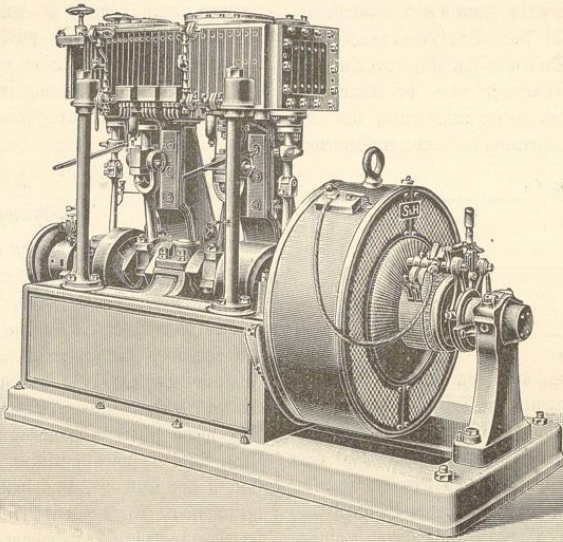
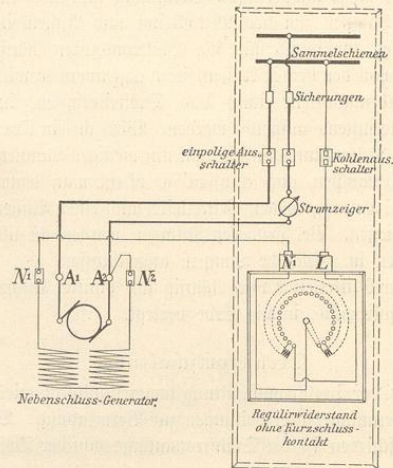


Fig. 70.



Ausschalten des Erregerstromkreises zu ermöglichen, da bei schnellem Ausschalten infolge der Selbstinduktion der

Fig. 71



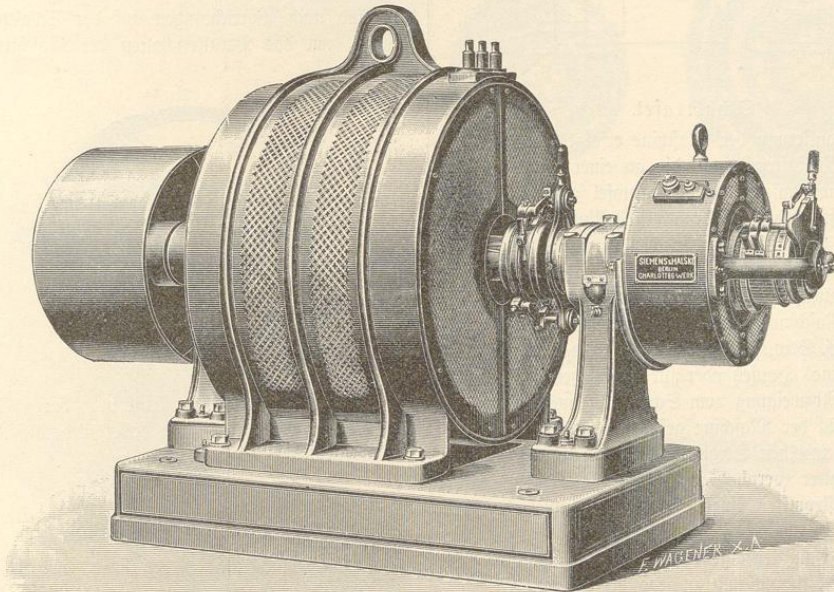
Schenkel ein Strom von hoher Spannung auftreten und die Isolation der Schenkelwicklung gefährden kann. Für

Erregung der Schenkel verwendet werden. Gewöhnlich wird der Strom für die Schenkelerregung einer besonderen Gleichstromerregemaschine entnommen, die entweder mit der Dynamo direkt gekuppelt oder besonders angetrieben wird.

In Fig. 72 ist eine Drehstromdynamo mit angebauter, direkt gekuppelter Erregemaschine abgebildet. Die Drehstrommaschine besitzt zwei Schleifringe, durch die mittels Schleifbürsten der Erregerstrom von der Erregemaschine zu der Schenkelwicklung der umlaufenden Schenkel geführt wird. Der Nutzstrom wird von drei festen Klemmen abgenommen.

In Fig. 73 ist eine Schaltungsstizze für die Gesamtanordnung dargestellt. Die Anordnung für die Erreger-

Fig. 72.



den Erregerstromkreis wird nur ein kleiner Teil der im Anker erzeugten elektrischen Energie verwandt. Der größte Teil des Ankerstromes, dessen Stärke durch den eingeschalteten Stromzeiger angezeigt wird, wird an die Sammelschienen und von da als Nutzstrom an die Konsumstellen geführt. In die Leitungen des Ankerstromkreises sind einzelne einpolige Ausschalter und Schmelzsicherungen geschaltet.

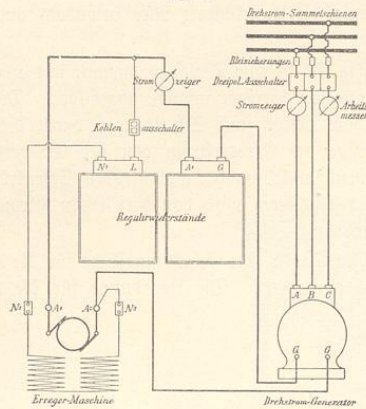
Bei Wechselstrom- oder Drehstrommaschinen kann der im Anker erzeugte Strom nicht unmittelbar für die

Brehmann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

maschine ist ähnlich wie sie in Fig. 70 für Gleichstrommaschinen dargestellt wurde. Von den Ankerklemmen $A_1 A_2$ geht der Strom durch einen Stromzeiger und einen Hauptstromregulierwiderstand zu den Schleifringen der Drehstromdynamo, die schematisch durch $G G$ bezeichnet sind. Von den Ankerklemmen $A B C$ der Drehstrommaschine wird der Nutzstrom durch drei Leitungen abgenommen und zu den drei Drehstromsammelschienen geführt. In die Stromleitungen ist ein Stromzeiger, ein Arbeitszeiger, der die

Leistung der Maschine anzeigt, ein dreipoliger Ausschalter und drei Sicherungen geschaltet.

Fig. 73.



Schalttafel.

Die Regulierung der Maschine erfolgt nach den Angaben von Meßinstrumenten, die an einer besonderen, im Maschinenraum aufgestellten Schalttafel angebracht sind. Die Schalttafel enthält in übersichtlicher Anordnung alle für die elektrische Maschine erforderlichen Hilfsapparate, Ausschalter, um die Maschine an das Netz anzuschließen oder abzuschalten, Ausschalter für einzelne Bogenlichtkreise. Sind vom Maschinenraume verschiedene Stromzweige abgezweigt, z. B. Stromzweige für Beleuchtung der einzelnen Stockwerke eines Hauses oder für verschiedene Räume, so geschieht die Abzweigung vom Schaltbrett aus, zu dem die Hauptleitungen der Maschine geführt werden.

In die einzelnen Stromkreise werden an der Schalttafel Ausschalter (vergl. S. 311) eingeschaltet, um jeden Abzweigungsstromkreis einzeln an der Schalttafel abtrennen zu können.

In die Hauptleitungen, die von der Maschine nach der Schalttafel führen und in jede der Abzweigungen, werden Schmelzsicherungen (vergl. S. 312) eingeschaltet, die selbstthätig den Strom in einen Stromkreise unterbrechen, wenn der Strom eine bestimmte Grenze überschreitet. Ferner befinden sich an der Schalttafel Spannungszeiger (Fig. 75), die die Maschinenspannung anzeigen und Stromzeiger (Fig. 74), die die Stromstärke in den Hauptleitungen und nötigenfalls auch in den Abzweigungen anzeigen. Bei Wechselstrom- oder Drehstromanlagen befindet sich an der Schalttafel noch ein Energiemesser, der die Leistung der Maschine anzeigt. Außerdem befindet sich an dem Schaltbrett die Kurbel des Regulierungswiderstandes für die Nebenschlußerregung der Maschine.

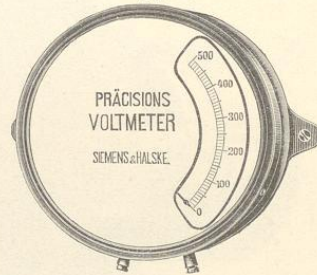
Sind mehrere Maschinen in der Station aufgestellt, z. B. Betriebsmaschine und Reservemaschine, so sind Stromzeiger, Energiezeiger, Sicherungen, Schalter und Regulier-

Fig. 74.



widerstand für jeden Maschinenstromkreis anzuordnen. Außerdem sind noch Vorrichtungen auf der Schalttafel anzubringen, um das Parallelschalten der Maschinen zu ermöglichen.

Fig. 75.



Die Schalttafeln sollen keine brennbaren Stoffe enthalten. Die Apparate dürfen daher nicht auf Holz montiert werden.

§ 6.

Accumulatorenstation.

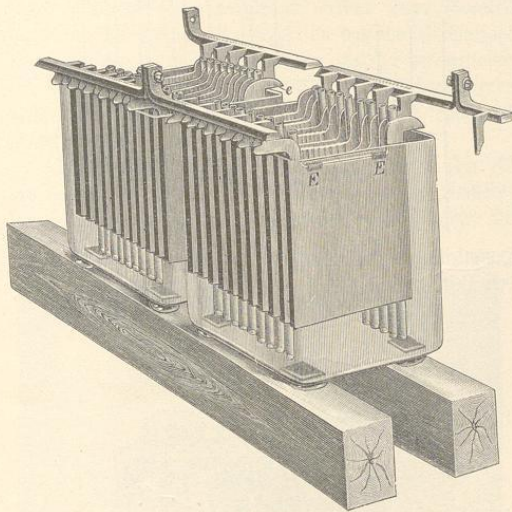
Die Accumulatoren dienen dazu, elektrische Energie aufzunehmen, aufzuspeichern und zu beliebiger Zeit wieder abzugeben. Dieselben bestehen aus einer Anzahl positiver und negativer Bleiplatten, welche in verdünnter Schwefelsäure stehen oder hängen. Die Platten werden nach besonderem Verfahren chemisch präpariert und durch elektrischen Strom formiert. Als Gefäße werden Kästen aus Glas, Ebonit oder Holz, letztere innen mit Blei bekleidet, verwendet. — Um in den Accumulatoren Elektrizität aufzuspeichern, sind dieselben zu „laden“. Bei der Ladung fließt der von einer Dynamomaschine erzeugte Strom von der positiven zur negativen Platte, verwandelt die Mennige in Bleisuperoxyd und reduziert die negative Bleiplatte zu metallischem Blei. Während der Entladung bilden

sich die Zersetzungserzeugnisse wieder zurück und der Strom fließt in umgekehrter Richtung.

Die Spannung eines einzelnen Accumulators beträgt rund 2 Volt, steigt beim Laden bis etwa 2,7 Volt und sinkt bei der Entladung bis auf 1,8 Volt. Für eine Anlage von 110 Volt sind also mindestens $\frac{110}{1,8}$, d. h. 61 Elemente hintereinander zu schalten. Der Spannungsabfall wird durch Reguliervorrichtungen, sogenannte „Zellenschalter“, ausgeglichen. Um dann trotz sinkender Spannung der einzelnen Accumulatoren die Klemmenspannung konstant zu halten, kann die Anzahl der Zellen, die zur Entladung kommen, entweder selbstthätig oder von Hand verändert werden.

Die gebräuchlichsten Accumulatoren deutschen Herkommens sind die von der Accumulatoren-Fabrik A. & G. Hagen i. W. Fig. 76 stellt eine Sammlerbatterie mit zwei „Zellen“ in Glasgefäßen, wie sie diese Fabrik zur Montage fertig liefert, dar.

Fig. 76.



Die Accumulatoren werden gewöhnlich hintereinander geschaltet (Reihenschaltung), d. h. es folgt immer die positive Endklemme des einen auf die negative Anfangsklemme des anderen, wobei sich die Spannungen der einzelnen Elemente addieren.

Wie schon bemerkt, dienen die Accumulatorenbatterien zur Unterstützung der Maschine. In der Zeit geringen Stromkonsums wird die Batterie geladen, zur Zeit hohen Stromkonsums unterstützt die Batterie die Maschine in der Stromlieferung, oder sie übernimmt zur Zeit sehr geringen

Stromkonsums allein die Stromlieferung, so daß — beispielsweise zur Nachtzeit — die Betriebsmaschinen abgestellt werden können.

§ 7.

Ausfluß an das Netz einer Centrale.

Dem Konsumenten wird die elektrische Energie meist durch in der Erde verlegte Einfach- oder Doppeltabel oder bei Drehstrom mittels konzentrischen oder versilbten Dreifach-tabeln zugeführt. Fig. 77 stellt den Querschnitt eines Einfachtabels, Fig. 78 den eines konzentrischen Doppeltabels mit Bleimantel und Eisenarmatur dar. Durch die

Fig. 77.

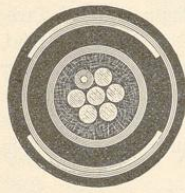
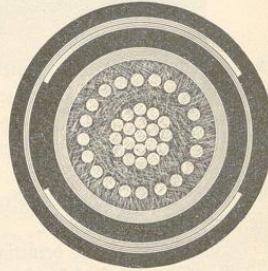
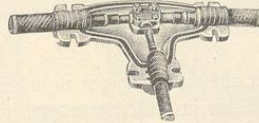


Fig. 78.



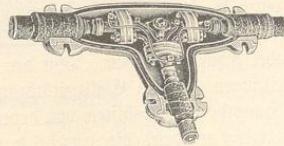
Bleiarmatur wird verhindert, daß Feuchtigkeit in das Kabel tritt, die die Isolation des Kabels zerstören würde. Durch die Eisenarmatur wird das Kabel vor äußeren mechanischen Zerstörungen geschützt. In der Konsumstelle wird in Muffen der Strom von den Kabeln abgezweigt. Diese Abzweigmuffen bestehen aus gußeisernen Gehäusen, die für Einfachtabel (Fig. 79) resp. Doppeltabel (Fig. 80) zur

Fig. 79.



Abzweigung eines oder zweier Kabel eingerichtet sind. Die Kabelmuffen werden innen mit Isoliermasse ausgegossen und alsdann verschraubt, so daß die Verbindungs-

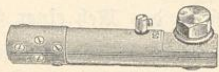
Fig. 80.



stellen sowohl gegen das Eindringen von Feuchtigkeit, als auch gegen mechanische Verletzungen geschützt sind. Die

Abzweigkabel werden in das Haus des Konsumenten hineingeführt. An die Enden dieser Kabel werden Endverschlüsse Fig. 81, 82 angebracht, die so hergestellt sind,

Fig. 81.



daß ein Eindringen von Feuchtigkeit in das Kabel verhindert ist und daß sich leicht Leitungen anschließen lassen.

