UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

II. Abschnitt. Wasserversorgungs- und Beleuchtungsanlagen, Haustelegraphen und Telephone.

urn:nbn:de:hbz:466:1-96800

Visual Library

Zweiter Abschnitt.

Wasserversorgungs- und Beleuchtungsanlagen, Haustelegraphen und Telephone.

Erstes Kapitel.

Wasserversorgung der Gebäude.

§ 1.

Außer der Beheizung und Lüftung unserer Wohnräume bildet die ausgiebige Versorgung derselben mit gutem Trink- und Nutzwasser eines der wichtigsten hygienischen Förderungsmittel für das menschliche Wohlbefinden.

Geschichtliches.

Im alten Rom sowohl wie in dem weiten Gebiete des römischen Reiches wurde das Quellwasser hochliegender Berge oft meilenweit durch in imposanten Verhältnissen angelegten Aquädukte den wasserbedürftigen Städten zugeführt. Hier sei zunächst erinnert an die berühmte, schon im Jahre 312 n. Chr. erbaute, $2^1/_4$ deutsche Meilen lange Aqua Appia. Ferner seien erwähnt: der aus der besten Zeit römischer Bautechnik herrührende Aquädukt des Claudius und der im zweiten Jahrhundert n. Chr. errichtete 58 m hohe, in drei übereinanderliegenden Arkaden geführte Pont du Garde bei Nimes. In der Regel wurde jedoch auch im Altertum das Grundwasser als Trinkwasser, das Tagewasser (Flußwasser) als Nutzwasser verwendet.

Unter den Großstädten befand sich bis zur Mitte unseres Jahrhunderts Berlin — gegenüber Städten wie Paris, London, Hamburg — durch seine Lage und Bodenbeschaffenheit in ausnahmsweise günstiger Situation, da es in seinem Grundwasser eine durch zahlreiche Hof- und Straßenbrunnen erschlossene Quelle guten Trinkwassers besaß.

Seit dem Anfange der fünfziger Jahre machte sich aber auch hier eine stetig zunehmende Verschlechterung des Trinkwassers bemerkbar, deren Ursachen teils in der fehlerhaften Anlage der früher üblichen Senkgruben, Aborte und Straßenrinnsteine, teils in der Art und Weise zu suchen war, wie damals bei Anlage und Bebauung neuer Straßenzüge durch Aufbringen von allerlei Schutt und Unrat verfahren wurde. Daß hierdurch in Städten wie Ortschaften das Auftreten epidemischer Krankheiten gefördert wurde, ist erklärlich und deshalb sah sich die Sicherheitspolizei aus hygienischen Gründen gezwungen, nicht nur der ferneren Verunreinigung des Bodens, und somit des Grundwassers, ein „Veto“ entgegenzusetzen, sondern auch für rationelle Brunnenanlagen und Wasserleitungen — namentlich in Städten und deren Vororten — Sorge zu tragen.

Infolge dieser sanitären Forderungen erwächst nun für die damit betrauten Bautechniker die Aufgabe: jedes für Wohnzwecke errichtete Haus reichlich mit gutem Trink- und Nutzwasser zu versorgen und gleichzeitig für die Abführung des Spülwassers und aller flüssigen resp. festen Auswurfstoffe Sorge zu tragen, wodurch Reinlichkeit der Wohnungen und rationelle Gesundheitspflege gefördert werden.

Wo öffentliche Wasserversorgung und unterirdische Entwässerung durch Schwemmkanäle vorhanden sind, da ist der Anschluß der Privatgebäude in der Regel vorgeschrieben; wo derartige gemeinnützige Anlagen fehlen, wird doch die Benutzung öffentlicher resp. gemeinsamer

Brunnen möglich sein; andernfalls ist man auf die Anlage von Haus- oder Hofbrunnen angewiesen.

Litteratur.

Die Litteratur über Wasserversorgung ist eine sehr reichhaltige, findet sich aber meist zerstreut in einer Anzahl von Fachzeitschriften, von denen wir hier nachstehende verzeichnen:

Dinglers Polytechnisches Journal, Bd. 217, 235, 236.
Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1879.
Gesundheits-Ingenieur. München, Oldendorf.
Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.
Zeitschrift des Hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins.
Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1878.
Schweickhardts Zeitschrift für das Gas- und Wasserfach. Wien und Leipzig.
Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen. Polytechnisches Centralblatt.
Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Berlin.
Deutsche Bauzeitung. Berlin.
Comptes rendues. — Annales de ponts et chaussées.
Engeneering, London. — Scientific American.

Ferner wird auf folgende selbständige Werke verwiesen:

F. Fischer, Die chemische Technologie des Wassers. Braunschweig 1878.
E. Grahn, die Art der Wasserversorgung der Städte des deutschen Reiches. München 1883.
Otto Lueger, Die Wasserversorgung der Städte. Darmstadt 1891 bis 1895.
G. Oesten, Wasserversorgung. Separat-Abdruck aus dem Handbuch der Hygiene. I. Band.

§ 2.

Beschaffenheit des Wassers.

Die Art der Verwendung des Wassers im menschlichen Haushalte ist eine mannigfaltige und die Anforderungen an Güte und Reinheit desselben steigern sich nach Maßgabe der Benutzungsweise. Im allgemeinen unterscheidet man nach den Hauptverwendungsarten des Wassers: Trinkwasser, Wasser zur Bereitung der Speisen, zum Reinigen des Körpers, sowie der Koch- und Speisegeschirre, zum Waschen der Wäsche und Kleider, zum Reinigen der Fußböden und Fenster, zum Tränken der Haustiere, zum Sprengen der Gärten, zu Feuerlöschzwecken, zum Fortschwemmen der Abfallstoffe.

An das zum Trinken und zur unmittelbaren Verwendung bei der Ernährung des Menschen gebrauchte Wasser müssen naturgemäß die höchsten Anforderungen gestellt werden: dagegen könnte das sogenannte Spülwasser für Kanäle, Ausguß- und Klosettbecken u. s. w. von viel geringerer Beschaffenheit sein. Da es aber keine Mittel giebt, die Benutzung von Gebrauchswasser zu Ernährungszwecken zu hindern, so muß sämtliches zugeführte Leitungswasser den Anforderungen genügen, die an Trinkwasser zu stellen sind.

Nun hat noch bei den ersten modernen Wasserversorgungen, welche um die Mitte dieses Jahrhunderts entstanden (Hamburg, Magdeburg, Kaiser Ferdinands-leitung in Wien) die Meinung vorgewaltet, daß das Wasser der Flüsse rein genug sei, um unmittelbar und ohne weitere Verbesserung den menschlichen Wohnungen zugeführt werden zu können. Aber schon im Jahre 1853 wurde von England her die „centrale Sandfiltration" des Flußwassers nach Deutschland gebracht, welche die Beschaffenheit desselben wesentlich verbesserte.[1])

Durchsichtigkeit und Temperatur des Wassers.

Das zur Wasserversorgung benutzte Wasser muß rein und klar erscheinen, frei von mechanischen Beimischungen sein, keinen üblen Geruch oder Geschmack besitzen, nach längerem Stehen nicht Niederschläge bilden, möglichst wenig organische Substanz aufgelöst enthalten und geringe Härte besitzen, auch salpetersaure Salze und Ammoniak nicht enthalten.

Auch die Temperatur des Wassers ist von Einfluß auf den Wert desselben als Genußmittel. Quell- und Brunnenwasser haben in unserem Klima gewöhnlich 9 bis 10° C.; es ist dies diejenige Temperatur, welche dem Wasser die erwünschte Frische verleiht. Allerdings durchläuft die Temperatur des aus Flüssen und Seen entnommenen Wassers erhebliche Schwankungen während der verschiedenen Jahreszeiten, so z. B. in Berlin im Innern der Häuser von + 2,6° C. im Winter bis zu 23,7° C. im Sommer. Dagegen ist man bei der Frankfurter Hochquellenleitung auf Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Wassertemperatur bedacht gewesen. Man hat die Leitungen von den Quellen nach der Stadt 2,50 m tief in den Boden gelegt, um sie möglichst dem Einflusse der Temperaturschwankungen zu entziehen und die Röhren aus Cement gebildet.

§ 3.

Wasserverbrauch pro Kopf.

Gewöhnlich wird die für centrale Wasserversorgung der Ortschaften erforderliche Wassermenge nach Erfahrungssätzen bemessen, die sich beim Betriebe vorhandener Wasserwerke herausgebildet haben und als Mittelwert nach der Einwohnerzahl in Litern pro Kopf angegeben. Hierbei versteht man unter der Bezeichnung „erforderliche Wassermenge" nur die nutzbare Wassermenge, soweit solche bei

1) Vergl. Handbuch der Hygiene, Band I, Abteilung 2 und Bakteriologie des Trinkwassers, bearbeitet von Prof. Löffler.

regelrechter Kontrolle des Wasserkonsums sich als notwendig erweist. **G. Oesten** giebt in seinem oben angeführten Werke eine Tabelle des Wasserverbrauchs in 52 deutschen Ortschaften. Es schwankt hiernach der Verbrauch pro Kopf und Tag innerhalb ziemlich weiter Grenzen und ist höher da, wo Klosetts mit Wasserspülung vorhanden sind. In Berlin beträgt derselbe pro Kopf und Tag durchschnittlich 68 l, in welcher Zahl etwa 650 durch Dampf- und Gaskraft betriebene Pumpwerke nicht mit inbegriffen sind, welche täglich ein Wasserquantum von mehr als 60000 cbm, d. h. circa 40 Proz. des Gesamtkonsums aus dem Grundwasser, liefern.[1]) — Um zur Bildung eines Mittelwertes aus den Erfahrungszahlen der Oesten'schen Tabelle zu gelangen, wird man daher einen durchschnittlichen Verbrauch von **100 Liter** pro Kopf und Tag zu Grunde legen und diese Wassermenge in den meisten Fällen auch als eine ausreichende ansehen können, wobei allerdings in jedem besonderen Falle die örtlichen Verhältnisse gebührend zu berücksichtigen sind.