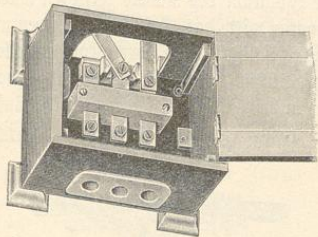
Fig. 82.



Gewöhnlich werden bei Dreileiteranlagen und bei Drehstromanlagen alle drei Leitungen in das Gebäude geführt, auch wenn im Gebäude nur die Beleuchtung an zwei dieser Leitungen angeschlossen ist, damit man bei ungleicher Belastung der einzelnen Kreise die Möglichkeit hat, die Anschlüsse in den einzelnen Kreisen zu vertauschen und so die Belastungen zu ändern.

In Fig. 83 ist ein derartiger Umschaltkasten dargestellt. Es ist bei dieser Anordnung leicht, beliebig an

Fig. 83.

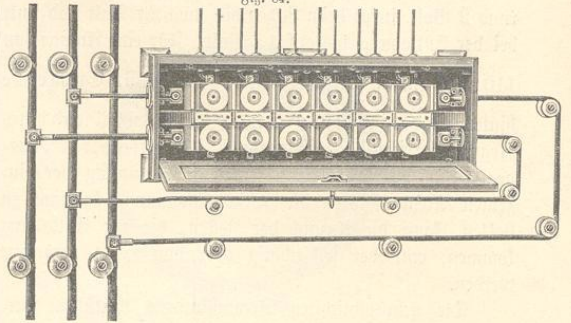


irgend zwei oder alle drei Leitungen anzuschließen. Werden solche Anschlußkästen in Kellerräumen montiert, so ist der Kasten zweckmäßig aus Eisen herzustellen und luftdicht abzuschließen, so daß durch Ungeziefer irgend welcher Art nicht Kurzschluß herbeigeführt oder die Isolation zerstört werden kann.

In jede der Leitungen wird noch eine Sicherung eingeschaltet, durch die bei Stromüberlastung oder bei etwa eintretendem Kurzschluß der Stromkreis unterbrochen wird, so daß die Kabel geschont werden. Von den Sicherungen führen die Leitungen zu dem Elektrizitätszähler und von diesem zu den Hauptverteilungskästen, von denen die Zweigleitungen abgezweigt werden, die einzeln durch Schmelzsicherungen gesichert werden müssen. Fig. 84 ist ein derartiger Verteilungskasten für ein Dreileitersystem. Alle

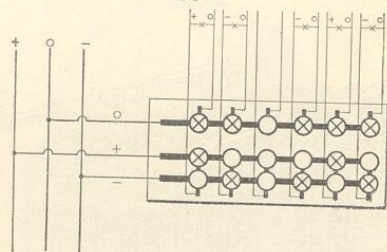
drei Leitungen sind in den Kästen eingeführt. In dem Kasten sind Lichtleitungen zwischen je einem Außenleiter

Fig. 84.



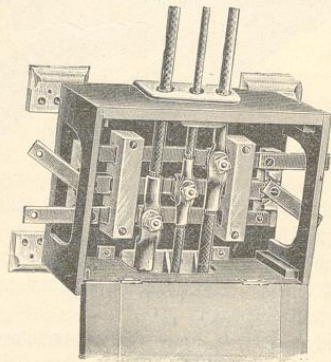
(+ und -) und dem Mittelleiter (0) abgezweigt. Das Prinzip der Schaltung ist in dem Schema Fig. 85 dargestellt. Bei dem Schaltkasten Fig. 86 sind die drei

Fig. 85.



Hauptleitungen durch den Kasten hindurchgeführt. Die drei Leitungen sind mit drei Strommaschinen verbunden,

Fig. 86.



von denen die obere und mittlere nach rechts, die untere und mittlere nach links zu Abzweigkästen mit Verteilungssicherungen herausgeführt ist.

§ 8.

Elektrizitätszähler.

Zum Messen des Stromkonsums dienen Elektrizitätszähler, die entweder als Ampèrestundenzähler oder Wattstundenzähler oder Zeitzähler hergestellt sind. Die Ampèrestundenzähler werden vielfach in Gleichstromnetzen mit konstanter Netzspannung benutzt, da hierbei die konsumierte Arbeit den verbrauchten Ampèrestunden proportional ist. In Wechselstrom- oder Drehstromnetzen werden fast ausschließlich Wattstundenzähler verwendet, da besonders bei gleichzeitigem Motorenbetrieb der Stromkonsum allein auch bei konstanter Spannung nicht für die Beurteilung der verbrauchten Energie maßgebend ist. Die Zeitzähler messen nur die Zeit, während welcher Energie entnommen wurde. Zeitzähler werden in Betrieben verwendet, bei denen während der Energieentnahme die Belastung nahezu konstant ist.

Die Herstellung der Elektrizitätszähler ist außerordentlich mannigfaltig. So besitzen einzelne Zähler Uhrwerke, deren Gang durch den elektrischen Strom beeinflusst wird; bei anderen Zählern werden kleine Motoren verwendet, deren Gang so geregelt ist, daß ihre Umlaufzahl der jeweiligen Stromstärke oder der Energie proportional ist; bei anderen Zählern wird durch periodisch schwingende Zeiger von Strom- oder Energiemessern ein Zählwerk weiterbewegt u. s. w.

Der Elektrizitätszähler System Aron ist in Fig. 87 bis 89 in den verschiedenen Ausführungen als Ampèrestundenzähler, Wattstundenzähler, Ampèrestundenzähler für

Fig. 87.

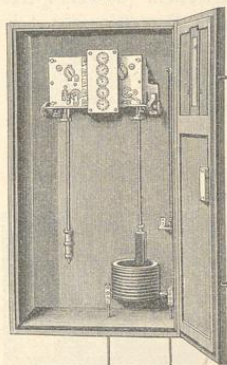
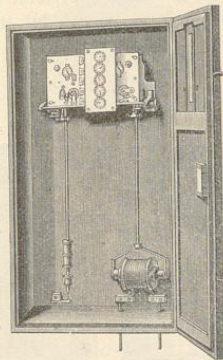


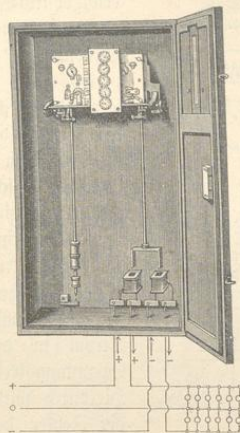
Fig. 88.



Dreileiteranlagen dargestellt. Der Zähler enthält zwei Uhrwerke, deren Pendel auf gleiche Schwingungsdauer abgeglichen sind. Das eine Pendel bei dem Ampèrestundenzähler trägt unten einen Stahlmagneten, bei dem Wattstundenzähler eine Spule mit dünnadrätiger Wicklung,

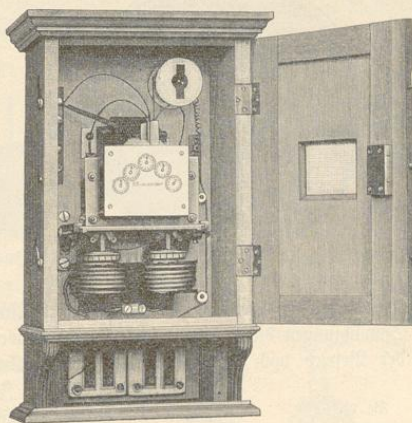
die über einer Stromspule schwingt. Durchfließt die Spule Strom, so wird durch die elektromagnetische Wirkung die

Fig. 89.



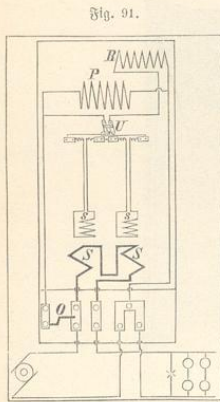
Schwingungsdauer des darüber schwingenden Pendels verkürzt. Ein Differentialzählwerk registriert die Voreilung des magnetischen Pendels, die der Belastung proportional ist. An einem Zifferblatt kann in bekannter Weise der Strom- oder Arbeitskonsum abgelesen werden. Bei den neueren, nach diesem System hergestellten Zählern (Fig. 90)

Fig. 90.



wird das Uhrwerk elektrisch aufgezogen, die langen Pendel sind durch kurze ersetzt, der Zähler geht von selbst an, ohne daß es nötig ist, die Pendel abzustößen, die Gangfehler sind durch eine besondere Einrichtung eliminiert. Die Schaltung des Zählers ist aus Fig. 91 ersichtlich.

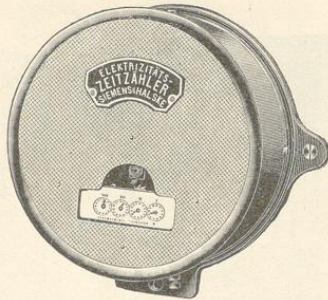
Der Zähler enthält zwei Uhrwerke mit Steigrad und Pendel, die auf ein Differentialwerk mit Planetenrad wirken, das die Bewegungen angiebt. Das Aufziehen erfolgt durch Vermittlung eines Elektromagneten, der durch die Windungen P erregt wird und periodisch in Thätigkeit tritt. Die beiden Pendel besitzen Spulen, die in den Spannungskreis mit dem Vorschaltwiderstand R eingeschaltet sind. Die Pendel schwingen über den beiden Stromspulen SS. Durch den Umschalter U wird periodisch die Drehungsrichtung des Zählwerkes und gleichzeitig der Strom in den Spulen in Spannungskreise umgeschaltet. Hierdurch wird erreicht, daß der Fehler des Ganges der



Werke verschwindet, während der Verbrauch an elektrischer Arbeit stets im gleichen Sinne angezeigt wird.

Die Zeitähler sind ihrem Zweck entsprechend bedeutend einfacher hergestellt, da sie nur die Zeit, während der der elektrische Betrieb eingeschaltet ist, messen. Der Zeitähler von Siemens & Halske (Fig. 92) besteht

Fig. 92.



aus einer durch einen Elektromagneten betriebenen Uhr, deren Schwingungen durch ein Zählwerk gezählt werden. Wird der Betrieb vom Netz abgeschaltet (vergl. Schema Fig. 93), so bleibt der Zähler in Ruhe. Die Größe des Zählers richtet sich nach der Anzahl der installierten Lampen. Es genügt im allgemeinen, die Maximalleistung des Zählers etwa entsprechend 80 Proz. der installierten Lampen gleichzeitig brennen.

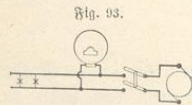


Fig. 93.

Der Zähler ist in einem trockenen Raume und leicht zugänglich aufzustellen. Bezüglich der Montage müssen die Vorschriften der Fabrik genau befolgt werden, die je nach den Zählerkonstruktionen verschieden sind. Die Zählerangaben sollen von etwa 10 Proz. der Maximallast an keinen größeren Fehler als etwa ± 2 Proz. geben. Die Zähler sollen ferner so beschaffen sein, daß sie unbelastet still stehen, und bei mindestens 2 Proz. der Maximallast sicher angehen.

§ 9.

Schalter.

Durch die Ausschalter werden die einzelnen Stromkreise vom Netz abgeschaltet und stromlos gemacht. Das Abschalten einzelner Glühlampen erfolgt gewöhnlich durch Unterbrechung nur einer Stromleitung mittels einpoliger Ausschalter. Sollen die Lampen und Leitungen vollständig vom Netz getrennt werden, so muß Hin- und Rückleitung durch doppelpolige Ausschalter unterbrochen werden. Die Größe der Ausschalter hängt von der Stromstärke ab, die er maximal führt; die Herstellungsart ist je nach der Spannung, die beim Ausschalten an den Klemmen des Ausschalters auftritt und nach der Verwendungsart verschieden.

Die Ausschalter müssen den Strom, für den sie bestimmt sind, ohne zu hohe Erwärmung dauernd aushalten; der beim Ausschalten auftretende Lichtbogen muß sicher verlöschen. Das gleiche gilt von Umschaltern, die ermöglichen, verschiedene Stromkreise nach einander an das Netz anzuschließen.

Die einfachste Form von Schaltern sind die Hebel-ausschalter Fig. 94 bis 96, deren Kontaktschneide beim

Fig. 94.



Fig. 95.

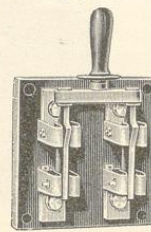
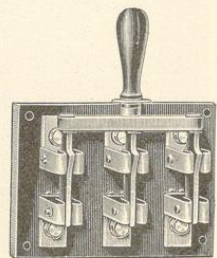
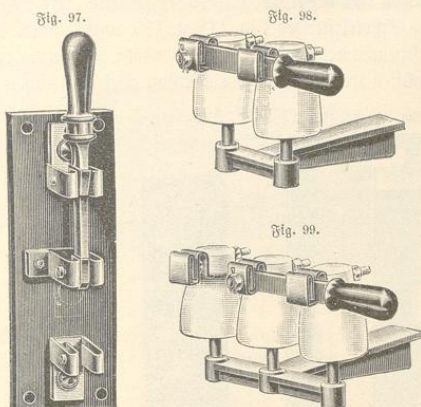


Fig. 96.



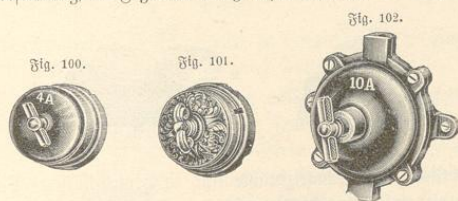
Einschalten zwischen Kontaktfedern eingedrückt wird. Diese Schalter können beliebig einpolig (Fig. 94), zweipolig (Fig. 95), oder dreipolig (Fig. 96) für Drehstromsysteme resp. als Umschalter (Fig. 97) hergestellt werden. Für feuchte Räume sind die Kontakte der Schalter von

der Erde zu isolieren, wie dies z. B. bei dem Ausschalter Fig. 98 und dem Umschalter Fig. 99 geschieht, die auf



Isolatoren montiert sind. Für Hausinstallationen verwendet man gewöhnlich geschlossene Schalter, bei denen das Schaltwerk durch eine Klappe verschlossen ist, durch den nur der Ausschaltgriff geführt ist. Es giebt zahlreiche Ausführungsarten derartiger geschlossener Schalter, deren Größe und Herstellungsart sich nach der höchsten ausschaltbaren Stromstärke und nach der höchsten Spannung richtet, für die sie gebraucht werden.

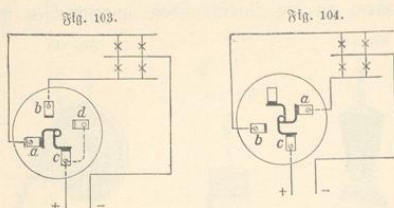
In Fig. 100 ist ein geschlossener Schalter einfacher Herstellung, in Fig. 101 ein gleicher Schalter mit verzierter



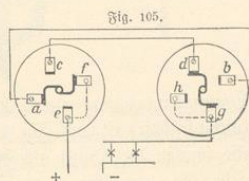
Klappe, deren Schaltmechanismen aus den Fig. 103 bis 105 zu ersehen sind. Der Schalter Fig. 102 ist für feuchte Räume bestimmt. Der innere Schaltmechanismus ist durch eine gut schließende Klappe gegen das Eindringen von Feuchtigkeit abgedichtet.

In Hausbeleuchtungsanlagen ist es häufig erwünscht, einzelne Stromkreise nacheinander mittels eines Umschalters einzuschalten, oder von mehreren Stellen aus eine Lampengruppe aus- oder einschalten zu können. Dies kann leicht durch besondere Anordnung der Kontaktfedern in den Schaltern erreicht werden. Der Umschalter Fig. 103 läßt sich so einstellen, daß entweder die eine Lampengruppe bei Verbindung a mit c, oder die andere bei Verbindung b mit d eingeschaltet oder beide Stromkreise ausgeschaltet

sind (bei Verbindung a mit b oder c mit d). Bei Verwendung des Umschalters Fig. 104 ist in der ersten Stellung a mit c verbunden; es brennt nur die untere Lampengruppe;

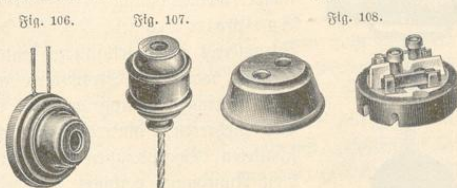


in der nächsten Stellung sind a mit b und b mit c verbunden: es brennen beide Lampengruppen. In der

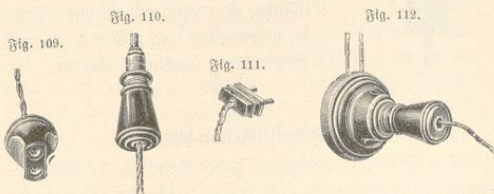


nächsten Schalterstellung ist b mit c verbunden: es brennt nur die obere Lampengruppe und in der letzten Stellung des Umschalters sind alle Lampen ausgeschaltet.

Den Schaltern schließen sich an die Anschlußdosen, d. h. Anschlußkontakte in „geschlossener Dose“, an welche mittels eines Anschlußstüpfels die — in der Regel biegsamen — Leitungen, welche beispielsweise den Strom für eine Tischlampe führen, angeschlossen werden. Oft sind in die Anschlußdosen die Schmelzsicherungen für den anzuschließenden Stromkreis eingebaut. — Fig. 106, 107 stellen



Wandanschlußdosen mit konzentrisch resp. mit nebeneinander angeordneten Kontakten dar, Fig. 108 ist eine Anschlußdose mit abgenommenen Deckel. In die Dose sind die Sicherungen



eingebaut. Fig. 109 ist eine Hängeanschlußdose. — In Fig. 110, 111 sind die Kontaktstüpfel für die Anschluß-

dosen Fig. 106 bis 109 besonders abgebildet. Bei dieser Anordnung kann z. B. eine Tischlampe, die durch biegsame Doppelleitung mit einem Abschlußstöpsel verbunden ist, bequem an die Ausschlußdose angeschlossen werden.

Fig. 113.



Fig. 114.



Fig. 115.

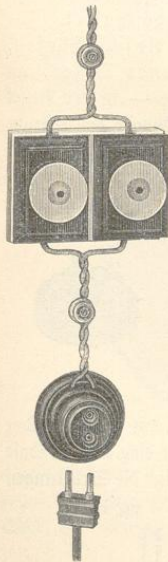


Fig. 116.



Die vollständige Leitungsanordnung mit Sicherungen, Anschlußdose und Anschlußstöpsel ist aus Fig. 117 ersichtlich. In ähnlicher Weise können die Dosen als Hängeanschlußdosen hergestellt sein, die etwa über einem Tisch hängend angebracht sind. Derartige Hängeanschlußdosen mit und ohne Kontaktstöpsel sind in Fig. 109, 113, 114 dargestellt. Die Deckenrosette Fig. 116 findet Verwendung, wenn z. B. Glühlampen mit der Armatur pendelnd an der Decke angehängt werden.

Fig. 117.



In Stromkreisen mit mehreren hintereinander geschalteten Vogenlampen werden häufig selbstthätige Ausschalter eingeschaltet, die den Stromkreis sofort selbstthätig unterbrechen, wenn die Stromstärke auf einen geringen Betrag gesunken ist. Bei mehreren, hintereinander geschalteten, Vogenlampen wird durch diese Anordnung verhindert, daß beim Erlöschen einer Lampe und der hierdurch veranlaßten Unterbrechung des Hauptstromes die Nebenschlußspulen längere Zeit hindurch erhöhte Spannung erhalten und so durch zu große Erwärmung gefährdet werden.

§ 10.

Schmelzsicherungen.

Die Schmelzsicherungen haben den Zweck, bei Überlastung eines Stromkreises diesen durch Abschmelzen des Schmelzdrahtes zu unterbrechen und so jede Gefahr für den Stromkreis zu verhüten. Sämtliche Leitungen von

der Schalttafel ab sind durch Schmelzsicherungen zu schützen. Die Sicherungen müssen so hergestellt sein, daß nach dem Schmelzen kein dauernder Lichtbogen auftritt. Als Material für die Schmelzstreifen Fig. 118 u. 119 wird zumeist Zinn, Blei, Britanniametall oder Silber verwandt. Sicherungen aus Blei müssen Kontaktstücke aus Messing oder dergleichen nicht

Fig. 118.



Fig. 119.



Fig. 120.



Fig. 121.



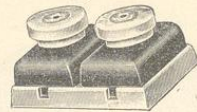
plastischem Material besitzen. Für Schalttafeln können offene Schmelzsicherungen (Fig. 120) verwandt werden, die man nötigenfalls durch eine „Schutzkappe“ (Fig. 121) schützt. In bewohnten Räumen kommen ausschließlich „geschlossene Sicherungen“ in Betracht, bei denen stromführende Teile nicht willkürlich berührt werden können.

Die Konstruktion der in Fig. 122 u. 123 dargestellten, einpoligen und doppelpoligen Sicherungen ist aus Fig. 124

Fig. 122.

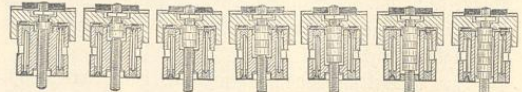


Fig. 123.



ersichtlich. Die Schmelzdrähte sind in Cementhülsen (Patronen) untergebracht, die auf beiden Seiten durch Messingplatten abgeschlossen sind. Um irtümliche Verwendung von

Fig. 124.

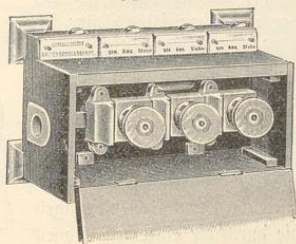


Patronen von zu starken Abschmelzdrähten auszuschließen, sind in den Patronen verschieden tiefe Ausparungen angebracht, denen „Ansätze“ von verschiedener Höhe auf den Patronenbolzen gegenüberstehen, wie aus Fig. 124 ersichtlich.

Um Patronen für verschiedene Abzweigungen zu centralisieren, werden dieselben wie in Fig. 125 u. 126 für

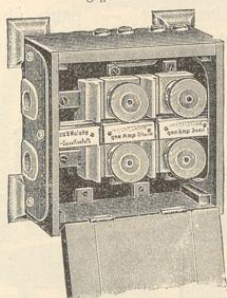
verschiedene Verteilungsleitungen in gemeinsamen Schutzkästen angeordnet. Die Leitungen läßt man mittels Porzellandurchführungen in den Schutzkästen einmünden.

Fig. 125.



Solche Kästen werden für einpolige und zweipolige Sicherungen (Fig. 125 resp. 126) und für beliebig viele

Fig. 126.



Abzweigleitungen hergestellt; so beispielsweise in Fig. 125 für drei, in Fig. 126 für zwei Abzweigkreise.

In feuchten Räumen müssen die Sicherungen so hergestellt sein, daß durch die Feuchtigkeit die Überleitung des Stromes von der Sicherung nach der Wand nicht möglich ist. Beispielsweise ist die Sicherung Fig. 127 auf einen „Isolator“ gebaut, wodurch stets gute Isolation gewährleistet wird. Sicherungen sollen übrigens an allen Stellen eingesetzt werden, an denen von einer stärkeren Leitung eine schwächere abzweigt wird. Es ist auch vorteilhaft und meist notwendig, Hin- und Rückleitung zu sichern. In Räumen, wo leicht entzündliche oder explosive Stoffe vorkommen, dürfen Sicherungen nicht angebracht werden.

Fig. 127.



Nach den Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind die Abmessungen für die Schmelzsicherungen folgendermaßen zu wählen:

Vrey mann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Draht- querschnitt qmm	Betriebsstrom- Ampère	Abשמelzstrom- Ampère
0,75	3	6
1	4	8
1,5	6	12
2,5	10	20
4	15	30
6	20	40
10	30	60
16	40	80
25	60	120
35	80	160
50	100	200
70	130	260
95	160	320
120	200	400
150	230	460
210	300	600
300	400	800
500	600	1200

Eine Sicherung für höhere Stromstärke einzufügen als in der Tabelle angegeben, ist nicht zulässig, jedoch kann man die Sicherungen schwächer wählen, als die Tabelle feststellt.

§ 11.

Leitungsmaterial.

Für die Stromleitungen kommt wegen der großen Leitungsfähigkeit fast ausschließlich Kupfer in Betracht. Ausnahmsweise verwendet man auch in Stromkreisen mit Bogenlampen — der geringeren Kosten wegen — Eisenleitungen, deren Widerstand zugleich als Beruhigungswiderstand für die Bogenlampen dient. Für geringere Querschnitte (etwa bis zu 25 qmm) können massive Kupferdrähte verwendet werden, wenn nicht besondere Anforderungen an Biegsamkeit gestellt werden, so z. B. bei Anschluß von tragbaren Stehlampen, in welchem Falle biegsame Seile empfehlenswerter sind. Für größere Querschnitte als 25 qmm verwendet man fast ausschließlich Kupferleitungen aus Drahtlitze, die aus einer größeren Anzahl von Einzeldrähten besteht.

Blanke Leitungen ohne isolierende Umhüllung sind nur in feuersicheren Räumen oder als Freileitungen außerhalb der Gebäude zu verlegen. In allen anderen Fällen sind für die Installation in geschlossenen Räumen nur „isolierte Leitungen“ statthaft. Die Art der Isolierung richtet sich danach, ob die Räume trocken oder feucht sind, ob sie schädliche Dämpfe enthalten u. s. w. Hin- und Rückleitung „verdrillt“ man häufig zu Doppelleitungen. Werden die Leitungen an der Wand bewohnter Räume verlegt, so soll die Farbe der isolierenden Umhüllung möglichst der Farbe der Wände, Tapeten u. s. w. angepaßt sein, damit die Leitungen unauffällig bleiben.

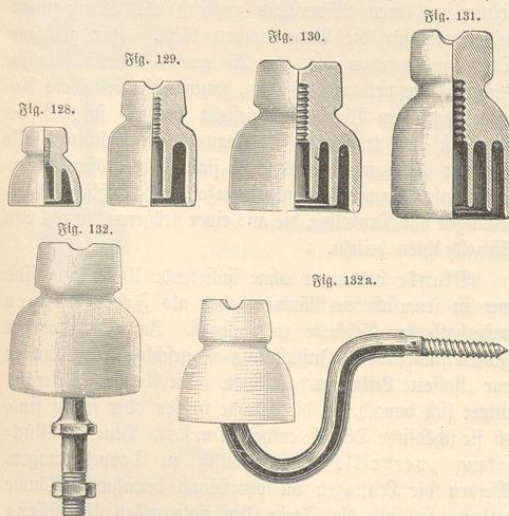
Der Kupferquerschnitt der Leitungen muß so bemessen sein, daß der durchfließende Strom keine gefahrbringende Erwärmung erzeugt. Kupferdrähte unter 0,75 qmm Querschnitt sind wegen der ungenügenden Festigkeit unstatthaft. Die normal zulässigen Betriebsstromstärken sind für die einzelnen Drahtquerschnitte aus Tabelle Seite 313 zu entnehmen. Bei längeren Leitungen ist der Querschnitt derart zu wählen, daß kein zu großer Spannungsverlust entsteht. Der Spannungsverlust soll dabei vom Verteilungspunkte an etwa nur 1 bis 1,5 Volt betragen. Eine Ausnahme bilden — wie erwähnt — Bogenlichtkreise, bei denen absichtlich ein größerer Spannungsverlust in den Leitungen hergestellt wird. Der Widerstand kommt für die Bogenlampen als Verhütungswiderstand in Betracht.

§ 12.

Verlegen der Leitungen.

Die Leitungen sollen so verlegt sein, daß eine gute Isolation der Leitungen sowohl gegeneinander, als gegen das Mauerwerk gewährleistet ist, daß auch die Leitungen möglichst gegen Zerstörungen geschützt sind und daß das Aussehen der Räume durch die Leitungen nicht verunziert wird. Die Leitungsführung erfolgt entweder unsichtbar, d. h. unter dem Verputz in Röhren oder Kanälen, oder — wo sich diese Verlegungsart nicht ausführen läßt, — sichtbar auf Porzellan- oder Glasrollen an der Wand resp. auf Isolatoren.

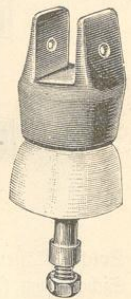
Auf Isolatoren werden in den Häusern fast nur Leitungen für hohe Spannung und Leitungen in feuchten



Räumen verlegt. Je nach den Forderungen an die Isolationsfähigkeit, stellt man die Isolatoren wie in Fig. 128 u. 129

mit zwei, oder wie in Fig. 130 u. 131 mit drei Mantelflächen her. Um die geraden oder gebogenen eisernen Stützen — Fig. 132 u. 132^a — in die Isolatoren einzusetzen, wird das obere Ende der Stütze vorher mit Hanf, der in Leinöl getränkt ist, umwunden und hierauf die Stütze fest eingedreht. Sind Leitungsschienen auf Isolatoren zu befestigen, so wird auf dem Kopf ein gabelförmiges Gußstück (Fig. 133) aufgesetzt, in dem die Leitungsschienen durch Splinte oder Schrauben festgehalten werden.