Zeitliche Schwankungen im Wasserverbrauch.

Wie der Wasserverbrauch jedes Ortes zu verschiedenen Zeiten variiert, bei trockenem Wetter im Sommer größer ist, als im Winter oder bei Regenwetter, größer bei Tage als in der Nacht, so wird sich auch für einzelne Kalendertage ein Maximal- und ein Minimalwasserverbrauch pro Kopf und Tag ergeben. Der deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern hat aus seinen statistischen Aufzeichnungen eine Tabelle für 41 deutsche Städte aufgestellt, welche in dem vorerwähnten Werke von G. Oesten wiedergegeben ist. Nach dieser Tabelle verhält sich der durchschnittliche Verbrauch zum Maximalverbrauch wie 100:157; die Tagesminima fallen meistens in die Winterszeit, die Maxima in die Sommermonate (Juni bis August).

Bei Vorausbestimmung der Wassermenge für einen mehrjährigen Zeitraum ist auch die voraussichtliche Bevölkerungszunahme zu veranschlagen. Bezeichnet dann e die gegenwärtige Bevölkerungsziffer, E die vorgeschrittene Ziffer, p den jährlichen Zuwachs in Prozenten und n die Anzahl der Jahre, so ist

$$E = e \cdot \left(1 + \frac{p \cdot n}{100}\right).$$

§ 4.

Wassergewinnung.

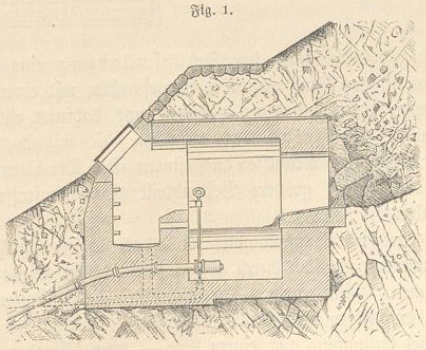
Das Wasser ist ein bewegliches Element und stetig in Fluß. Von der Oberfläche des Erdbodens und des Meeres wird es in Dunstform emporgehoben, von den Luftströmen fortgeführt und an anderen Stellen als Regen, Schnee oder Thau wiederum niedergeschlagen. Hierbei verdunstet ein Teil sogleich, ein anderer sammelt sich zu Bächen oder Flüssen, die dem Meere zufließen, ein dritter Teil dringt in den Erdboden ein, bis er eine undurchlässige, wasserführende Schicht findet. Wenn die unterirdische Wasserschicht als geschlossene Wasserader wieder zu Tage tritt, so nennen wir sie eine Quelle. Verbleibt dieselbe im verteilten Zustande, so nennt man sie Grundwasser. Es ist nun die Aufgabe der Wassergewinnung, das Wasser in jedem besonderen Falle aus den am geeignetsten erscheinenden Stellen der Erde zu sammeln, zu fassen und zu entnehmen.

Will man das Niederschlags- oder Tagewasser sammeln, so geschieht dies in Cisternen. Dieses Verfahren wendet man nur da an, wo auf andere und bessere Weise Wasser nicht zu erlangen ist. Für die moderne Wasserversorgung kommt diese Methode wegen der unvermeidlichen Verunreinigung durch Staub und Schmutz kaum in Betracht, da es in der Regel doch möglich ist, Wasser an solchen Stellen zu gewinnen, wo sich bereits Ansammlungen desselben, als da sind Flüsse, Seen, Bäche, Quellen und Grundwasserströme, darbieten.

A. Quellwasserleitung.

Quellen müssen in der Regel künstlich gefaßt und gesammelt werden. Jede Quellenfassung enthält einen Fassungsraum (Brunnenstube), in dem die einzelnen Wasserfäden in der Art gesammelt werden, daß das gewonnene Wasser stets rein bleibt und das Eindringen von Tagewasser in die Brunnenstube ausgeschlossen ist. Diese ist daher zu überwölben oder in anderer Weise dicht zu überdecken. Damit Störungen im Ursprung der Quelle

Fig. 1.



leicht erkannt werden, ist der Fassungsraum zugänglich zu machen. Um die Luft über dem Wasserspiegel erneuern

1) Der durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch Berlins beträgt hiernach pro Kopf und Tag nicht 68 l, sondern zusammen 100 l, wobei noch abgesehen ist von der Wassermenge, die täglich durch zahllose, mit der Hand betriebene Hofbrunnen gefördert wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu können, ist ein Ventilationsrohr ins Freie zu führen und letzteres gegen Eintritt fremder Körper zu schützen.

Fig. 1, welche wir dem schon citierten Werke von Otto Lueger entnehmen, stellt eine einfache Brunnenstube dar. Aus derselben führt das Entnahmerohr in die Wasserverbrauchsleitung.

Außerdem aber soll der Fassungsraum eine Überlaufvorrichtung und eine Grundentleerung erhalten, um nach längerem Betriebe auch eine Reinigung der Brunnenstube bewirken zu können.

Allen diesen Konstruktionsteilen eine richtige und sachgemäße Herstellung zu geben, ist Sache des Ingenieurs.

Zur Gewinnung des Grundwassers ist die Anlage von Brunnen nötig.

B. Zur Entnahme von Wasser aus Seen und Flüssen,

die sich bezüglich ihrer Lage, Größe und Tiefe übersehen lassen, genügen meistens einfache Vorkehrungen. Gewöhnlich handelt es sich um Herstellung einer Schöpfmündung. Man wählt die Schöpfstelle möglichst oberhalb der zu versorgenden Ortschaft, und zwar da, wo das Ufer fest, der Grund rein, das Wasser möglichst tief ist. In der Regel

Fig. 2.

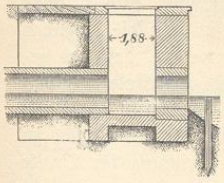
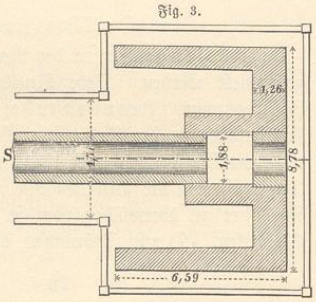


Fig. 3.



wird zur Gewinnung der Schöpfmündung eine Ufermauer in den Fluß oder See vorgeschoben, mit einer vergitterten Einlaßmündung versehen und dahinter eine sogenannte Saugekammer angelegt, die mit doppelter Querwand aus Drahtsieb ausgestattet ist. Die Querwand hat den Zweck, gröbere Bestandteile (Schwimmstoffe) abzuhalten.[1])

Aus der Saugekammer wird das Wasser durch das Saugerohr in der durch Fig. 3 erläuterten Weise entnommen. Man pflegt — wenn nötig — den Wasserstand vor der Ufermauer durch Baggerung zu vertiefen oder — bei Entnahme aus einem See — vom Ufer her einen Kanal in das tiefer gelegene Wasser zu führen. So ist die Wasserentnahme für die Stadt Genf 400 m weit in den Genfer See hinausgeschoben. Die Leitung besteht hier teils aus Holz, teils aus Gußeisen und das Einlaßsieb befindet sich unter Wasserspiegel.

Bei den neuen Müggelsee-Werken der Stadt Berlin ist die Zuführung ganz aus Holz hergestellt, was sich aus hygienischen Gründen nicht empfiehlt, weil Holz der Verwitterung unterliegt.

Muß das Wasser aus kleineren, fließenden Gewässern entnommen werden, welche während der Sommerszeit einen ungenügenden Vorrat von Wasser führen, so ist man genötigt, an geeigneter Stelle des Wasserlaufes Thalsperren anzulegen, welche während der trockenen Jahreszeit durch Anstauung des Wasservorrates dem Bedürfnis abhelfen.

Von einem derartigen Sammelbecken sind aus hygienischen Rücksichten alle verunreinigenden Zuflüsse abzuhalten und schädliche Hochwasser abzuleiten. Das umgebende Terrain desselben soll — wenn möglich — bewaldet, der Untergrund kiesig oder kalkig und die Wassertiefe nicht zu gering sein, damit das auf der Sohle des Sammelbeckens liegende Ablaßrohr Wasser von niedriger Temperatur der Verbrauchsstelle zuführt.

Wegen der Gefahr des Durchbruches aufgestauter Wassermassen gehört die Anlage von Thalsperren zu den schwierigsten Aufgaben des Ingenieurs und erfordert die größte Vorsicht der ausführenden Techniker.

Anm. Solche Thalsperren sind in alter und neuerer Zeit im großartigen Maßstabe errichtet worden. Hervorragend durch Konstruktion, Rechnung und sorgfältige Ausführung ist die von Prof. **Intze**-Aachen errichtete Thalsperre in Remscheid.

Auch Chemnitz besitzt eine Thalsperre und für Marienbad in Böhmen ist eine solche in Ausführung.

Näheres findet man in dem oben genannten Werke von O. Lueger, Die Wasserversorgung der Städte.

§ 5.

C. Fassung des Grundwassers.

Für die Gewinnung von Grundwässer kommt vor allem die Beschaffenheit und Mächtigkeit der wasserführenden Erdschicht (des Grundwasserträgers) in Betracht. Bei mäßiger Tiefenlage, geringer Mächtigkeit, aber größerer Flächenausdehnung dieser Schicht wird sich die Fassungsanlage in horizontaler Richtung erstrecken und aus Sammelröhren (Sammelkanälen) bestehen. Liegt dagegen der Grundwasserträger in großer Tiefe, so wird man zur Gewinnung des Grundwassers vertikale Sammelstellen (Brunnen) anwenden müssen.