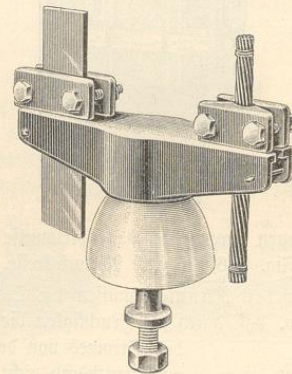
Fig. 133.



In Fig. 134 ist ein Isolator mit Kappe zum Befestigen von Steigeleitungen dargestellt, die durch die einzelnen Stagen führen.

Eine weite Verbreitung hat die Verlegung von Leitungen nach dem Bergmann'schen System, d. h. in isolierten Röhren gefunden, die — ganz ähnlich wie Gasrohre — sowohl unter Verputz, als auch offen, außer-

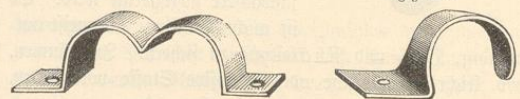
Fig. 134.



halb des Verputzes, verlegt werden. Diese Bergmann's Röhre werden in lichten Weiten von 7 bis 48 mm hergestellt und unter Verputz durch Eisendraht befestigt. Bei offener Verlegung pflegt man „Rohrschellen“ aus verzinktem Eisen oder Messing, die durch Schrauben oder Drahtstifte befestigt werden, zu verwenden (Fig. 135, 136).

Fig. 135.

Fig. 136.



Die Verbindung der Rohre erfolgt durch Muffen aus Messing (Fig. 137) oder, wenn chemische Zersetzung des Metalles zu befürchten ist, aus Isoliermaterial (Fig. 138).

Die Rohre lassen sich erwärmt etwas krümmen, für größere Krümmungen setzt man besondere „Elbogenstücke“ (Fig. 139) ein. Die Rohre werden aus Isoliermaterial

Fig. 137.

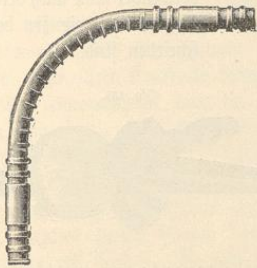


Fig. 138.



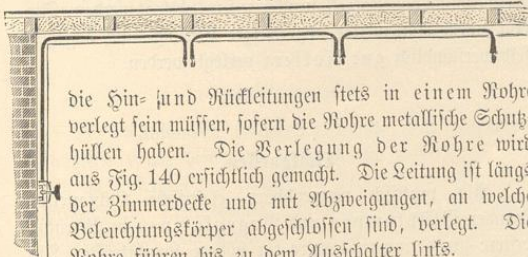
ohne Armierung hergestellt, wenn keine besonderen Anforderungen an mechanische Festigkeit gestellt werden und chemische Zerstörungen des Rohres nicht zu befürchten

Fig. 139.



sind. In Cementfußböden, Gipsestrichen und in feuchten Räumen pflegt man Rohre mit Messingüberzug, Eisenarmatur oder Stahlpanzerrohre zu verwenden. Zu bemerken ist noch hierbei, daß bei Wechsel- oder Drehstromleitungen

Fig. 140.



die Hin- und Rückleitungen stets in einem Rohre verlegt sein müssen, sofern die Rohre metallische Schutzhüllen haben. Die Verlegung der Rohre wird aus Fig. 140 ersichtlich gemacht. Die Leitung ist längs der Zimmerdecke und mit Abzweigungen, an welche Beleuchtungskörper abgeschlossen sind, verlegt. Die Rohre führen bis zu dem Ausschalter links.

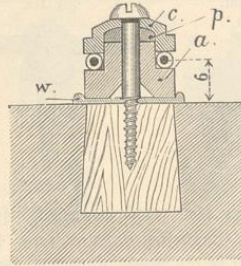
Nicht immer ist man in der Lage, die Leitungen verdeckt, d. h. unter Verputz zu legen. Viel verbreitet ist daher auch die Verlegung auf Klemmrollen aus Glas, Porzellan oder — nach „System Adt“ — aus „Solit“. Man pflegt diese Rollen auf Holzdübel (Fig. 141) aufzuschrauben. Nach System Adt bestehen die Rollen aus einer zylindrischen Stütze a (Fig. 142), mit dem Kopf-

Fig. 141.



stück p und einem glockenförmigen Kopfe c. Die Rolle ist auf die Wandrossette w aufgeschraubt, die den Holzdübel

Fig. 142.



verdeckt. Die Befestigung der verdrihten Doppelleitung geschieht, wie aus den Fig. 143, 144 ersichtlich wird, indem sie um die Porzellanrolle herumgelegt wird.

Fig. 143.

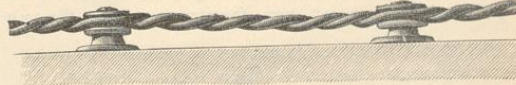


Fig. 144.



Einfache Porzellanrollen zur Verlegung von Einzelleitungen stellen Fig. 145, 146 in verkleinertem Maßstabe dar; in Fig. 147 sind drei derartige Rollen auf Flacheisen

Fig. 145.



Fig. 146.



Fig. 147.



aufgeschraubt. Dadurch ist auch der Abstand der Leitungen gesichert. Fig. 148 zeigt eine Porzellanrolle auf Flacheisen

Fig. 148.



Fig. 149.

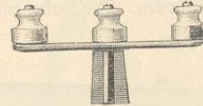
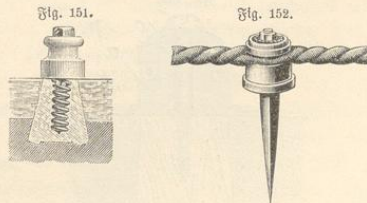


Fig. 150.



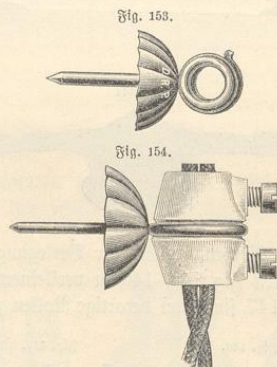
mit Eisendübel für eine Leitung und Fig. 149 für drei Leitungen. Durch Fig. 150 sind endlich Porzellanrollen dargestellt, die auf Schellen aufgesetzt sind, welche an eiserne Träger oder dergleichen geschraubt werden können.

Nach **Böddinghaus** werden die Porzellanrollen mittels „Doppelspiraldübel“ (Fig. 151) in der Wand befestigt; diese Befestigung ist sehr sicher.

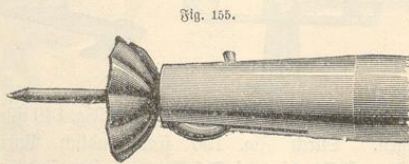


Eine einfache aber trotzdem gute Befestigung ist auch die in Fig. 152 dargestellte Anordnung durch Stahldübel, die direkt in die Wand eingeschlagen werden. Hierbei besteht die Klemmrolle aus mehreren Teilen, um nach Einschlagen des Dübels eine leichte Montage zu ermöglichen und die Leitungsdrähte fest einzuklemmen, resp. ohne Schaden spannen zu können.

Wiel verbreitet ist auch das sog. **Pfechel-System** der „Ringisolatoren“ von **Hartmann und Braun**.

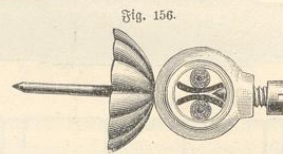


Die Leitungen führt man bei diesem System durch Ringe aus Porzellan oder farbigem Glas (Fig. 154 u. 156), welche vor der Befestigung auf die verdrehte Leitung geschoben werden. Außerlich besitzen die Ringe Rillen, so daß sie leicht auf federnde Haken eingesprengt werden können. Diese Haken sind mit Kofetten verziert, die die Holzdübel verdecken. Die Haken pflegt man

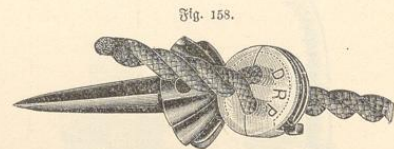


in den Holzdübel, und zwar unter der Verwendung besonderer eiserner Werkzeuge, einzutreiben (vergl. Fig. 155).

Zur Befestigung der Leitungen in einzelnen Abständen und der Leitungsenden dienen ringförmige „Klemmen“, in denen sich die Leitungen durch Presskeilschen aus Isoliermaterial isolieren und festklemmen lassen.



An Stelle dieser Klemmen kann man auch Klemmisolatoren (Fig. 157 u. 158) verwenden, bei denen die Leitungen durch die Pressung zweier Ringhälften festgehalten werden. Statt der Ringe verwendet man auch Klemmrollen zum Abspannen, wie sie bereits oben beschrieben sind.



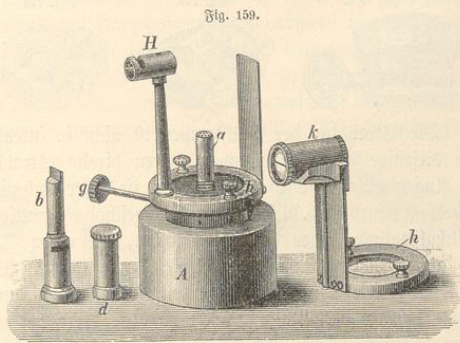
Für Dreileiteranlagen mit blankem Mittelleiter, bei denen die Lichtleitungen vom Mittelleiter und einem der Außenleiter abgezweigt werden, wird häufig die Abzweigung vom Mittelleiter nach dem Gebäude als blanker Draht ohne Isolation verlegt. Dabei kann der blanker Draht unmittelbar mit Krampen an der Wand, d. h. ohne Verwendung von Porzellanrollen u. s. w., verlegt werden. Die von einem Außenleiter abgezweigte Leitung muß dagegen selbstverständlich gut isoliert verlegt werden.

§ 13.

Lichtquellen.

Als praktisch verwendbare elektrische Lichtquellen kommen Glühlampen und Bogenlampen in Betracht, erstere für geringere, letztere für höhere Leuchtkräfte. Als praktische Einheit zur Bestimmung der Leuchtkraft dient, wie bei Gaslicht, die **Hefnerkerze (HK)** Fig. 159, d. i. die Leuchtkraft einer Amylacetatlampe von 40 mm Flammhöhe, die nach den Vorschriften der physikalisch-technischen Reichsanstalt hergestellt ist. Das Gefäß A dient zur Aufnahme des Amylacetats und ist innen verzinnt. — Der Kopf der Lampe trägt das Rohr a und im Innern ein Triebwerk mit zwei Achsen, das durch den Knopf g in Bewegung gesetzt

wird. Auf das dochtführende Röhrchen ist — nach Beendigung des Versuches — die Hülse d zu schrauben. Das Röhrchen a, das vom Docht vollständig erfüllt sein



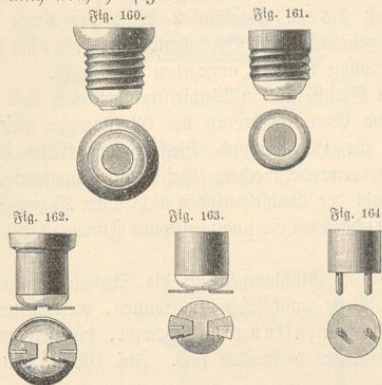
muß, hat einen äußeren Durchmesser von 8,3 mm, einen inneren von 8 mm. Diese Abmessungen müssen genau eingehalten sein. Zu ihrer Kontrolle dient eine Lehre, Fig. 159, b. Die Flammenhöhe kann an einem Krüß'schen Flammenmaß k, das eine kleine Linse und Mattscheibe enthält, abgelesen werden. Links ist auf dem Ringe h das Hefner'sche Flammenmaß H befestigt; daselbe trägt im Innern ein wagrecht liegendes blankes Stahlplättchen, welches genau 40 mm über dem oberen Rande des Dochtrohres liegt.¹⁾ Die von der Lichtquelle ausgestrahlte Lichtmenge wird Lichtstrom genannt. Als Einheit für die Beleuchtung einer senkrecht bestrahlten Fläche im Abstände von 1 cm von der Kerze gilt das „Lux“ (Lx) oder der zehntausendste Teil der Beleuchtung einer Fläche durch eine Hefnerkerze im Abstand von 1 m, die „Meterkerze“.²⁾

§ 14.

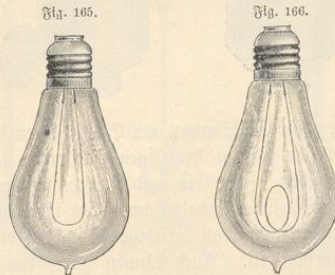
Glühlampen.

Die Glühlampen besitzen innerhalb einer luftleeren Glasbirne einen besonders präparierten Kohlefaden, der durch die Wirkung des elektrischen Stromes zur Weißglut gebracht wird. Die Stromzuführung von äußeren Kontakten der Glühlampe zum Kohlefaden erfolgt durch Drähte, die in das Glas eingeschmolzen sind. Von den verschiedenen gebräuchlichen Kontakten wird am häufigsten der Edisonkontakt verwendet, der in Fig. 160 u. 161 für größere und kleinere Lampen abgebildet ist. Die Stromzuführung wird

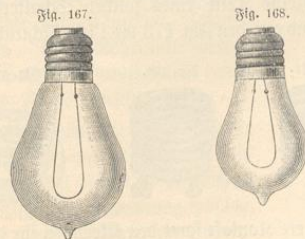
einerseits durch ein Aufengewinde, andererseits durch eine am Fuß angebrachte Kontaktplatte bewirkt. Der Siemenskontakt (Fig. 162 u. 163) wirkt auch bei starken Erschütterungen der Lampe stets sicher. Stekkontakte (Fig. 164) werden auch noch häufig verwandt.



In den Fig. 165 bis 168 sind die gebräuchlichen Formen von Glühlampen mit Edisongewinde für verschiedene Kerzenstärken dargestellt. Für höhere Spannungen etwa 220 bis 250 Volt wird die Lampe häufig auch mit zwei hintereinander geschalteten Glühfäden hergestellt.



Bei Hausinstallationen werden zumeist Glühlampen für Leuchtkräfte von 5, 10, 16, 25 und 32 Hefnerkerzen verwandt, für besondere dekorative Zwecke benutzt man auch



Glühlampen mit anderen Leuchtkräften. Hierbei beträgt der Energieverlust etwa 3,5 Watt für eine Hefnerkerze und verbraucht demnach eine 16kerzige Glühlampe für 110 Volt

1) Vergl. Müller Pouillet's Lehrbuch der Physik, 2. Band, II. Abt. 1. Kapitel.

2) Ausführlicheres findet der Leser im dritten Kapitel dieses Abschnittes unter § 3.

rund 50 Watt bei circa 0,5 Ampère Stromstärke. Solche Lampen halten etwa 1000 Brennstunden aus, wobei die Leuchtkraft der Glühlampen etwas nachläßt, wenn auch nicht so bedeutend, wie die des Gasglühlichtes.

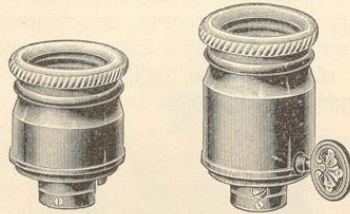
Es werden auch Lampen für geringeren Energieverbrauch bis zu ungefähr 2 Watt pro Kerze in den Handel gebracht, deren Brenndauer ist jedoch nicht so groß, wie für obige Lampen angegeben worden ist.

In Gleich- wie in Wechselstrombetrieben sind Leuchtkraft und Energieverbrauch der Glühlampen gleich. Es können für Gleich- und Wechselstrombetriebe dieselben Lampen verwendet werden. Bei Wechselstrombetrieben soll die Anzahl der Wechselperioden nicht unter 25 pro Sekunde betragen, da sonst ein unangenehmes Flimmern der Lampe eintritt.

Um die Glühlampen an die Stromleitungen in bequemer Weise anschließen zu können, werden besondere Glühlampenfassungen verwendet, die fest mit den Stromleitungen verbunden sind. Fig. 169 u. 170 stellen

Fig. 169.

Fig. 170.



Fassungen für Glühlampen mit Edisongewinde dar. Dieselben lassen sich in derartigen Fassungen leicht ein- und ausschrauben. Zum Ein- und Ausschalten der Lampen kann ein gewöhnlicher Schalter verwandt werden, der, getrennt von der Lampe, an beliebiger Stelle in die Stromleitung eingefügt ist. Auch können durch den Schalter gleichzeitig mehrere Lampen ein- und ausgeschaltet werden. — Für Einzellampen wird der Schalter häufig mit der Lampenfassung verbunden (so in Fig. 170, Fassung mit Hahn). Einzelne Teile eines solchen Schalters mit oder ohne Hahn sind aus den Fig. 173 bis 176 ersichtlich, und zwar

Fig. 171.

Fig. 172.

Fig. 173.



wird der innere Kontakt samt den Klemmen für die Stromzuführung (Fig. 173) oder der Schalter (Fig. 174) in einen Porzellansockel (Fig. 175 u. 176) eingefittet. Den zweiten Kontakt vermittelt eine aufgesetzte Gewindehülse (Fig. 171

für Fassung ohne, Fig. 172 für Fassung mit Schalter). Durch eine Schutzkappe mit isolierendem Porzellanring werden die Kontakte vor Berührung geschützt.

Fig. 174.

Fig. 175.

Fig. 176.



Die Strahlung der Glühlampen ist nicht so intensiv, wie diejenige der Bogenlampen, deren direkte Strahlen die Augen nicht ertragen können. Es ist daher auch nicht unbedingt erforderlich, dieselbe durch übergeschobene mattierte Milchglasglocken oder ähnliche Glocken, die einen Teil des ausgestrahlten Lichtes verschlucken, zu mildern. Will man die direkte Strahlung vermeiden, so kann dies durch Mattierung der Glocke erreicht werden. Wie bei anderen Lichtarten, kann auch die Strahlung der elektrischen Lampen durch Schirme, Glashalen, Glocken, Ballons u. s. w. beliebig konzentriert werden, wie aus Fig. 177 bis 179 ersichtlich gemacht ist. So kann man beispielsweise die

Fig. 177.

Fig. 178.

Fig. 179.



nach oben gerichtete Strahlung der Lampe auch für die Bodenbeleuchtung nutzbar machen. Die Schalen werden an Haltern, Fig. 180, 181, befestigt, an den auch die Glühlampenfassungen angeschraubt sind. Durch spiegelnde Belegung eines Teiles der Glühlampen (Fig. 182 bis 184)

Fig. 180.

Fig. 181.

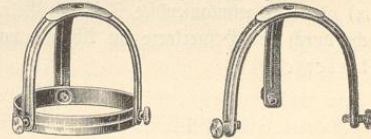
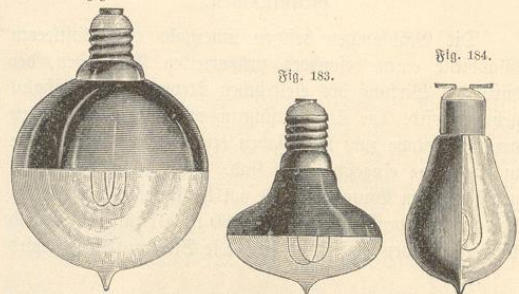


Fig. 182.

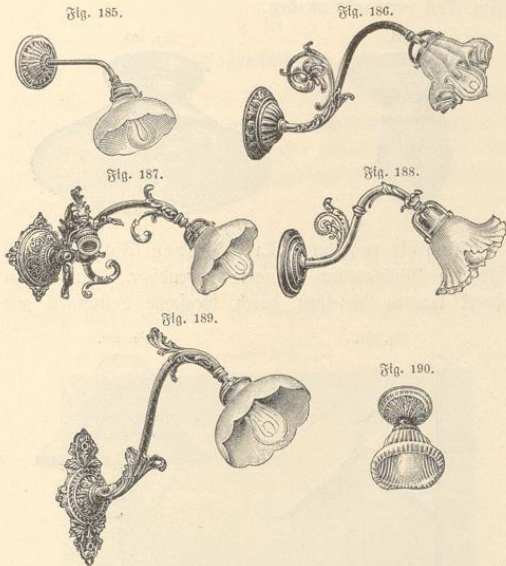
Fig. 183.

Fig. 184.

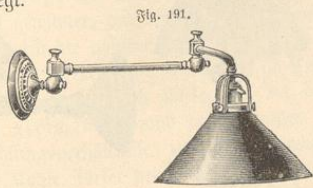


kann man auch ohne Verwendung besonderer Reflektoren das Licht in bestimmter Richtung konzentrieren und dadurch starke Lichteffekte erzielen.

Daß sich durch Glühlampen auch eine sehr gute Lichtverteilung erzielen läßt, ist bekannt, da die Lampen für ganz bestimmte Leuchtkräfte herstellbar sind und an beliebigen Stellen, sei es nun auf festen oder beweglichen Wandarmen, Hängearmen, Kronleuchtern oder dergl. angebracht werden können. Zur Befestigung der Lampenglocken dienen metallische Halter, wie solche in den Fig. 180 u. 181 — und im Zusammenhange mit den Wandarmen — in den Fig. 186 bis 189 u. 191 abgebildet sind.

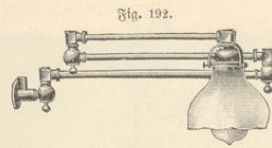


Die Wandarme werden je nach Anforderung und Geschmack in den einfachsten bis zu künstlerisch reich ausgeführten Formen ein- oder mehrarmig ausgebildet (vergl. Fig. 186 bis 189). Die Anordnung ist dem Gaslicht dadurch überlegen, daß man die Glühlampen beliebig, d. h. in horizontaler, vertikaler oder schräger Stellung anbringen kann, so daß schon von vornherein bei Anordnung der Wandarme auf die erwünschte Strahlungsrichtung Rücksicht genommen werden kann. Die Stromzuführungsdrähte werden „isoliert“ durch das Rohr des Wandarmes gelegt.

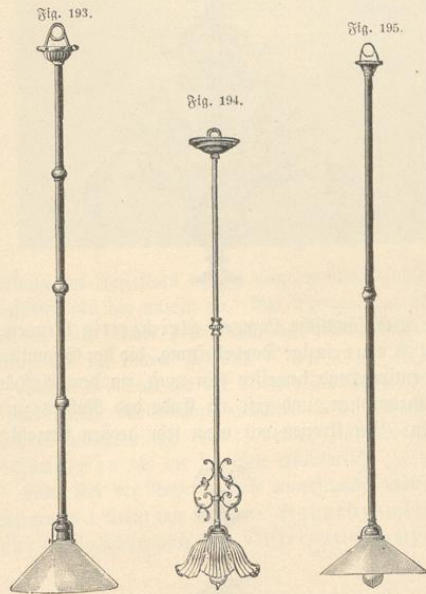


Da naturgemäß eine Dichtung des Rohres für den Wandarm nicht wie bei Gaslicht erforderlich ist, können

die Wandarme leicht beweglich hergestellt werden, wie dies z. B. für Bureauräume von Vorteil ist. Diese beweglichen Wandarme lassen sich auch mit mehreren Gelenken herstellen (vergl. Fig. 192).

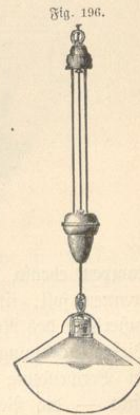


In gleicher Weise lassen sich die Glühlampen mit zugehörigen Armaturen zu Hängearmen (Fig. 193 bis 195)



verwenden. Als Rohrstücke können gewöhnliche Gasrohre, auch mehr oder weniger reich verzierte Rohre, durch die die Leitungsdrähte gezogen werden, Verwendung finden. Diese Rohrstücke werden entweder „pendelnd“ aufgehängt oder etwa mittels Nippel verschraubt.

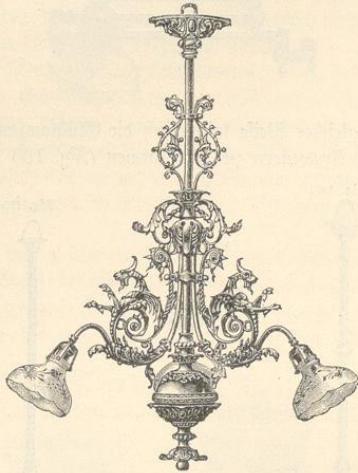
Sollen die Hängelampen der Höhe nach verstellbar angeordnet werden, so kann man, wie in Fig. 196 dargestellt, eine flaschenzugartige Anordnung wählen. Die Lampen werden alsdann an Doppelleitungen aufgehängt, die aus zwei gut voneinander isolierten Kupferlätzen bestehen. Diese Leitungen sind mit einer



zum Tragen der Beleuchtungskörper dienenden Drahtzüge verfeilt.

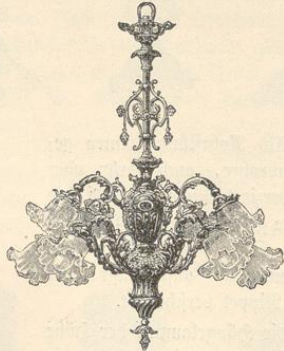
Es können auch beliebig viele Lampen zu einer Krone wie in Fig. 197, 198 vereinigt werden. Sollen in solcher

Fig. 197.



Krone stets sämtliche Lampen gleichzeitig brennen, so genügt es, eine einzige Doppelleitung, die der Gesamtstromstärke entsprechend bemessen sein muß, an dem Aufhängerohr anzuordnen, und erst am Ende des Rohres zu verzweigen. Bei Kronen mit einer sehr großen Anzahl von

Fig. 198.



Lampen, ebenso, wenn zeitweise nur ein Teil der Lampen brennen soll, ist es vorteilhafter, mehrere Leitungen außerhalb des Rohres in unauffälliger Weise zu verlegen. Diese Anordnung ist immer dann erforderlich, wenn — bei Verwendung einer Krone für Gas- und elektrisches Licht — die Verlegung der Leitungen im Innern der

Krone unmöglich ist. Ausschalter hierfür werden, je nach Erfordernis, entweder für sämtliche Lampen gemeinsam, oder für einzelne Gruppen von Lampen getrennt angeordnet und an geeigneter Stelle in die Leitung eingebaut.

Auch für Deckenbeleuchtung wird das Glühlicht seiner dekorativen Wirkung wegen vielfach verwendet, um eine möglichst gleichmäßige, für das Auge angenehme Lichtverteilung zu erzielen. Die Lampen können hierbei als Einzellampen (Fig. 199) oder in Gruppen zu dreien (Fig. 200) verwandt werden.

Fig. 199.



Fig. 200.



Auch als tragbare Tischlampen (Fig. 201, 202) sind die Glühlampen bequem verwendbar. Zu diesem Zweck werden dieselben durch biegbare Leitungen mit

Fig. 201.

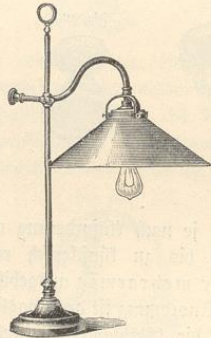


Fig. 202.



dem Stöpsel einer Anschlußdose verbunden. Sobald der Stöpsel in die Wandanschlußdose eingesteckt worden ist,

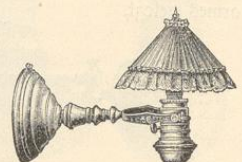
Fig. 203.



Fig. 204.



Fig. 205.



kann die Lampe mit Hilfe des an der Lampenfassung angebrachten Schalters „eingeschaltet“ werden. Nach erfolgtem

Gebrauch läßt sich die Lampe mit Leitungsschnur beliebig entfernen.

Sehr bequem und namentlich in Hotels vielfach verwendet sind die „Kipp Lampe“ (Fig. 203, 204). Dieselben sind „schwingend“, d. h. in einem Gestell gelagert (Fig. 203). Auf die Lampe kann ein leichter Schirm aufgesetzt werden und läßt sich dieselbe sowohl als Tischlampe (Fig. 204) wie als Wandlampe (Fig. 205) benutzen.

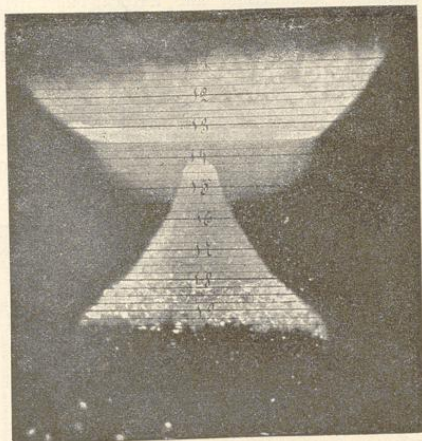
§ 15.