Die einfachste Form horizontaler Sammelanlagen ist die Fassung des Wassers durch überdeckte Sickerkanäle und Sammelröhren, deren einfachste

1) In dieser Weise ist die Schöpfmündung an der Elbe bei Magdeburg zur Ausführung gelangt.

Form die Drainröhre bildet. Bei größeren Anlagen verwendet man gelochte Cementröhren und geschlitzte Eisenröhren oder gemauerte Kanäle und Stollen mit passend angebrachten Wassereinlässen. Solche geschlitzte Röhren sind unter anderen durch Salbach bei den Grundwasserwerken der Stadt Halle angewendet; dieselben werden — um das Eindringen von Sand in die Sammelröhren zu verhüten — mit gewaschenem Schotter und Kies umhüllt und die Sammelstränge münden in brunnenartige Behälter oder wirkliche Sammelbrunnen. Aus dem Hauptsammelbrunnen findet dann die Wasserentnahme statt.

Anm. Grundwassergewinnung durch Sammel- oder Filterröhren haben unter anderen die Städte Frankfurt a/M., Hannover, Kassel, Iserlohn.

Vergl. auch: Lueger, Die Wasserversorgung der Stadt Friedrichshafen.

Grundwasserfassung durch Brunnen.

Der Brunnen ist in seiner ältesten, ursprünglichen Form Schöpfbrunnen oder Ziehbrunnen, d. h. ein Wasserbehälter, dessen gemauerte Wandungen dem Druck des umgebenden Erdreiches Widerstand zu leisten haben. Eine verbesserte Form des gemauerten Kesselbrunnens ist der Pumpbrunnen.

Kesselbrunnen.

Bei Wasserversorgungen in größerem Maßstabe pflegt man gemauerte Brunnen von ziemlich bedeutender Weite und Tiefe herzustellen. Zu dem Ende wird auf einem mit Eisen beschlagenen dicken Bohlenkranze,[1]) dessen äußerer Rand scharf ist und daher leicht in das Erdreich eindringt, ein cylindrischer, nach oben hin sich konisch verengender Brunnenschacht (Brunnenkessel) aufgemauert. Dieser gemauerte Schacht wird durch sein eigenes Gewicht oder mit Hilfe von Belastung in den Boden eingesenkt, indem man das Erdreich im Innern des Brunnens ausbaggert. Die Aushebung des Bodens muß mit der Mauerung — eventuell unter Wasserbewältigung — gleichen Schritt halten. Das Aufgraben findet — soweit angänglich — mit der Schaufel und das Wasserschöpfen mit Eimern statt. Bei stärkerem Wasserandrang bedient man sich dann der Baggerschaufel, des Sackbohrers, der Sandpumpe u. s. w. und fährt damit fort, bis der Brunnen zur erforderlichen Tiefe gesenkt ist. Vergl. auch III. Abschnitt, Grundbau, § 9.

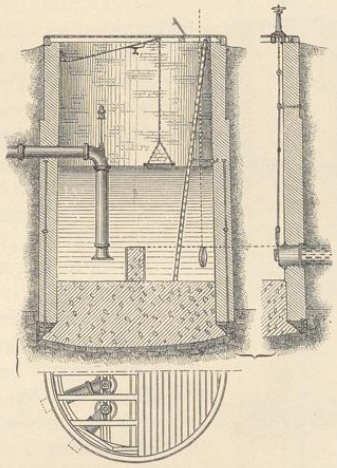
Die Brunnenwandung wird entweder undurchlässig in Cementmauerwerk hergestellt, in welchem Falle der Brunnen nur durch seine untere offene Fläche Quellwasser aufnehmen kann und dementsprechend einen Durchmesser — der der stündlichen Wasserentnahme entspricht — erhalten muß oder aber dieselbe wird ganz, resp. teilweise durchlässig ausgeführt, in welchem Falle der Brunnen auch seitliche Zuflüsse empfängt. Durchlässige Brunnenwandungen werden dadurch erhalten, daß man das Mauerwerk ohne Mörtel ausführt und dementsprechend die Fugen mit Moos füllt, oder es werden ausgelochte Steine zu den Wandungen verwendet.

Man hat auch Brunnen in dieser Art mit doppelten Wandungen gebaut und den Zwischenraum mit Kies und Sand gefüllt; solche Brunnen heißen Filterbrunnen.

Die Senkung eines solchen Versuchbrunnens mit durchlässigen Seitenwänden, nach Angaben von Henry Gill, ist ausführlich durch Zeichnungen erläutert im Jahrgang 1871 der Deutschen Bauzeitung, S. 108.

Ist der Brunnen fertiggestellt, so wird das Saugerohr der Pumpe in demselben eingehängt, die Brunnenöffnung mit einem dicht schließenden Deckel abgedeckt und

Fig. 4.



dadurch das Eindringen von Unreinigkeiten, Regenwasser u. s. w. möglichst verhindert. Fig. 4 stellt einen Hauptbrunnen des Wasserwerkes Hannover dar, auf dem die Einmündung des geschlitzten Sammelrohres ersichtlich ist.

In neuerer Zeit werden Brunnenschächte (Brunnenkessel) aus Beton hergestellt. Die kreisförmige Kesselwandung wird hierbei in einzelne cylindrische Stücke, sogenannte „Trommeln", bis zu 1,50 m Höhe bei gleicher Lichtweite und nur 10 cm Wandstärke zerlegt. Die Trommeln werden mit kurzen Muffen oder mit Halbfalz aufeinander versetzt; auch läßt sich die Ringform des Kessels aus mehreren Stücken, die ebenfalls durch Falze verbunden werden, zusammensetzen: eine Ausführungsmethode, die mancherlei Vorteile bietet.

Endlich ist hier noch zu erwähnen die sogenannte „Trockensenkung", wobei die Brunnen regelrecht durch

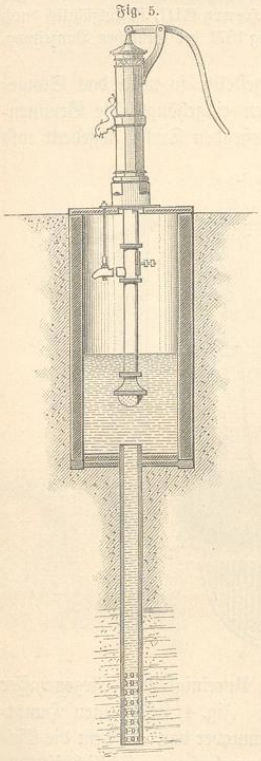
1) Vergl. auch III. Abschnitt, § 37 des Werkes.

Ausschalung eines Schachtes „abgeteuft“ werden, ein Verfahren, das sich besonders bei Sandboden empfiehlt.

Bei großer Tiefenanlage der wasserführenden Schicht genügt es, statt eines gleichmäßigen Brunnenschachtes den unteren Teil durch ein Rohr zu ersetzen, welches in die Sohle des gemauerten Brunnenschachtes eingesetzt ist.

Sämtliche Kesselbrunnenkonstruktionen sind jedoch vom hygienischen Standpunkte aus nicht einwandsfrei, weil Brunnen mit durchlässigen Wandungen aus allen Bodenschichten, also auch aus den oberen, Wasserzuflüsse aufnehmen, die schädliche Bestandteile enthalten können und thatsächlich auch enthalten, wie Prof. Löffler in seiner „Bakteriologie des Trinkwassers“ nachgewiesen hat. Dies ist namentlich dann vorauszusetzen, wenn der Brunnen sich in der Nähe von menschlichen Wohnungen, Düngergruben, Kanälen, stagnierenden Wasserflächen befindet. Durch Infiltration schädlicher Stoffe (Bakterien) sind die Kesselbrunnen häufig die Ursache epidemischer Erkrankungen geworden.

Fig. 5.



Die mit undurchlässigen Wandungen hergestellten Brunnen, welche ihren Zufluß nur von unten und aus tieferen Schichten erhalten, leiden dagegen an dem Übelstande, daß der Wasserspiegel im Brunnen nicht vollständig gegen die Berührung der äußeren Luft abzuschließen ist und daß sich über dem eingehängten Saugrohr eine mehr oder weniger stagnierende Wasserschicht bildet, welche zur Entwickelung kleiner Organismen Gelegenheit bietet.

Diese Nachteile der Kesselbrunnen sind bei der Verwendung von Rohrbrunnen für Grundwassergewinnung ausgeschlossen und da letztere auch geringere Anlagekosten als die gemauerten Brunnen erfordern, so werden diese mehr und mehr von den Rohrbrunnen verdrängt.

II. Rohrbrunnen.

Die einfachste Form des Rohrbrunnens ist der sogenannte abessinische Brunnen, ursprünglich eine amerikanische Erfindung aus dem Secessionskriege und nach dem Erfinder auch die „Norton'sche Röhre“ genannt, von den Engländern auf ihrem Feldzuge in Abessinien (1867 und 1868) mit Erfolg verwendet. Dieser Brunnen zeichnet sich durch große Einfachheit, sowie dadurch aus, daß man mit demselben zu Grundwasserständen von mittelerer Tiefe gelangen kann. Er wird daher häufig angewendet, wo es sich darum handelt, geringere Wassermengen für vorübergehende Zwecke zu gewinnen.