Bogenlampen.

Die Leuchtkraft der Bogenlampen wird dadurch erzielt, daß die Enden zweier Kohlenstäbe durch den elektrischen Lichtbogen zur Weißglut gebracht werden. Die Lichtstrahlung ist bei Gleichstrom- und Wechselstromlampen verschieden.

a) Bei Gleichstromlampen (Fig. 206) erglüht namentlich nur die positive Kohle, d. h. die Kohle aus der der Strom heraustritt. Hierbei höhlt sich dieselbe kraterförmig aus, während die negative Kohle sich zuspitzt.

Fig. 206.



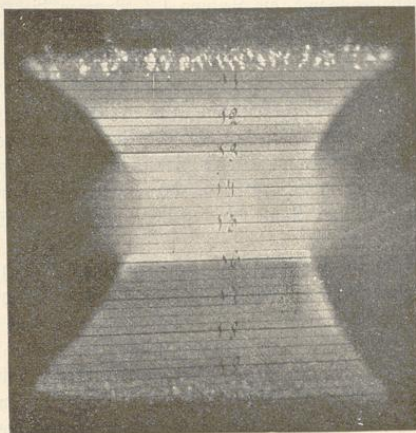
Um möglichst viel Licht für die Bodenbeleuchtung zu gewinnen, andererseits auch ein ruhiges Licht zu erhalten, wird die positive Kohle oberhalb der negativen angeordnet. Hierbei ist der Verbrauch an Kohlenstäben bei der positiven Kohle auch stärker als bei der negativen; um nun gleichen Abbrand beider Kohlen und günstige Lichtstrahlungsverhältnisse zu erzielen, wird die obere (positive) Kohle stärker gewählt, als die untere.

b) Bei Wechselstromlampen erglühen beide Kohlen gleichmäßig (Fig. 207), sie können daher im allgemeinen

Weymann, Bauteilkonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

auch gleich stark genommen werden. Gewöhnlich wird jedoch um die obere Kohle ein Reflektor angeordnet, welcher die nach oben gerichtete Strahlung nach unten wirft und für die Bodenbeleuchtung nutzbar macht. Infolge dieser

Fig. 207.

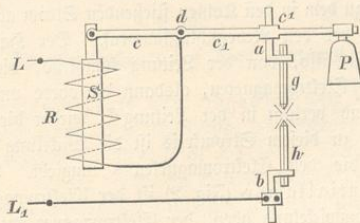


Wirkung des Reflektors brennt nun die obere Kohle etwas langsamer als die untere ab. Bei Verwendung von Reflektoren wird daher gewöhnlich die obere Kohle etwas dünner, als die untere gewählt.

Damit bei Abbrand der Kohlen die Enden derselben in stets gleicher Entfernung gehalten, d. h. also eine konstante Lichtbogenlänge erzielt werde, sind Reguliermechanismen für die Lampen erforderlich.

Nach Art der Regulierwerke unterscheidet man im allgemeinen drei Arten von Lampen: Hauptstromlampen, Nebenschlußlampen und Differentiallampen.

Fig. 208.



Das Prinzip der Hauptstromlampe ist in Fig. 208 schematisch dargestellt. Der Lampenstrom durchfließt die Leitung L eines Elektromagneten R mit dem Eisenkern S, der an dem einen Hebelarm e eines in d gelagerten Hebels hängt. An dem anderen Hebelarm e hängt einerseits der Kohlenhalter a mit der oberen Kohle g, andererseits zum

Ausbalanzieren ein Gegengewicht P. Der oberen Kohle g gegenüber ist die untere Kohle h am Kohlenhalter b starr befestigt. Der Strom durchfließt demnach die Leitung L des Elektromagneten, den Hebelarm c, den Kohlenhalter a, die obere Kohle g, den Lichtbogen, die untere Kohle h, den Kohlenhalter b und die Leitung L. Brennen die Kohlen ab, so vergrößert sich der Lichtbogen, der Widerstand des Lichtbogens nimmt zu, daher die Gesamtstromstärke ab. Infolgedessen sinkt die Anziehungskraft des Elektromagneten R auf den Eisenkern S und das Gewicht P zieht den Hebelarm c, und somit den Kohlenhalter a nach unten, so daß der Lichtbogen verringert wird. Durch ein Regulierwerk wird dafür gesorgt, daß der Eisenkern S nach dem Sinken der oberen Kohle wieder seine ursprüngliche Stellung einnimmt.

Bei den Nebenschlußlampen (Tafel 64, Fig. 1) wird der Elektromagnet nicht durch den die Lampenohlen durchfließenden Hauptstrom, sondern durch einen parallel vom Lichtbogen abgezweigten Strom erregt.

Wächst mit dem Abbrand der Kohlen der Lichtbogen und dementsprechend die Spannung an den Kohlen, so wächst auch die Anziehungskraft des Elektromagneten m auf den Anker c, wodurch eine Sperrklinke l ein Schappement g auslöst. Das Räderwerk r kann so unter dem Einfluß des Gewichtes des oberen Kohlenhalters i, der an dem Kupferseil k hängt, in Thätigkeit kommen; das Kupferseil k rollt sich auf der Trommel b so lange ab, bis der Lichtbogen wieder die normale Länge erreicht und demgemäß die Anziehungskraft des Elektromagneten m auf den Anker c wieder nachgelassen hat. Durch eine kleine Luftpumpe werden die Bewegungen des Regulierwerkes gedämpft.

Die Differentiallampe (Tafel 64, Fig. 2) enthält zwei Elektromagnete, von denen der eine vom Hauptstrom erregt wird (wie bei der Hauptstromlampe), der andere von einem, parallel zu dem in den Kohlen fließenden Strom abgezweigt ist (wie bei den Nebenschlußlampen). Der Hauptstrom durchfließt also, von der Leitung kommend, die Wickelung des Elektromagneten, alsdann die obere und untere Kohle und verläßt in der Leitung L wieder die Lampe. Parallel zu diesem Stromkreis ist die Wickelung T abgezweigt, die den Elektromagneten s umgibt. Bei der Differentiallampe (Fig. 2) ist der Elektromagnet mit Hauptstromwicklung oben, der Elektromagnet mit Nebenschlußwicklung unten angeordnet. — Letzterer ist in der Figur durch einen elektromagnetischen Kurzschließer verdeckt, der den Zweck hat, bei Hintereinanderschaltung der Lampen — nach Erlöschen einer Lampe infolge Abbrands der Kohle — diese kurz zu schließen, während die übrigen im gleichen Stromkreis befindlichen Lampen ungestört weiter brennen können.

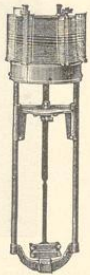
Bei der Wechselstrombogenlampe (Tafel 64, Fig. 3) sind die Kohlenhalter für die obere und die untere Kohle mechanisch derart verbunden, daß der untere Kohlenhalter sich um so viel hebt, als der obere sich senkt. Hierdurch wird erreicht, daß der Lichtbogen stets seine bestimmte Höhenlage beibehält. Außerdem ist in der Höhe des Lichtbogens an den beiden Führungstangen für die Kohlenhalter ein Reflektor angebracht. Dieser hat den Zweck, das nach oben gestrahlte Licht der Lampe abzufangen und nutzbar nach unten zu werfen. Derartige Reflektoren werden bei Wechselstromlampen ausschließlich angebracht.

Anwendung. Hauptstromlampen können nur in Einzelschaltung brennen und kommen namentlich zur Effektleuchtung, d. h. für Scheinwerfer, Reflektoren und bei Bühnenbeleuchtungsapparaten zur Verwendung.

Nebenschlußlampen und Differentiallampen lassen sich in beliebiger Anzahl hintereinander schalten resp. in Einzelschaltung verwenden. Nebenschlußlampen können durch Änderung des Vorschaltwiderstandes auf beliebige Stromstärke gebracht werden, ohne daß das Regulierwerk verstellt zu werden braucht. Differentiallampen besitzen den Vorzug empfindlicher Regulierung und werden daher jetzt fast ausschließlich verwendet, insbesondere für sogenannte Sparschaltungen, bei denen der Vorschaltwiderstand auf ein Minimum reduziert wird.

Brennen nicht mehr als zehn Lampen hintereinander, so wird gewöhnlich die Anordnung getroffen, daß bei Erlöschen einer Lampe ein „Ersatzwiderstand“ selbstthätig eingeschaltet wird. Infolge dieser Anordnung wird bei Erlöschen einer Lampe die Stärke des Hauptstromes und demnach auch die Leuchtkraft der Lampen in dem betreffenden Stromkreise nicht geändert. Bei der Lampe (Fig. 209) ist z. B. der Ersatzwiderstand am Lampenkopfe angebracht, — und zwar ist derselbe durch Porzellanstäbe von der Kappe isoliert.

Fig. 209.

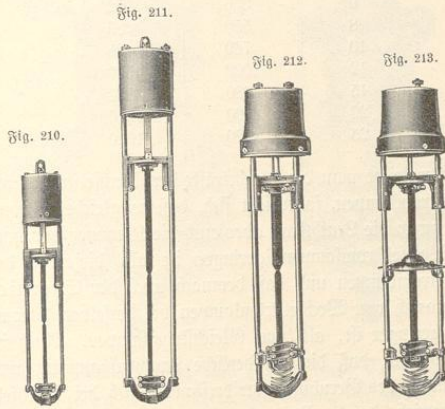


Das Werk der Gleichstrom- und Wechselstromlampen ist, abgesehen von der Bewickelung der Elektromagnete, meist gleich. Die Eisenkerne der Elektromagnete für Wechselstromlampen werden häufig aus Eisenblechen hergestellt, um Wirbelströme im Eisen und infolgedessen Erwärmung des Eisenkernes zu vermeiden. Es giebt jedoch einzelne Wechselstromlampen, in denen zum Regulieren der Lichtbogenlänge eine, nur dem Wechselstrom eigentümliche, Anordnung benutzt wird.

Im allgemeinen muß das Werk so beschaffen sein, daß die Lampe sofort beim Einschalten den Lichtbogen zieht und in kurzer Zeit mit normalem Glanze brennt. Dabei

sollen die Lichtschwankungen während des Regulierens der Lampe nur so gering sein, daß sie nicht störend auffallen. Gegen Verschmutzen wird das Werk durch eine Klappe geschützt.

In Fig. 210 bis 213 sind „Bogenlampen mit Klappen“ dargestellt, und zwar in Fig. 210 u. 211 Gleichstrombogenlampen für kleine und große Brenndauer (2 bis 10 Ampère),



in Fig. 212 eine Lampe mit konstantem Brennpunkt, endlich in Fig. 213 eine Wechselstrombogenlampe mit Reflektor und konstantem Brennpunkt.

Die „Spannung beim Brennen“ ist für Gleich- und Wechselstromlampen verschieden; sie ist um so größer, je länger der Lichtbogen der betreffenden Lampe ist und nimmt mit steigender Stromstärke zu. Die Spannung einer Lampe ist außerdem vom Kohlenmaterial abhängig. Bei Wechselstromlampen ist die Lampenspannung noch abhängig von der Konstruktion der verwendeten Wechselstrommaschine, speziell von deren Kurvenform.

a) Bei Gleichstromlampen beträgt die Spannung an der Lampe bei einer Stromstärke von 3 Ampère 37 Volt, für 6 Ampère-Lampen 39 Volt, für 10 Ampère-Lampen 41 Volt, für 15 Ampère-Lampen 43 Volt, für 25 Ampère-Lampen 44 Volt.

b) Bei Wechselstromlampen beträgt die Lampenspannung bei Verwendung einer sinusförmigen Stromkurve, wie sie in den meisten Wechselstrommaschinen erzeugt wird, für Lampen von 4,5 Ampère 28 Volt, für 10 Ampère-Lampen 29 Volt, für 15 Ampère-Lampen 30 Volt, für 25 Ampère-Lampen 31 Volt. Wechselstromlampen für Stromstärken unter 4,5 Ampère werden wegen der geringen Lichtstrahlung selten gebaut.

Die Brenndauer der Lampen richtet sich im allgemeinen nach der Länge und Stärke der Kohlen und der Art des Kohlenmaterials. Durch Verwendung von stärkeren Kohlen wird zwar die Brenndauer vergrößert, die Lichtausbeute aber verringert. Es müssen daher die günstigsten Verhältnisse gewählt werden, um gute Lichtausbeute und ein ruhiges Brennen der Lampen zu erzielen, auch die Brenndauer der Lampen nicht zu sehr zu verkürzen. Die Brenndauer beträgt bei einer Kohlenlänge von 200 mm für jede Kohle 8 bis 11, bei einer Länge von 325 mm für jede Kohle 15 bis 20 Stunden. Durch an den Lampen angebrachte Sparrvorrichtungen kann die Brenndauer erhöht werden, da die Sauerstoffzufuhr zum Lichtbogen der Lampe verringert wird.

Obige Zahlen für die Brenndauer der Lampen gelten für den Fall, daß der Lichtbogen derselben gegen die freie Atmosphäre nicht luftdicht abgeschlossen ist. Ist der Lichtbogen durch passend angeordnete Cylinder luftdicht abgeschlossen, so erreicht man eine bedeutend höhere Brenndauer — bis zu 200 Stunden! — (Dauerbrandlampen.) Hierbei beträgt die Spannung an der Lampe etwa 80 Volt; derartige Lampen können daher in Einzelschaltung, bei den üblichen Beleuchtungsnetzen, also von 110 oder 120 Volt Spannung, unter Verwendung geeigneter Vor-schaltwiderstände angeschlossen werden. Bei Verwendung derartiger Lampen wird also nicht allein an Kohlenmaterial, sondern auch an Bedienungskosten für das Einsetzen neuer Kohlen gespart. Aber Dauerbrandlampen geben ein unruhiges Licht und sind daher für Beleuchtung von Innenräumen, bei denen es ganz besonders auf ruhiges Licht ankommt, nicht gut zu verwenden. Außerdem sind sie gegen Feuchtigkeit empfindlich und die Lichtausbeute ist geringer, als bei den gewöhnlichen Bogenlampen.

§ 16.

Die Leuchtkraft der Bogenlampen.

Die Leuchtkraft der Bogenlampen hängt ab von dem Kohlenmaterial, der Größe des Lichtbogens, der Art der verwendeten Reflektoren und — bei Wechselstromlampen — auch von der Art der Betriebsmaschine (Kurvenform des Wechselstromes, vergl. § 4, Fig. 63). Unabhängig ist die Leuchtkraft dagegen von der Art des Regulierwerkes der Lampe. Die Strahlung des Lichtes ist hierbei nicht nach allen Richtungen gleichmäßig stark. Am stärksten wirkt das unter einem Winkel von etwa 35° bis 40° ausgestrahlte Licht.