Der Abessinierbrunnen (Fig. 6) besteht aus einem gußeisernen Rohr, welches unten mit einer Stahlspitze und oberhalb derselben mit Löchern versehen ist. Das Rohr, dessen Durchmesser 25 bis 65 mm beträgt, wird mit einer Zugramme in den Boden eingetrieben und — nach Bedarf — durch Muffenverschraubung verlängert. Sobald der durchlochte Teil, der „Sauger“, in dem Grundwasserträger bis zur gewünschten Tiefe eingedrungen ist, wird auf das obere Ende des Rohres ein Pumpenstiefel mit Kolben und Schwengel aufgeschraubt (vergl. Fig. 6) und Wasser gepumpt. Hierbei spült das in den Sauger eindringende Wasser die feinen Bodenteile aus und es bildet sich um denselben ein natürliches Filter aus den vor den Saugelöchern zurückbleibenden gröberen Teilen, welche das fernere Eintreten von Sandkörnern in die Pumpe verhindern.

Fig. 6.

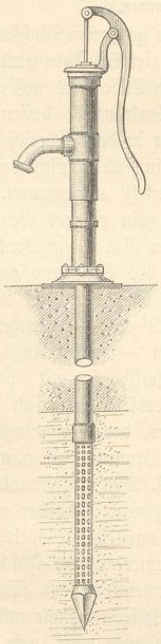


Fig. 7 u. 8.



Zur Vermeidung von Verstopfungen kann man das Rohr auch mit Tressengewebe umgeben. Statt der Schlagspitze (Fig. 7) gebraucht

man zuweilen eine schraubenförmig gestaltete Spitze (Fig. 8) und bohrt alsdann das Rohr durch Drehen in den Boden hinein.

Beträgt der lichte Durchmesser des Rohrbrunnens mehr als 60 bis 65 mm, dann wird der Widerstand des Bodens beim Einbohren oder Einrammen schon so bedeutend, daß sich die Norton'sche Methode nicht mehr empfiehlt. Man pflegt alsdann den Rohrbrunnen mittels Bohrung oder Wasserspülung zu versenken. Hierbei findet nachstehendes Verfahren statt:

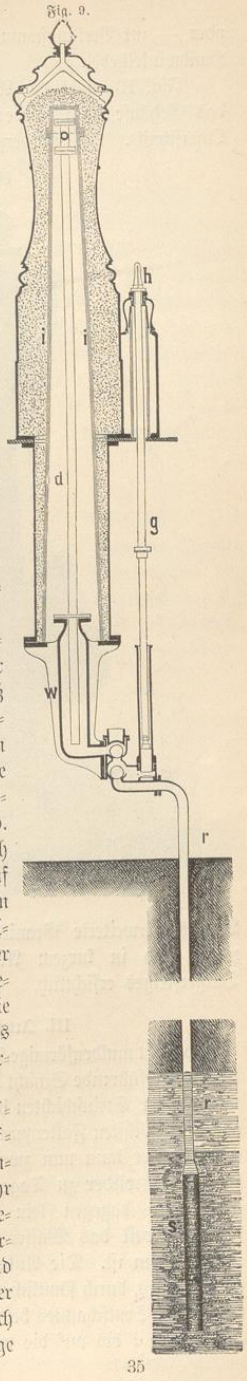
An den Streben eines Dreifußes wird eine Seilrolle befestigt und an dem über die Rolle geführten Seile der Ventilbohrer in das Bohrrohr gehängt. Letzteres besteht aus Schmiedeeisen und hat einen scharfen unteren Rand. Sobald nun der Bohrer auf den Boden, der das Bohrrohr füllt, scharf aufsetzt, öffnet sich das Ventil, wobei Sand oder Kies in den Bohrcylinder eindringt; wird der Bohrer hochgezogen, so schließt sich das Ventil und hält den eingedrungenen Boden zurück. Nach mehrmaligem Fallen und Heben des Bohrers füllt sich derselbe, wird herausgezogen und entleert. — In den so entstandenen Hohlraum am Ende des Bohrrohres wird das letztere dann durch Hin- und Herdrehen bei gleichzeitiger Belastung eingesenkt. Nachdem mit dem Bohrrohr die gesuchte, auch genügend durchlässige und wasserhaltige Schicht durchfahren worden ist, wird das Saugerohr mit durchlochtem Sauger, dessen Länge gleich der Mächtigkeit der wasserführenden Schicht gewählt wird, eingeführt, mit Tressengewebe umhüllt und das Bohrrohr ganz oder doch soweit herausgezogen, daß der Sauger vollständig frei wird und das Grundwasser ungehindert in denselben eintreten kann.

Rohrbrunnen dieser Art werden in neuerer Zeit fast allgemein angewendet. Die vom Ingenieur **O. Greiner** konstruierten Berliner Straßenbrunnen sind nebenher mit Einrichtungen versehen, um die Saugeschläuche zweier Handspritzen oder einer Dampfspritze schnell und bequem anschließen zu können und vermögen pro Minute 1 bis 1,25 cbm Wasser zu liefern. Ein solcher Straßenbrunnen ist auf Tafel 59 in Fig. 1 u. 2 mit seinen für den öffentlichen Gebrauch und für Feuerlöschzwecke kombinierten Einrichtungen dargestellt. Die Handpumpen dieser Straßenbrunnen sind Zug- und Druckpumpen mit direktem Handgestänge, welches nur bei sehr tiefer Lage des Grundwassers mit einer Abbalancierung versehen ist, durch die Zug- und Druckwiderstand einander gleich gemacht werden. Bei den gewöhnlichen Wassertiefen fällt diese Einrichtung fort, so daß bei der größten Zahl der Brunnen keine Lederungen, keine Gelenke vorkommen, welche Abnutzung und Reparatur verursachen, da auch der Kolben ohne Dichtung arbeitet.

Liegt der Wasserspiegel so tief, daß die Feuerspritzen nicht mehr mit Sicherheit ansaugen, so vereinfacht sich die Konstruktion durch Fortfall der für die Schlauchanschlüsse erforderlichen Teile; der Rohrbrunnen wird dann nur für den Straßenbedarf eingerichtet und die Pumpe nimmt die in Fig. 9 dargestellte Form an.

Es bezeichnet hier: s den Sauger; an diesen schließt das schwächere Saugrohr r, welches eine möglichst kurze Verbindung zwischen Saugvorrichtung und Saugventil herstellt. Zur Umgehung eines schädlichen Raumes befindet sich dicht über dem Saugventil das Druckventil und seitlich daran der Pumpencylinder, dessen Kolben durch direktes Auf- und Niederziehen des Gestänges g mittels des Handgriffes h seine Bewegung erhält. Das Wasser tritt dann beim Pumpen durch das Druckventil und den Windkessel w in das Druckrohr d und gelangt oberhalb in das Ausflußrohr.

Fig. 9.



Gegen das Einfrieren ist am Steigerohr eine zweckmäßige Schutzvorrichtung durch den eingesetzten Hohlcylinder i i angebracht; der Zwischenraum wird mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt.

Der gemauerte Brunnenschacht ist doppelwandig und nur in solcher Tiefe angelegt, daß etwaige Reparaturen am Pumpwerk bequem vorgenommen werden können, auch möglichste Frostsicherheit für die funktionierenden Teile gewonnen wird.

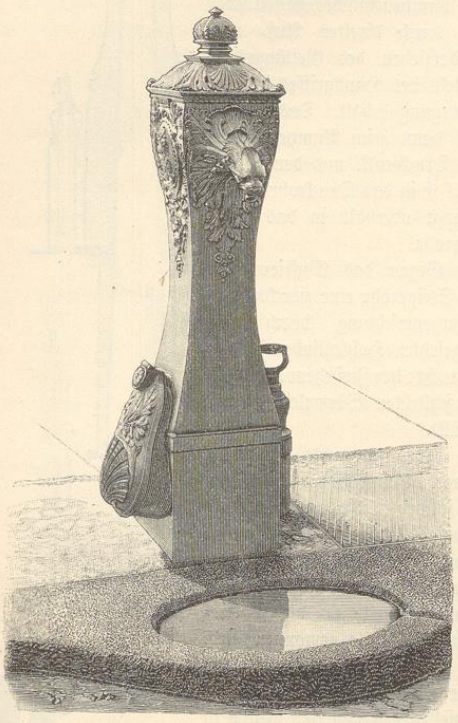
Die obere Decke wird durch eine Gußplatte a (Fig. 1 auf Tafel 59) hergestellt, welche in den Falz eines Granit-Schwellwerkes eingelegt ist, wobei der Wasserausfluß in das angehängte Gefäß oder über die Bordschwelle c hinaus in das vorliegende Brunnengullie erfolgt.

Bei sehr tiefem Wasserstande pflegt man Tiefbrunnen-Pumpen anzuwenden, welche in ein stärkeres Rohr eingehängt werden, dessen unteres Ende ebenfalls als Rohrbrunnen ausgebildet ist, und die Bewegung geschieht entweder wie in Fig. 1 auf Tafel 59 durch ein abbalanciertes Handgestänge

oder — zur Verlangsamung der Bewegung — durch einen Handwinkelhebel.

Fig. 10 giebt die Ansicht der Straßenbrunnen und das Gehäuse nach neuerem Modell, mit rechteckigem Querschnitt. Im Vordergrunde ist die zu einem seichten

Fig. 10.



Behälter erweiterte Granitbordschwelle, rechts die Gußplatte und in kurzem Abstande der Plattenbelag des Bürgersteiges ersichtlich.

III. Artesische Brunnen.

Es giebt muldenförmige Terraingestaltungen, bei welchen eine wasserführende Schicht a zwischen zwei undurchlässigen Thon- oder Steinschichten b und c eingeschlossen ist. Das auf dem höchsten Faltenpunkte von der Schicht aufgenommene Wasser kann nun zwar da, wo die Schicht a jenseits der Mulde wieder zu Tage tritt, hervorfließen, im Thale selbst kann dagegen kein Brunnenquell zum Vorschein kommen, weil das Wasser wie in einen flachen Schlauch eingeschlossen ist. Die Anlage eines Brunnens muß dann mittels eines, durch sämtliche undurchlässige Schichten hinabreichenden, Senkschachtes bewerkstelligt werden. Treibt man eine Röhre d bis auf die wasserführende Schicht a hinab, so wird durch den Wasserdruck das Wasser in der Röhre emporsteigen, und zwar hat es das Bestreben, sich so hoch zu stellen, daß es mit dem Wasserspiegel der Muldenränder in Niveau kommt. Wenn die Schicht a hoch hinauf mit Wasser angefüllt ist, und höher als der Fußpunkt des gesenkten Rohres d, so geschieht (weil hier auf das ausfließende Wasser ein Druck ausgeübt wird) der Ausfluß zuweilen so heftig, daß er springbrunnenähnlich sich als Sprudel über den Boden erhebt (Soolsprudel zu Nauheim).

Die Röhren, welche man bis auf die wasserführende Schicht hinabführt, werden mit Hilfe eines Bohrgestänges eingetrieben. In Europa ist dieses Verfahren schon frühzeitig zur Förderung der Salzsoole in Gebrauch gewesen.

In Frankreich nannte man solche Brunnen nach der Provinz Artois, wo sie, wie es scheint frühzeitig, viel in Gebrauch kamen, „artesische Brunnen“. Brunnensprudel, wie zu Nauheim und Kissingen, sind nur in gebirgigen Gegenden möglich; im Flachlande findet man einen Auftrieb des Wassers bis zu ansehnlicher Höhe nirgends, und man ist dann zufrieden, wenn das Wasser durch das Bohrloch nur zu Tage oder wenigstens über den Grundwasserspiegel emporsteigt.

Die Güte des auf solche Weise geförderten Wassers richtet sich nach den Formationen, durch die es hinabgedrungen ist; meist ist es daher nicht besser als in weniger tiefen Schichtungen, häufig geringer, dagegen hat es etwas Bequemes, und für landwirtschaftliche Zwecke ist der Nutzen nicht gering, wenn es gelingt, starken Ausfluß bei erheblichem Auftrieb zu gewinnen.

Steigt das erbohrte Wasser bei schwachem Auftrieb nicht zu Tage, so müssen zum Heben desselben Pumpwerke aufgestellt werden.

D. Vereinigung verschiedener Arten der Wasserfassung.

Da es nicht immer möglich ist, die Wassermenge, welche zur Versorgung einer Ortschaft erforderlich ist, an derselben Stelle und auf gleiche Art zu gewinnen, so muß man unter Umständen zwei oder mehrere Wasserentnahmestellen aufsuchen und deren Zuflüsse vereinigen, oder jedem derselben sein besonderes Versorgungsgebiet zuweisen. Bei großen Städten bedingt ohnehin die Ausdehnung ihres Weichbildes eine Wasserzuführung von mehreren Seiten, weil die Zuführung von einer Stelle unverhältnismäßig große Abmessungen der Hauptröhren erfordern und die Druckverteilung auf die verschiedenen Stadtgebiete erschweren würde.

London besitzt sieben verschiedene Wasserversorgungsstellen, welche ihr Wasser aus der Themse, dem Lea, einem Nebenfluß der Themse, und aus Tiefbrunnen entnehmen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Paris wird durch fünf Zuleitungen, Berlin aus dem Teglersee (Havelgebiet) und dem Müggelsee (Spreegebiet) mittels eines einheitlichen Rohrnetzes versorgt.

Wien hat außer seiner Hochquellenleitung ein Grundwasserschöpfwerk bei Pottschach und beabsichtigt noch die Ausführung einer Tiefquellenleitung, welche das Grundwasser des Steinfeldes bei Wiener Neustadt nutzbar machen soll.

Als Vorbedingung einer Vereinigung mehrerer Bezugsquellen ist deren Gleichwertigkeit im hygienischen Sinne erforderlich, d. h. an jede der Zuleitungen sind die für Trinkwasser üblichen Anforderungen zu stellen.

Für große Städte empfiehlt es sich im Sinne einer ungestörten Wasserversorgung ohnehin, daß diese nicht auf eine einzige Fassungsanlage gegründet wird, sondern daß mehrere, voneinander unabhängige Bezugsquellen vorhanden sind, weil zuweilen Störungen der Wassergewinnung eintreten und falls nur eine solche vorhanden ist, die gesamte Wasserversorgung dabei in Gefahr kommt.

So hat Berlin im Jahre 1883 die Tegler Filterbrunnen und zehn Jahre später auch das Schöpfwerk an der Oberspree aufgegeben. Leipzig mußte im Jahre 1881 wegen starken Eisengehaltes seines Grundwassers neue Bezugsquellen aufsuchen.

Was endlich die hygienische Beschaffenheit und Reinheit des zu gewinnenden Wassers anlangt, so geht heutzutage allen sonstigen Anforderungen die voraus: daß das zu gewinnende Wasser „von Natur rein“ und „keimfrei“ sein muß. Wasser, welches im natürlichen Zustande unrein ist, darf nur dann durch künstliche Reinigung[1]) hygienisch brauchbar gemacht werden, wenn keine Wahl bleibt, um das zur Versorgung benötigte tägliche Wasserquantum von anderen Orten her zu gewinnen.

Da aber erfahrungsmäßig das durch Rohrbrunnen gewonnene Grundwasser den geringsten Gehalt an organischer Substanz und die größte Gewähr für Keimfreiheit darbietet, so gebührt dieser Art von Wassergewinnung der Vorzug vor allen anderen.

§ 6.

Das Rohrnetz und der Anschluß der Hausleitung an die Straßenröhren.

Die Wasserröhren werden in solcher Tiefe in den Erdboden gelegt, daß der Winterfrost sie nicht erreichen kann, in Deutschland etwa 1,4 bis 1,60 m tief. Dabei wird der Rohrstrang in der Regel den Hebungen und Senkungen des Straßenprofils folgen. Alle Hauptröhren sind an den Höhepunkten mit selbstthätigen Entlüftungsventilen oder Lufthähnen zu versehen.

Der in den Straßenröhren zur Anwendung kommende minimale Leitungsdruck beträgt für kleine Städte 20 m Wassersäule, in großen Städten 30 m. Ein höherer Druck ist nicht gerechtfertigt.

1) Vergl. Oesten, Wasserversorgung. V. Kapitel: Künstliche Reinigung des Trinkwassers.

Die Rohrweiten schwanken von 10 cm aufwärts bis zu 1,0 m und darüber. Die größten Rohrweiten betrugen bisher in Deutschland 1200 mm. Die Weite soll man — mit Rücksicht auf das Feuerlöschbedürfnis — niemals geringer als 100 mm wählen.

Das verbreitetste Material für Straßenröhren ist Gußeisen, nur in seltenen Fällen (zu Brückenüberführungen u. s. w.) werden patentgeschweißte schmiedeeiserne Rohre verwendet. In neuerer Zeit sind auch Stahlröhren der Mannesmann-Werke zur Anwendung gelangt. Die gußeisernen Röhren erhalten Muffen-, die schmiedeeisernen meist Flanschenverbindung, erstere werden mit Blei verstemmt und vorher mit Hanftau verstrickt, letztere mit Gummischeiben gedichtet. — Bezüglich der Rohrdimensionen hat der Verein Deutscher Ingenieure „Normalien“ aufgestellt.

Der Anschluß an das Straßenrohr.

Der Anschluß eines Privatgrundstückes an das Straßenrohr erfolgt durch Muffenrohr mit rechtwinkligem resp. schrägem Abzweig, sogenannten Façonstücken, oder durch „Anbohren“ der Hauptleitung und Einschrauben eines „Saugers“. Das Anbohren muß ohne Absperrung des Hauptrohres, also unter „Druck“ geschehen, weil das Entleeren der Hauptleitung störend ist. Zu dem Ende wird am Einmündungspunkt eine Rohrschelle (Fig. 11) umgelegt und in letztere ein kurzes Metallstück, der Sauger, druckdicht eingeschraubt und eingelötet.

Fig. 11.

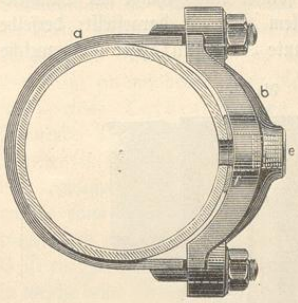
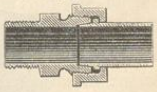


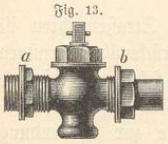
Fig. 12.



Die Rohrschelle besteht aus dem gußeisernen Kopfe b, in welchen ein Gewinde zur Aufnahme des Saugers (Fig. 12) eingeschnitten ist. Dieser Kopf wird mit dem schmiedeeisernen Bande a fest an das Rohr angezogen und durch den Gummiring f gedichtet. Am hinteren Ende des Saugers befindet sich eine Schraubenverbindung, an welche der Abzweig angelötet wird, so daß nach geschehenem Anschrauben des Verbindungsstückes die Verbindung hergestellt ist.

Bei allen mittels Sauger bewirkten Anschlüssen ist es ratsam, den Hauptabstellhahn der Hauswasserleitung nicht unter das Straßenpflaster, sondern unter das Trottoir zu verlegen. Dies ist namentlich in stark befahrenen Straßen — sofern diese nicht etwa asphaltiert sind — notwendig. Gestatten es jedoch die Straßenverhältnisse, so kann der Abstellhahn auch direkt an die Hauptleitung angeschlossen werden. Zu dem Ende schraubt man das Hahnengehäuse (Fig. 13) direkt in die Rohrschelle hinein und die Contremutter a des Gehäuses wird durch getalgte Hanffäden gedichtet und fest gegen den Schellenkopf angezogen. Das andere Ende b des Hahnengehäuses ist mit Schraubenverbindung versehen, an welche das Rohr, wie oben, angelötet wird.