Die Gleichstromlampe strahlt, wie die „Strahlungskurve“, Fig. 1 auf Taf. 65, zeigt, im wesentlichen Licht

„nur nach unten“ aus, während der nach oben geworfene Teil fast gar nicht in Betracht kommt. Die Wechselstromlampe sendet dagegen, falls nicht besondere Anordnungen getroffen werden, nach oben und unten annähernd gleich viel Licht aus, wie aus der Strahlungskurve Fig. 2 auf Tafel 65 zu ersehen ist, die, in den einzelnen Teilen betrachtet, der der Gleichstromlampe ähnelt. Da es aber in den meisten Fällen darauf ankommt, daß von der Lampe möglichst viel Licht „nach unten“ gestrahlt wird, so pflegt man bei Wechselstromlampen unmittelbar über dem Lichtbogen einen Reflektor anzubringen, wie bereits oben erläutert wurde. Fig. 3 dafelbst zeigt die Strahlungskurve einer Wechselstromlampe mit Reflektor.

Als Leuchtkraft der Bogenlampe wird gewöhnlich die mittlere sphärische oder hemisphärische Lichtstärke angegeben. Diese mittlere, sphärische Lichtstärke der Lampe ist gleich der Leuchtkraft einer punktförmigen, nach allen Seiten gleich starkes Licht aussendenden Lichtquelle, die denselben Lichtstrom ausstrahlt, wie die Bogenlampe.

Die Kerzenstärke der punktförmigen Lichtquelle bestimmt auch die mittlere, hemisphärische Lichtstärke. Da es, wie schon erwähnt, bei Lampen meist nur auf den „nach unten gestrahlten“ Lichtstrom ankommt, wird auch die Leuchtkraft meist nur auf den unteren Teil der betreffenden Strahlungskurve bezogen. Man versteht alsdann unter mittlerer hemisphärischer Leuchtkraft einer Bogenlampe: die in Defnerkerzen ausgedrückte Lichtstärke einer punktförmigen Lichtquelle, die nach unten den gleichen Lichtstrom sendet, wie die Bogenlampe.

Für Gleich- und Wechselstromlampen mit Reflektor, die wesentlich nur Licht „nach unten“ ausstrahlen, ist — nach obigen Erklärungen — die mittlere hemisphärische Leuchtkraft etwa doppelt so groß, als die mittlere sphärische. Für Wechselstromlampen ohne Reflektor ist die mittlere hemisphärische Leuchtkraft nahezu gleich der mittleren sphärischen Leuchtkraft.

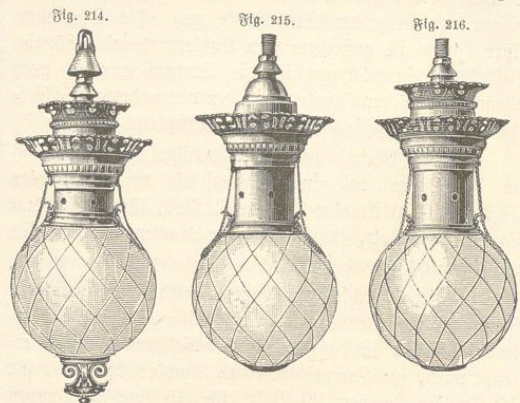
Die eben angegebenen Strahlungskurven gelten für nackte Lichtbogen ohne Lampenglocken. Durch die Glocke wird die Strahlungskurve wesentlich geändert. Die Änderung der Strahlungskurve ist um so größer, je mehr die verwandte Glasglocke das Licht zerstreut. In Fig. 4 sind Strahlungskurven einer Gleichstrombogenlampe ohne Glocke, mit Klarglasglocke, Maaßterglasglocke und Opalglasglocke dargestellt. Die Klarglasglocke verschluckt nur wenig Licht, die Strahlungskurve ähnelt noch derjenigen der Lampe ohne Glocke; die Maaßterglasglocke, die bedeutend mehr Licht verschluckt, verändert schon wesentlich die Form der Kurve, während die am meisten Licht verschluckende Opalglasglocke die Form der Strahlungskurve auch am stärksten verändert.

In nachstehender Tabelle sind die mittleren hemisphärischen Leuchtkräfte von Gleichstrom- und Wechselstromlampen bei verschiedenen Stromstärken angegeben.

Stromstärke Ampère	Mittlere hemisphärische Leuchtkraft	
	Gleichstrom= H Kerzen	Wechselstrom H Kerzen
6	356	172
8	550	285
10	760	425
12	1000	580
15	1380	820
20	2060	1210
25	2720	1610

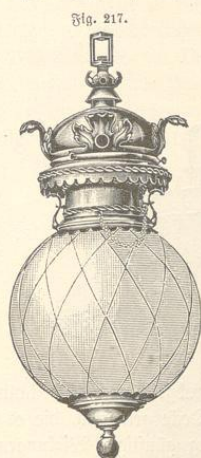
Vergleicht man die Leuchtkräfte der Wechselstrom- und Gleichstromlampen, so ergibt sich, daß bei gleicher Stromstärke zwar die Leuchtkraft aber auch die Nennspannung der Wechselstromlampen geringer ist als diejenige der Gleichstromlampen und daß demnach auch der Energieverbrauch von Wechselstromlampen bei derselben Stromstärke geringer ist, als von Gleichstromlampen. Auch ist zu bemerken, daß die erforderliche Lampenspannung und Spannung des Beruhigungswiderstandes sich bei Wechselstrombetrieb durch Verwendung von Transformatoren (siehe Fig. 221) besser regeln läßt, als bei Gleichstrombetrieb. Auch kann bei Wechselstrombetrieb die für jede Lampe erforderliche Zusatzspannung durch Verwendung von Drosselspulen (siehe Fig. 220) mit geringerem Energieaufwand als bei Gleichstrombetrieb erzeugt werden.

Die Bogenlampen strahlen bekanntlich an ihren Kohlespitzen Licht von solchem Glanze aus, daß die Augen



diese direkte Strahlung nicht vertragen können. Um solche intensive Lichtwirkung in eine, dem Auge erträglichere zu verwandeln, und andererseits, um den Lichtbogen gegen

äußere Einflüsse zu schützen, pflegt man die Lampen mit Glocken von Mattglas, Alabasterglas, Opalglas oder dergleichen zu versehen. Dieselben müssen so hergestellt sein, daß sie sich bequem und sicher abnehmen lassen, wenn



neue Kohlen eingefügt und Glocke nebst Lampe gereinigt werden sollen. Zu diesem Zweck wird die Glocke mittels Haken an einem Zwischenringe mit Öfen aufgehängt. Ist die Glocke ausgehakt, so hängt sie an Ketten.

Gegen Eindringen von Regen sollen die Lampen durch ein „Regendach“ geschützt sein. Unten an der Glocke ist ein Aschenteller angebracht, durch den etwa herabfallende glühende Kohlentelchen aufgefangen werden. Gewöhnlich wird die Glocke noch besonders durch Drahtbespinnung geschützt.

Der Lichtverlust durch die Lampenglocken beträgt für Maltglasglocken etwa 15 Proz., für Alabasterglocken 25 Proz., für Opalglasglocken etwa 30 Proz.



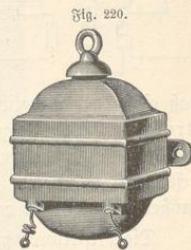
Damit die Bogenlampen ruhig brennen, muß in den Lampenstromkreis ein Beruhigungswiderstand (Fig. 219) geschaltet werden. Bei Nebenschlußlampen sind etwa 30 Proz. der Lampenspannung, bei Differentiallampen etwa 15 Proz. im Vorschaltwiderstand zu vernichten. Beträgt beispielsweise die erforderliche Spannung an der Lampe 40 Volt,

so muß so viel Beruhigungswiderstand vor die Lampe geschaltet werden, daß die Gesamtspannung — bei Verwendung von Nebenschlußlampen — mindestens 52, bei Verwendung von Differentiallampen mindestens 46 Volt beträgt. Sind zwei Lampen hintereinander geschaltet, von denen jede 40 Volt Klemmenspannung braucht, so muß

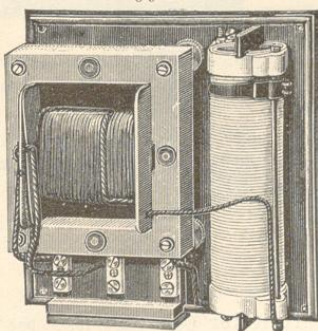
bei Nebenschlußlampen die Netzspannung mindestens 104 und bei Differentiallampen mindestens 92 Volt betragen. Für Wechselstromlampen darf der Vorschaltwiderstand etwas geringer sein, als bei Gleichstromlampen. — Der für jede Lampe, resp. jeden Stromkreis hintereinander geschalteter Lampen erforderliche Vorschaltwiderstand ist hiernach leicht zu berechnen.

Beispiel. Wenn in einem Wechselstromnetz mit 110 Volt Spannung drei Lampen für 15 Ampère in Hintereinanderschaltung an das Netz anzuschließen sind, so beträgt die erforderliche Lampenspannung 90 Volt, demnach der erforderliche Vorschaltwiderstand $\frac{20}{15}$ oder 1,33 Ohm, in welcher Zahl der Widerstand in den Zuleitungen zur Lampe mit einbegriffen ist. — Es wird daher, um an Widerstandskörpern für den Vorschaltwiderstand und an Kupfer für die Zuleitungen zu sparen, häufig für die Zuleitungen Material von höherem spezifischen Widerstande, als ihn Kupfer besitzt, nämlich „Eisen“ gewählt.

In Wechselstrombetrieben können an Stelle der Beruhigungswiderstände Drosselspulen eingeschaltet werden, wodurch an Energieverbrauch gespart wird. Diese Drosselspulen (Fig. 220) besitzen einen aus Eisenblechen, die voneinander isoliert sind, zusammengesetzten Kern. Um diesen Eisenkern sind Windungen aus isoliertem Kupferdraht von verhältnismäßig geringem Widerstand gelegt. Diese Drosselspulen werden gewöhnlich in ein eisernes Gehäuse eingebaut, durch das die beiden Zuleitungsdrähte geführt sind.



Sollen an ein Wechselstromnetz einzelne Lampen angeschlossen werden, so ist es vorteilhaft, durch einen kleinen



Transformator (Fig. 221) die Spannung auf den zum Brennen der Lampe erforderlichen Wert herabzusetzen.

Hierdurch wird nämlich ermöglicht, daß auch einzelne Lampen in Wechselstrombetrieb ohne zu großen Energieverlust an ein Netz angeschlossen werden können, dessen Spannung für mehrere hintereinander zu schaltende Lampen berechnet ist. (Im Gleichstrombetriebe muß bei Einzelschaltung von Bogenlampen ein Ersatzwiderstand in die Stromkreise eingeschaltet werden, wobei immerhin erhebliche Energieverluste auftreten). In dem Gehäuse für den Transformator (Fig. 221) ist noch der Beruhigungswiderstand, der in den primären oder sekundären Stromkreis des Transformators gelegt werden kann, enthalten.

Die Schaltung des Lampentransformators ist aus dem Schaltungsschema (Fig. 222) ersichtlich. Die Bogenlampe befindet sich im Sekundärkreise, der Beruhigungszustand im Primärkreise. Bei der in dem Schaltungsschema dargestellten Anordnung wird nur ein Teil der Gesamtspannung transformiert, wodurch wiederum an Energie gespart wird.

Für viele Räume, z. B. für Zeichensäle, ist es von größter Wichtigkeit, die Strahlung der Lampe so zu gestalten, daß eine, dem Tageslicht ähnliche, Beleuchtung mit „zerstreutem Licht“ hergestellt wird. Dieses zerstreute Licht, bei dem Schlagschatten vermieden sind, ist für die Augen besonders angenehm. Dies wird durch Verwendung größerer Reflektoren erreicht.

Die Reflektoren zur Erzeugung von zerstreutem Licht werden nach zwei verschiedenen Prinzipien hergestellt. Bei

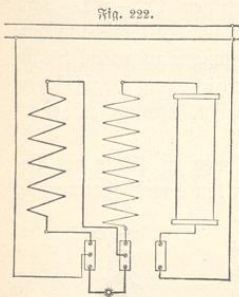


Fig. 222.

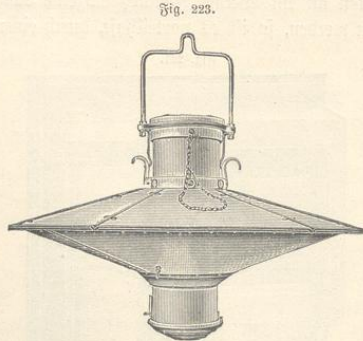


Fig. 223.

dem Deckenreflektor (Fig. 223) wird das Licht der Bogenlampe auf die Decke und bei dem Oberlichtreflektor (System Grabowski, Fig. 224) auf einen weißen Schirm

geworfen, von dem es zerstreut reflektiert wird. Bei den Deckenreflektoren fällt das von der Bogenlampe ausgestrahlte Licht zunächst auf einen konischen Reflektor — der

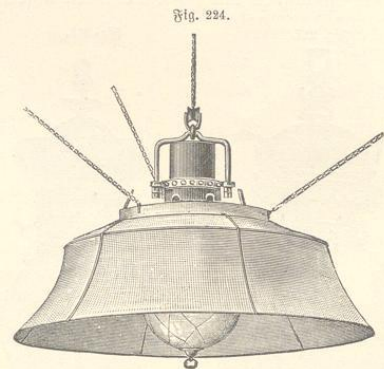


Fig. 224.

zwecks Reinigung der Lampe herabgelassen werden kann, — und wird von diesem auf die Decke geworfen, die es zerstreut reflektiert. Zur Erzielung günstiger Wirkungen ist indes eine weiße Decke erforderlich. Dagegen ist die Wirkung des Oberlichtreflektors System Grabowski unabhängig von der Färbung der Decke. Derselbe besteht (vergl. Fig. 225) aus einem weißen, durchscheinenden Schirm ABCDEF, der so hergestellt ist, daß ein Teil