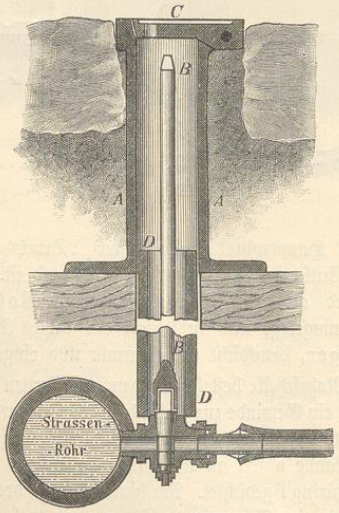
Fig. 13.



Um das Hauptrohr auch unter vollem Druck anbohren zu können, legt man die Rohrschelle um das Rohr, schraubt den Hauptabstellhahn in dieselbe ein und setzt einen, zu diesem Zweck besonders konstruierten Bohrapparat auf, dessen Bohrer durch den geöffneten Hahnenkegel hindurchgeht und bis zur Rohrwandung gelangen kann. Hierauf bohrt man mittels einer Bohrknarre das entsprechende Loch in die Wandung des Rohres ein, zieht den Bohrer bis hinter den Kegel zurück und schließt den Hahn. Das bei erfolgtem Bohren austretende Wasser kann alsdann nur bis an die Stopfbüchsendichtung gelangen.

In Fig. 14 ist ein solcher Anbohrhahn mit Straßenrohr, Abzweig und allem Zubehör dargestellt: derselbe wird durch eine sogenannte Straßenkappe A A, welche

Fig. 14.



im Straßenniveau durch einen gußeisernen Deckel C geschlossen ist, geschützt. Die Regulierung des Wassereinlaufes vom Hauptrohre in die Hauswasserleitung erfolgt durch die Schlüsselstange B B, welche sich in einem röhrenartigen Gehäuse D befindet.

Der Haupthahn dient nur den Zwecken der Wasserwerksverwaltung und wird von deren Beamten bedient. Damit aber auch der Hauswirt seine Leitung beliebig schließen kann, ist in der Zuleitung innerhalb des Gebäudes ein zweiter Haupthahn so anzuordnen, daß durch denselben

Fig. 15.

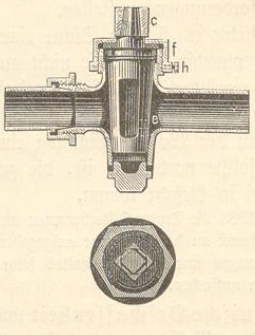
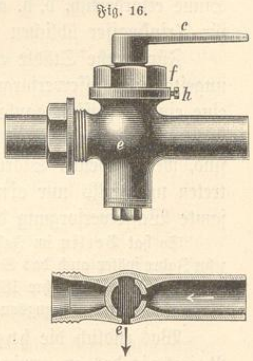


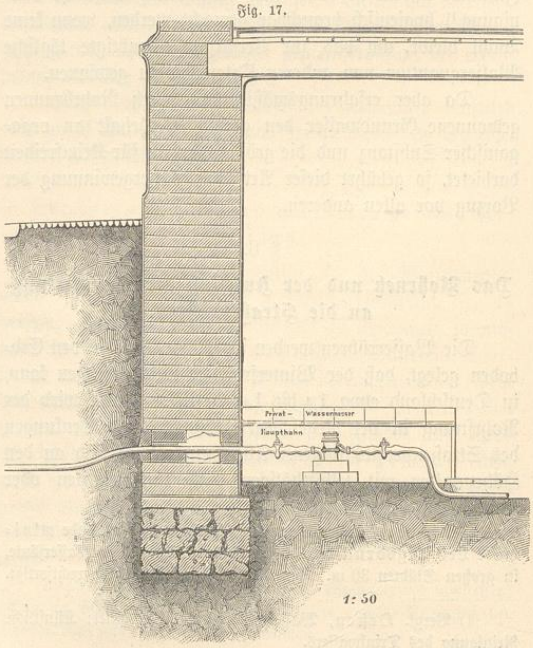
Fig. 16.



der Wassermesser und die Hausleitung von der Hauptleitung abgesperrt wird.

Dieser Privathaupthahn muß leicht zugänglich in einem frostfreien Keller angebracht werden und er-

Fig. 17.



hält dieselbe Konstruktion wie der Absteilhahn. Fig. 15 zeigt den Längenschnitt, Fig. 16 die Ansicht und den Grundriß desselben; e ist eine Entleerungsöffnung, die bei Reparaturen das Ausfließen des in der Leitung enthaltenen Wassers gestattet.

Es ist zweckmäßig, hinter dem Wassermesser noch einen Absperrhahn anzubringen, um die Auswechselung des Wassers durch Schließung beider Hähne ohne Wasserverlust bewirken zu können. Der Wassermesser und die beiden Absperrhähne sind durch ein Holzgehäuse gegen Frost zu schützen. Fig. 17 stellt eine Zuleitung dar, wie sie hierorts gewöhnlich ausgeführt wird.

Statt der Hähne, welche sich schwer drehen lassen, wenn sie lange Zeit nicht gebraucht sind, wendet man neuerdings vielfach Ventile an, die einen ruhigeren Abschluß des Wassers bewirken, wodurch die Stöße in der Leitung möglichst vermieden werden.

Die Wassermesser.

Die Menge des aus einer öffentlichen Leitung entnommenen Wassers wird — wenn nicht anderweitige Grundlagen für die Preisermittelung maßgebend sind — durch Wassermesser bestimmt. Da deren Bedeutung für eine geordnete Wasserversorgung mehr und mehr Anerkennung erfährt, so ist auf die Konstruktion und Eigenschaften dieser Meßapparate hier näher einzugehen.

Vor allen Dingen soll der Wassermesser die größten wie die geringsten Durchflußmengen angeben, nirgend Verengungen des Durchgangsquerschnittes enthalten, erhebliche Wasserkraft zum Betriebe nicht beanspruchen und keinen nennenswerten Druckverlust erzeugen. Gegen Beschädigungen soll er wirksam geschützt sein und der Stand des Zählwerkes sich leicht und sicher ablesen lassen.

Damit das Ein- und Ausschalten (beim Reinigen und Reparieren) und der Transport desselben leicht von statten geht, darf das Gewicht nur gering und der Preis nicht hoch sein.

Wassermesserkonstruktionen, die diesen Anforderungen mehr oder weniger genügen, giebt es in großer Menge, doch lassen sich fast alle auf zwei Hauptarten zurückführen, nämlich auf:

a) die Kolbenwassermesser,
b) die Flügelradwassermesser.

Bei den ersteren tritt das Wasser in einen cylindrischen Raum, der von einem selbst gesteuerten Kolben abwechselnd mit Wasser gefüllt und entleert wird, ein und die Anzahl der Kolbenhübe, welchen ein genau abgemessener Wasserinhalt entspricht, giebt die Menge des verbrauchten Wassers an. Nach diesem System sind konstruiert die Wassermesser von **Frost, Kennedy, Schmid, Frager** u. A. Die Mängel der Kolbenwassermesser liegen in ihrem großen Gewicht, hohen Preis und erheblichen Druckverlust: in Deutschland haben dieselben wenig Eingang gefunden.

Die Flügelradmesser verbinden die Vorzüge einer leicht transportablen Masse von handlicher Form mit einem niedrigen Preise, erzeugen auch geringeren Druckverlust und hemmen beim Stillstand nicht den Wasserzufluß zum Gebäude. Allerdings verlieren sie bei abnehmender Größe an Genauigkeit. Um den Ansprüchen der Wasserwerksverwaltungen nach Möglichkeit zu genügen, sind die Bestrebungen der Fabrikanten derartiger Wassermesser neuerdings darauf gerichtet, durch sorgfältigste Ausführung die Reibungswiderstände zu vermindern. — Besondere Anerkennung und Verbreitung haben sich verschafft die Wassermesser von Siemens & Halske, Meinecke in Breslau, Spanner und Leopolder in Wien.

Je nach der Anordnung des Zählwerkes unterscheidet man Naßläufer und Trockenläufer. Bei den ersteren liegen die Zeigerwerke im Wasser, bei den letzteren liegen sie außerhalb. Erstere bedingen eine wasserdichte Glasdecke, klares Wasser und reine Rohre, letztere eine wasserdichte Durchführung der Triebwelle durch die Trennungswand.

Auf Tafel 60 ist in Fig. 1 bis 4 die Konstruktion der Wassermesser Nr. 1 bis 7 der **Siemens**'schen Skala dargelegt. Dieselben sind sogenannte Trockenläufer; das Wasser tritt zunächst durch das Rohr R (Fig. 1) in einen Schmutzkasten A, durchdringt das Sieb in der Richtung der Pfeile, tritt durch die Löcher B, welche das cylindrische Gehäuse in schräger Richtung durchdringen (Fig. 2 im Grundriß) ein und drückt gegen die radial gestellten Schaufeln C eines Turbinenrades. Hierbei ist die durchströmende Menge proportional der Geschwindigkeit des Wassers in den Eintrittsöffnungen, also auch proportional der Bewegung des Flügelrades, dessen Umdrehungen mittels einer Schraube ohne Ende auf ein Zählwerk übertragen und auf dem Zifferblatt E abgelesen werden können. G ist ein Zahnrad von 101, H ein solches von 100 Zähnen, in welche beide ein Trieb K eingreift. Die Räder verschieben sich gegeneinander bei jedem Umgange um einen Zahn, was an den mit dem Rade H fest verbundenen Zeiger J ersichtlich ist. Der Austritt des Wassers erfolgt durch das Rohr L.

Die Messer von 7 bis 40 mm Weite des Einflußstutzens werden von der Firma Siemens & Halske ganz aus Bronze hergestellt und erhalten Verschraubungen für Blei- oder Eisenleitungen; sie führen ein außergewöhnlich großes, horizontales Sieb, so daß die Reinigung des Siebes nebst Schmutzkasten nur selten erforderlich ist.

Die Zeigerwerke werden je nach Wunsch entweder mit rotierendem (Fig. 3) oder feststehendem Zifferblatt (Fig. 4) geliefert. Auf der großen rotierenden Zähl-

scheibe werden die Hunderte, Zehner und deren Bruchteile, auf der kleinen Scheibe nur die Tausende abgelesen. Jedem Teilstriche der großen Scheibe entsprechen 10 Liter oder $^1/_{100}$ cbm Wasserkonsum. Wenn das Zeigerwerk die in Fig. 3 punktierte Stellung eingenommen hat, sind daher 4262,5 cbm durch den Apparat hindurchgeflossen.

Auf dem Zeigerwerk mit feststehendem Zifferblatt (Fig. 4) werden dagegen die Tausende, Hunderte, Zehner, Einer und Bruchteile der Kubikmeter auf je einer besonderen Scheibe abgelesen. Die punktierten fünf Zeigerstellungen lassen erkennen, daß dasselbe Wasserquantum (4262,5 cbm) konsumiert worden ist.

Nachstehende Tabelle, welche ich dem neuesten Prospekt der Fabrik entnehme, enthält Angaben über die Maximalleistungen, Maße und Gewichte der Siemens'schen Wassermesser. Sämtliche Meßapparate dieser Skala sollen die hindurchgelassene Wassermenge bis auf ± 2 Proz. genau angeben.

Laufende Nr.	Durchmesser des Einflußstutzen		Leistungsfähigkeit per Stunde. Maximum des Durchflusses	Gewicht des kompletten Wassermessers
	mm	Engl. Zoll	cbm	kg
0	7	$^1/_4$	3,0	2,80
1	10	$^3/_8$	3,5	3,10
2	12	$^1/_{12}$	4,0	3,15
3	16	$^5/_8$	5,5	3,25
4	20	$^3/_4$	6,9	3,41
5	25	1	14,0	6,90
6	30	$1^1/_4$	18,5	7,90
7	40	$1^1/_2$	20	8,45
8	50	2	45	47,00
9	65	$2^1/_2$	56	55,50
10	75	3	80	63,00
11	100	4	120	88,50
12	125	5	250	186,50
13	150	6	345	189,00

Ähnlich dem hier beschriebenen Siemens'schen Meßapparat ist der Wassermesser von **Meinecke** in Breslau. Derselbe unterscheidet sich in seiner neuesten Konstruktion durch ein leichteres Flügelrad und Spurzapfen mit Achatspitze. Da die Durchflußquerschnitte größer gewählt sind, ist der Druckverlust geringer. An der Unterseite des Einsatzes befindet sich eine Regulierscheibe, welche die Berichtigung von Fehlern — die dem Apparat anhaften — gestattet.

Die Wassermesser von Lux in Ludwigshafen haben einen Einsatz aus Hartgummi und werden als Trocken- und als Naßläufer gefertigt.

Von den neueren amerikanischen Konstruktionen kann hier füglich abgesehen werden.

§ 7.

Das Röhrenmaterial.

Alle Abzweigungen, welche vom Straßenrohre in die Gebäude führen und mehr als 30 mm lichte Weite haben, werden durch gußeiserne, in die Hauptleitung eingelegte, meist rechtwinkelige Abzweigungsstücke (Façonstücke) hergestellt.

Abzweigungen unter 30 mm lichtem Durchmesser, auch sämtliche Verteilungsröhren in den Gebäuden pflegt man dagegen fast allgemein aus Bleiröhren oder aus sogenannten Mantelröhren[1]) (d. h. aus Zinnröhren mit 0,5 mm starker Wandung) herzustellen, die außerhalb mit einem Bleimantel umgeben sind. Solche Mantelröhren sind widerstandsfähiger als Bleiröhren und an manchen Orten durch sanitätspolizeiliche Vorschriften zur Verwendung vorgeschrieben, weil weiches Wasser die Eigentümlichkeit hat, das Blei aufzulösen.[2]) Die innere schwache Zinnröhre hält nämlich das Wasser von dem Blei ab, während der äußere Bleimantel dem Rohre Widerstandsfähigkeit gegen innere Pressung verleiht. Aus diesem Grunde werden die Mantelrohre auch leichter im Gewicht hergestellt.[3])

Die Bleiröhren wie die Mantelröhren werden nach Gewicht pro laufenden Meter verkauft. Gewöhnlich wird ein normales Gewicht pro Längeneinheit je nach der Lichtweite vorgeschrieben, wobei gleichmäßige Rohrstärke vorausgesetzt ist.

a) Bleiröhren

von 13 mm lichter Weite sollen wiegen 3,0 kg pro lfd. Meter,
„ 15 „ „ „ „ „ 3,5 „ „ „ „
„ 20 „ „ „ „ „ 4,5 „ „ „ „
„ 25 „ „ „ „ „ 5,0 „ „ „ „
„ 30 „ „ „ „ „ 7,0 „ „ „ „

b) Zinnröhren

von 13 mm lichter Weite wiegen nur 1,25 kg pro lfd. Meter,
„ 15 „ „ „ „ 1,5 „ „ „ „
„ 20 „ „ „ „ 2,25 „ „ „ „
„ 25 „ „ „ „ 2,75 „ „ „ „
„ 30 „ „ „ „ 3,25 „ „ „ „

1) Einen eingehenden Artikel über Zinnbleiröhren enthält die Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1870, S. 113.

2) Nach Graham, Miller, Hoffmann und Dr. Medlock wird die Oxydation des Bleies hauptsächlich dadurch bedingt, daß weiches Wasser wegen Mangel an freier Kohlensäure und kohlensaurem Kalk eines kräftigen Schutzmittels gegen die Auflösung des Bleies beraubt ist.

3) Mantelröhren mit 0,5 mm starkem Zinncylinder haben neuerdings vielfach Anwendung gefunden und sind unter hohem Wasserdruck ohne nachteilige Veränderungen probiert worden. Im Bade Teplitz sind bei der dasigen Wasserleitung Mantelrohre bis zu 150 mm Weite verwendet worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Rohre von geringerem Gewicht halten schon einen Probedruck von 200 m Wassersäule aus: wo aber durch raschen Schluß der Hähne häufiger Stöße veranlaßt werden, da beulen sich die Rohre an den von den Stößen getroffenen Stellen nach und nach aus und platzen endlich. Aus diesem Grunde werden — namentlich bei süddeutschen Wasserwerken — für höheren Druck als 60 m Bleirohre ganz ausgeschlossen.

Weite der Abzweigungen. Beträgt die Länge der Zuleitung unter 30 m, so richtet sich deren Weite nach der Anzahl der Ausflußhähne (Zapfhähne), und zwar ist die Rohrweite:

für	1	Stück	Zapfhahn	von 10—20 mm	Weite	mindestens	15 mm,
„	2—20	„	Zapfhähne	„ 10—20 „	„	„	25 „
„	20—40	„	„	„ 10—20 „	„	„	30 „
„	40—60	„	„	„ 10—20 „	„	„	40 „
	über 60	„	„	„ 10—20 „	„	„	50 „

Hiernach genügt also für Gebäude von zwei bis drei Stockwerken ohne Seitenflügel eine 20 mm weite Zuleitung, um das Wasser zur Speisung von Küchen, Waschbeckenhähnen und Klosetts zu verwenden, und diesen Durchmesser erhält auch die Steigeleitung bis zum höchsten Punkt. Größere Gebäude mit Seitenflügeln erhalten am besten 2 bis 3 getrennte, je 20 mm weite Steigeleitungen, die von einer 25 bis 30 mm und höchstens 40 mm weiten gemeinschaftlichen Erd- oder Anschlußleitung gespeist werden. Werden außer den Klosetts auch noch Badeeinrichtungen verlangt oder Feuerhähne erfordert, so giebt man den Steigeleitungen besser 25 mm lichten Durchmesser.

Die Abzweigungen zur Entnahme des Wassers von der Steigeleitung werden möglichst kurz und aus 13 mm weiten Röhren hergestellt, wobei zu beachten ist, daß man den Ausflußhähnen in den oberen Etagen größere Durchgangsweiten als im Souterrain giebt, und zwar mit Rücksicht auf die Abnahme des Wasserdruckes in den oberen Geschossen. Genügt daher im Parterre ein Küchenhahn von 10 mm Lichtweite, so muß derselbe im vierten Stock 13 mm weit hergestellt werden.

Ist die Zuleitung länger als 30 m, so ist deren Weite nicht unter 40 mm zu nehmen.

Zum Schutz gegen das Einfrieren der Rohre muß die Zuleitung ebenso wie das Hauptrohr circa 1,5 m unter dem Terrain liegen und darf auch nicht flacher durch die Fundamente der Häuser geführt werden, weil sich die äußere Temperatur im Mauerwerk besser als in der Erde fortpflanzt.

Verbindung der Bleirohre. Um ein Bleirohr durch Anlöten eines zweiten zu verlängern (Fig. 18), treibt man dasselbe mittels eines konischen Dornes aus hartem Holz so weit auf, daß man das Verlängerungsstück — welches vorher zugespitzt und mit dem Schaber metallisch

Fig. 18.

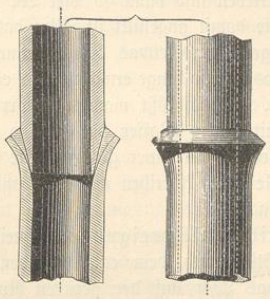


Fig. 19.