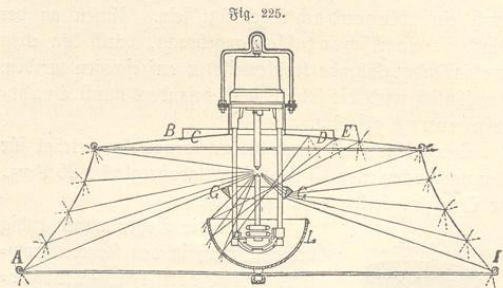


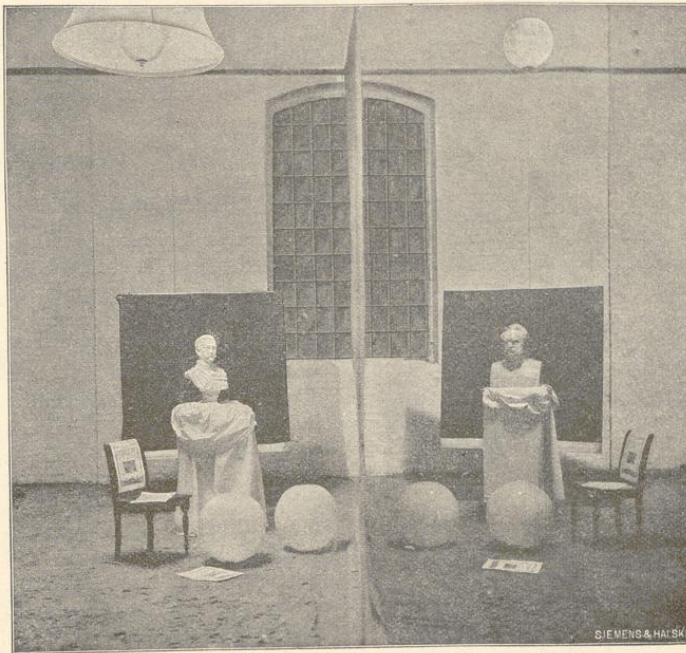
Fig. 225.

des Lichtstromes den Reflektor direkt trifft, ein anderer Teil durch Vermittlung eines Glasringes GG mit prismatischem Querschnitt auf den Schirm geworfen wird. Letzterer strahlt, da er durchscheinend ist, das Licht zerstreut aus, läßt jedoch einen Teil des Lichtes hindurchdringen, der für die Deckenbeleuchtung noch wirksam ist. — Ein geringer Bruchteil des von der Lampe ausgesandten Lichtstromes wird endlich von einer unten angebrachten, matten Glasglocke aufgefangen und ebenfalls zerstreut ausgestrahlt. Bei diesem Reflektor wird wenig Licht verschluckt, so daß der Wirkungsgrad desselben ein sehr erheblicher ist. Wie bei dem vorherbeschriebenen Deckenreflektor

ist auch der Oberlichtreflektor so angeordnet, daß man von keiner Stelle des zu beleuchtenden Raumes den Flammenbogen der Lampe sehen kann, daß man also durch den Glanz des Lichtbogens nicht geblendet wird.

Vergleichsweise ist in Fig. 226 rechts vom trennenden Vorhange die Lichtwirkung einer Bogenlampe mit Glocke und links diejenige mit Oberlichtreflektor dargestellt. Bei der Beleuchtung rechter Hand sind die starken Schlagchatten an der Büste und Draperie auffällig, während in der linken Abteilung eine sehr gleichmäßige Lichtwirkung erzielt ist.

Fig. 226.



§ 17.

Die Aufhängevorrichtungen für Bogenlampen.

Aufhängevorrichtungen für Bogenlampen werden stets dem jedesmaligen Zwecke entsprechend ausgebildet, wobei die Lampen so aufgehängt sein müssen, daß dieselben leicht zugänglich sind, auch neue Kohlen sich bequem und gefahrlos einsetzen lassen. Die Lampe muß leicht gereinigt und bequem ein- und ausgeschaltet werden können. Endlich darf kein unter Spannung stehender Teil der Lampe der unmittelbaren Berührung zugänglich sein.

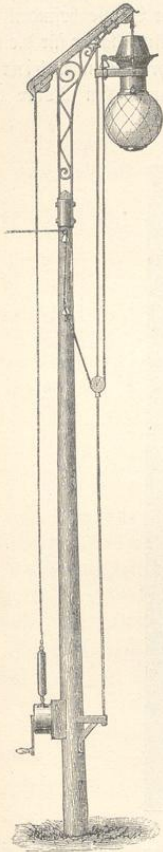
Für Aufhängung der Lampen im Freien werden Laternenständer oder Masten verwandt. Bei der auf Tafel 66, Fig. 1, dargestellten Anordnung ist die

Laternenständer angebracht. Für sämtliche Lampen eines Stromkreises ist natürlich nur ein Ausschalter an einem der Masten erforderlich. Fig. 3 auf Tafel 66 stellt einen Gitterlichtmast mit Steigeisen, Fig. 4 einen Rohrlichtmast aus Schmiedeeisen mit Aufziehvorrichtung für die Laternen und Fig. 227 im Text einen Holzmast mit Auslegern dar. Das Gewicht der Lampe wird hierbei durch Gegengewichte ausbalanciert. Die Lampen lassen sich mittels Seilwinde und Kurbel herauf- und herunterziehen und die Stromzuführung zu denselben erfolgt bei diesen Masten oberirdisch, an Isolatoren.

Für Innenräume muß die Aufhängung der Lampen den Räumlichkeiten entsprechend beschaffen sein. Bei der

Aufhängung (Fig. 228) ist die Lampe an einem Seil, das über Rollen geführt ist, befestigt und durch ein Gegengewicht ausbalanciert. Der Strom wird der Lampe durch zwei biegsame, isolierte Leitungen zugeführt. Bei der Aufhängevorrichtung (Fig. 229) sind die beiden Zuleitungen für

Fig. 227.



den Strom mit dem Aufhänge = Stahlbrahtseil in einem Hanfgurt verflochten. Der Hanfgurt ist über feste Rollen durch die Decke hindurchgeführt. Das Gegengewicht hängt in loser Rolle. Der Ausschalter für die in einem Stromkreis befindlichen Lampen kann an beliebiger Stelle angebracht werden.

Fig. 228.

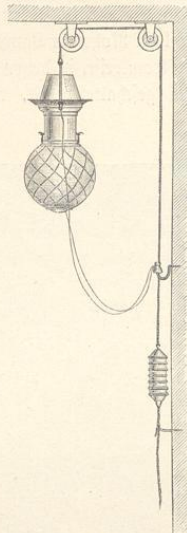
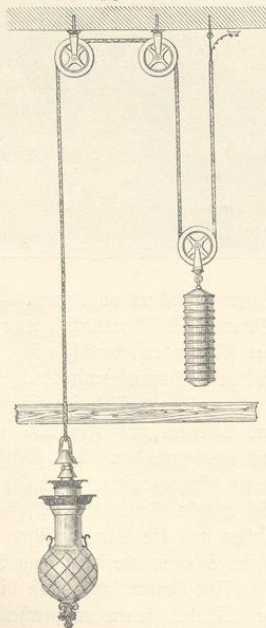


Fig. 229.



Bei der Aufziehvorrichtung (Fig. 230) hängt die Lampe mittels Flaschenzug an einer Deckentraverse mit Haken und wird durch Kupferseile, die zugleich die Stromzuleitung zur Lampe bilden, gehalten. Unten ist über der Lampe an einer eisernen Laternentraverse noch ein Ausschalter angebracht, der durch zwei Schnüre bedient werden kann. Sind mehrere Bogenlampen mit derartigen Aufziehvorrichtungen in einem Stromkreise hintereinander geschaltet, so braucht man nur bei einer Lampe einen Ausschalter anzuordnen.

Im Äußeren der Gebäude können die Lampen beliebig an Wandbügeln, Wandarmen, Auslegern oder dergl. aufgehängt werden.

§ 18.

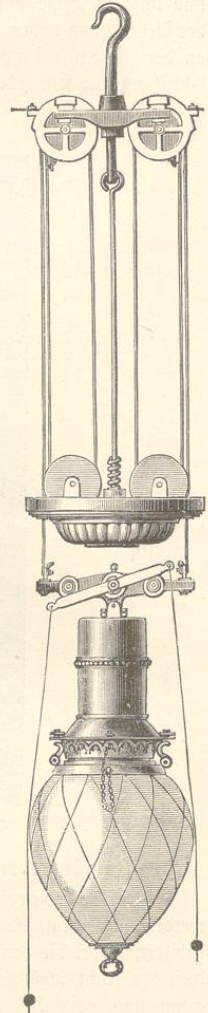
Lichtverteilung.

Bei einer Beleuchtung von 50 Meterkerzen, d. h. wenn die Beleuchtung einer Fläche durch eine Lichtquelle von 50 Normalkerzen in 1 m Abstand erfolgt, — lieft man so schnell wie bei Tageslicht; als hygienisches Minimum gelten 10 Meterkerzen. Für rohe Werkstattarbeiten werden im allgemeinen 15 Meterkerzen, für feinere 25 bis 30 Meterkerzen genügen. Für Straßenbeleuchtung ist schon eine Meterkerze ausreichend. Hiernach kann die Anzahl der Lampen berechnet werden.

Für Zimmerbeleuchtung ist die Bekleidung der Wandflächen, auch die Färbung der Decke maßgebend. Dunkle Wände verschlucken viel Licht, helle Wände strahlen das auf sie geworfene Licht zum großen Teil wieder zurück. Dieses zurückgestrahlte Licht wird von anderen Wänden zum Teil wieder aufgenommen und zurückgestrahlt. Ist F der auf eine Wand fallende Lichtstrom und p ein Zurückstrahlungskoeffizient, so wird bei wiederholter Zurückstrahlung von dem ausgestrahlten Lichtstrom ausgenutzt

$$F \cdot \frac{1}{1-p}$$

Fig. 230.



In der Praxis wird man p kaum höher als 0,4–0,5 annehmen dürfen, da das Licht bei der Zurückstrahlung zerstreut und hierbei verschluckt wird. Für $p = 0$, d. h. bei vollkommen schwarzen Wänden, ist der für die Beleuchtung nutzbare Lichtstrom $= F$. Für $p = 0,4$ erhält man 1,67 F , also bei Verwendung von hellen Wänden etwa 67 Proz. mehr Licht als bei Verwendung schwarzer Wände.

Um schnell die zur Beleuchtung eines Raumes erforderliche Leuchtkraft zu ermitteln, haben sich in der Praxis einzelne Erfahrungsformeln ausgebildet. Man rechnet für jedes Kubikmeter Zimmerraum, je nach dem in Betracht kommenden Bedürfnis, 2 bis 4 Normalkerzen und sind im allgemeinen für elektrisches wie für Gaslicht gleiche Normen maßgebend.

Farbe des Lichtes.

Die einzelnen Lichtarten, als Gaslicht in Argandbrennern, Gasglühlicht, elektrisches Glühlicht und Bogenlicht sind in ihrer Färbung verschieden. Im allgemeinen sollte man bestrebt sein, auch bei künstlicher Beleuchtung ein dem Tageslicht möglichst gleichkommendes Licht zu erzeugen. Vielfach ist die Farbe des Lichtes von größter Wichtigkeit, so z. B. für Betrachtung von Gemälden, von farbigen Stoffen u. s. w.

Die Färbung des Tageslichtes pflegt je nach dem Stande der Sonne, der Größe und Art der Bewölkung und der Durchsichtigkeit der Luft — recht verschieden zu sein, so daß von einer bestimmten Färbung des Tageslichtes auch nicht annähernd gesprochen werden kann. Aus diesem Grunde kann auch von einem genauen Vergleich der Färbung künstlicher Lichtquellen mit derjenigen des Tageslichtes nicht die Rede sein. Am nächsten kommt dem Tageslicht in Rücksicht der Färbung das Bogenlicht. Dasselbe enthält relativ mehr rote, aber weniger blaue Strahlen, als das Sonnenlicht, so daß das Bogenlicht in Vergleich mit dem Sonnenlicht einen gelben Eindruck macht. Das Spektrum der elektrischen Glühlichtflamme enthält noch mehr rote Strahlen als dasjenige des Bogenlichtes, so daß das Glühlampenlicht gegenüber der Bogenlampe rötlichgelb erscheint.

Auf alle diese Unterschiede in der Färbung muß Rücksicht genommen werden, wenn in Räumen Glühlampen und Bogenlampen gleichzeitig verwandt werden sollen. Daher vermeidet man, daß Bogenlampen und Glühlampen unmittelbar nebeneinander funktionieren.

Vergleicht man das Gasglühlicht mit dem Licht der elektrischen Glühlampe, so enthält letztere mehr rotes und weniger grünes Licht. Das Bogenlicht insbesondere besitzt weniger rote, dafür aber mehr violette Strahlen als das Gasglühlicht.

Schumann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Durch farbige Glöcken, Cylinder und dergl. kann zwar eine beliebige Färbung der Lichtquelle erzeugt werden: es geschieht dies jedoch immer auf Kosten der Leuchtkraft, da solche Lichtfärbungen nur durch Auslösen von Strahlen ganz bestimmter Färbungen bewirkt werden können.

§ 19.

Herstellung des zeichnerischen Entwurfes.

Um eine elektrische Beleuchtungsanlage sachgemäß und zweckmäßig auszuführen, muß vor allem eine vorteilhafte Verteilung der Leitungen angestrebt werden. Der Entwurf hierzu ist rechtzeitig mit den sonstigen Einrichtungen von einem Spezialisten auszuarbeiten, damit nachträgliche Veränderungen und somit erhöhte Kostenaufwendungen vermieden werden.

Nach den vom Verbands deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Sicherheitsvorschriften sollen die Entwurfszeichnungen enthalten:

- a) Genaue Bezeichnung der Räume und Art ihrer Verwendung (Läden, Wohn-, Lager-, Küchenräume). Hervorzuheben sind feuchte Räume, in denen ägende, leicht entzündliche Stoffe oder explosive Gase vorkommen;
- b) Lage, Querschnitt und Isolierungsart der Leitungen; die Isolierungsart wird durch die nachstehend angeführten Buchstaben ausgedrückt;
- c) Art der Verlegung (Isolierglöcken, Rollen, Ringe, Rohre u. s. w.);
- d) Zahl und Art der Schalter (Sicherheits-, Um- und Ausschalter);
- e) Zahl und Art der Lampen, Elektromotoren und sonstige Apparate;
- f) Ort des Elektrizitätsmessers und Stromstärke in Ampères, welche zur Verwendung kommen kann.

In den Plänen sind folgende Bezeichnungen anzuwenden:

In roter Farbe anzugeben

- x Glühlampe mit Fassung ohne Hahn;
 - x Glühlampe mit Hahnfassung;
- vorstehende Zeichen bedeuten zugleich hängende Lampen.
- X, —X Lampen auf Wandarmen;
 - X, X Lampen auf Kandelabern;
 - xxx, xxx Tragbare Lampen;
 - 5, 55 Krone mit 5 Lampen; die beigefügte Ziffer bedeutet die Zahl der Lampen;
 - 5+3H Krone mit 5 Lampen ohne und 3 Lampen mit Hahn.