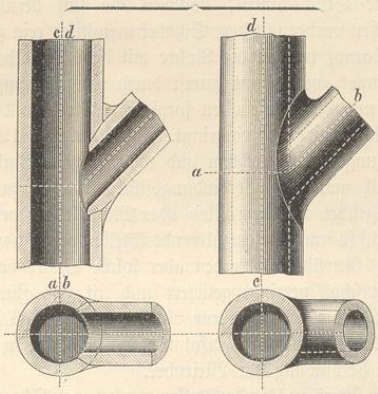
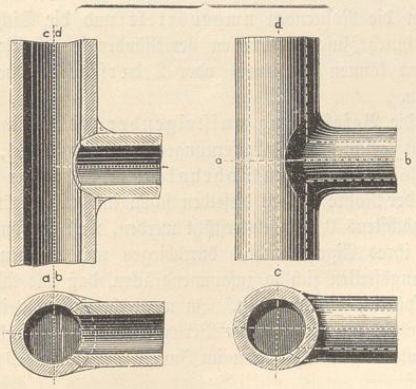


Fig. 20.



rein gemacht worden ist — etwa 10 mm tief in das aufgetriebene Stück einschieben kann. Es muß genau in das

erweiterte Ende passen, damit nicht Lot[1]) in das Innere des Rohres gelangt. Hierauf werden mit dem Lötkolben (oder der Lötlampe) die Enden angewärmt, vorher leicht mit Talg überrieben und dann so viel Lot in die Fuge gebracht, bis sie damit angefüllt ist. Um das Lot gut in Fluß zu bringen, wird etwas Kolophoniumpulver aufgestreut und dasselbe so lange erwärmt, bis es gleichmäßig geschmolzen ist. Hierauf läßt man es erstarren und kühlt die Lötstelle mit kaltem Wasser ab. — Die Unebenheiten der Lötung werden mit einer groben Feile beseitigt und die ganze Stelle durch Abreiben mit Glaspapier rund und ansehnlich gemacht.

Bei seitlichen Abzweigungen schneidet man das abzweigende Stück nach dem entsprechenden Winkel ab, reißt danach das Loch auf der geraden Rohrstrecke vor, schneidet dieses aus und bringt das abzweigende, konisch zugespitzte Stück hinein, nachdem die sich berührenden Oberflächen vorher mit dem Schaber metallisch rein gemacht sind. Darauf werden die Rohre mit dem Lötkolben oder der „Lampe" angewärmt, zuerst durch einige Tropfen Lot geheftet und dann wie oben sorgsam gelötet, so daß Lot in die Rohre nirgends eindringt. Fig. 20 u. Fig. 19 stellen Abzweigungen unter rechtem und unter spitzem Winkel dar.

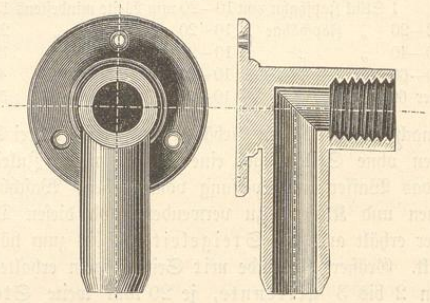
Will man ein Verbindungsstück, welches zu einem Sauger gehört, mit dem Blei- oder Mantelrohre verbinden (Fig. 12), so muß die einzulötende Stelle vorher verzinnt werden. Gewöhnlich werden aber solche Stücke vom Fabrikanten schon verzinnt geliefert und ist das Zinn hiernach an der Oberfläche nur blank zu reiben. Die Einlötung des Metallstückes erfolgt ganz in derselben Weise, wie die Verbindung der Bleirohre.

Für öfters zu lösende Stellen wendet man Flanschenverbindungen oder Verschraubungen an. Bei ersteren werden die Rohrenden umgebörtelt und die Dichtung wird durch Zusammenpressen der Ränder hergestellt; bei letzteren können Gummi- oder Lederscheiben benutzt werden.

Die Befestigung aufsteigender Rohre in Gebäuden geschieht in Entfernungen von 1,5 bis 1,75 m mittels der sogenannten Rohrhaken; bei wagrechter Führung der Rohre müssen dieselben schon in Zwischenräumen von höchstens 0,60 m unterstützt werden, weil sie sonst infolge ihres Eigengewichtes durchbiegen und an den Befestigungsstellen sich so zusammendrücken, daß das Wasser nur spärlich hindurchläuft. In wagrechten Lagen ist es also nötig, die Rohre beim Verlegen gut „zu strecken". — Im übrigen leitet man im Innern der Gebäude, wenn irgend angänglich, die Rohre nicht an Front-, sondern an Zwischenwänden entlang, wobei man sie entweder in die Mauer versenkt und verputzt, oder besser in gemauerten Falzen emporführt. In untergeordneten Räumen können sie selbst äußerlich an die Wand befestigt werden, sind aber dann durch einen leichten hölzernen Kasten vor Beschädigung zu schützen.

Ist man auf solche Weise mit der Steigeleitung bis in den mit Wasser zu versorgenden Raum gelangt, so wird das Rohr in Höhe von einem Meter an der geeigneten Wandstelle abgeschnitten und an das Rohrende wird entweder eine Wandscheibe (Fig. 21) oder eine zum Hahn gehörige Verschraubung, wie in Fig. 22 u. 23[a], angelötet. Die Wandscheibe wird an einen Holzdübel angeschraubt und so weit verputzt, daß nur der Gehäuserand vorsteht. In das Gewinde der Wandscheibe wird sodann der zur Wasserentnahme bestimmte Zapfhahn (Fig. 22) festgeschraubt und durch Einlegen von getalgten Hanffäden die Verbindung gedichtet.

Fig. 21.

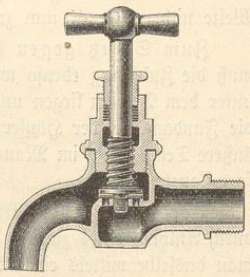


§ 8.

Ausflußvorrichtungen im Innern der Gebäude.

Zur Entnahme von Wasser aus den Leitungen sind die Niederschraub-Durchgangshähne fast allgemein eingeführt. Zwar kommen auch sogenannte Ventilhähne mit Lederdichtung (Fig. 22) zur Verwendung, aber sie gehen schwerer und lecken eher, weil das Küchenpersonal die Verpackung der Stopfbüchse in der Regel nicht versteht. — Noch sind die nach dem Patent Terlinden ge-

Fig. 22.

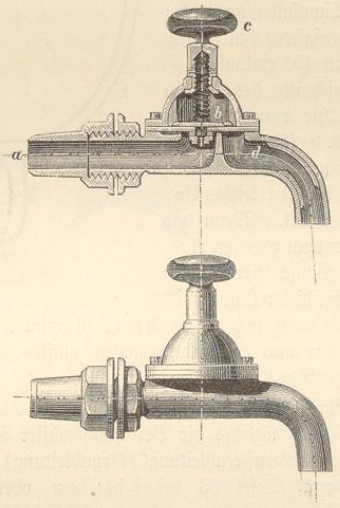


[1]) Lötet man mit der Lampe, so nimmt man zum Löten eine Komposition von 1 Teil Zinn und 1 Teil Blei; bei Anwendung des Kolbens 2 Teile Zinn und 1 Teil Blei. — Zum Löten von Mantelröhren dient ein Lot von 4 Teilen Blei und 5 Teilen Zinn.

formten Gummipflockhähne zu erwähnen; dieselben schließen gut, wenn der dazu verwendete Gummi von guter Beschaffenheit ist, was sich indes vorher schwer beurteilen läßt.

In Fig. 23 u. 23a ist ein Niederschraubhahn gewöhnlicher Konstruktion in Durchschnitt und Ansicht dargestellt. Im wesentlichen besteht die Auslaßvorrichtung aus dem Zuführungsrohr a, welches durch eine Gummischeibe b so lange verschlossen gehalten wird, bis durch Umdrehen des Schlüssels c die Gummiplatte in der sie umgebenden Kappe vom Wasserdruck gehoben wird. Dann erst kann das Wasser aus a über die Zwischenwand nach der Abteilung d gelangen und von da ausfließen. — Das Ober-

Fig. 23 u. 23a.



teil der Hähne und der Griff unterliegen mancherlei Wechsel in der Form und dem Material. Man unterscheidet Knebelgriffe, Kugelgriffe (sternförmige Griffe mit Kugeln an den Enden der Strahlen), lose Schlüssel zum Abziehen, Griffe von Elfenbein, Krystallknöpfe u. s. w. Bei eleganter Ausstattung werden die Hähne vernickelt.

Die gangbaren Nummern der Niederschraubhähne haben 10, 13, 19, 25, 31 und 38 mm Durchlaßweite; das dazu verwendete Material ist stets Messing.

In Betreff der Benutzung der Hähne ist hervorzuheben, daß an den Leitungen durch sogenannte Wasserschläge häufig Störungen veranlaßt, die Lötungen zerstört, auch wohl die Rohre gesprengt werden. Wird nämlich am Ende einer Leitung ein Zapfhahn geöffnet und das Wasser fließt mit der dem Leitungsdrucke entsprechenden Geschwindigkeit aus, dann tritt durch den Rohrstrang auch ebensoviel Wasser mit einer gewissen Geschwindigkeit nach. Schließt man nun den Zapfhahn plötzlich, so hat das Wasser — infolge seines Trägheitsmomentes — das Bestreben nach demselben hinzufließen, wird hier aber durch plötzliches Schließen am Fließen gehindert und übt daher einen heftigen Stoß auf die Rohrwandungen aus, welcher leicht die Rohre sprengt. Es gilt daher als Regel: daß plötzliches Schließen der Hähne und Ventile zu vermeiden sei. Alle Zapfhähne über Ausgußbecken, Waschtoiletten, Badewannen u. s. w. müssen deshalb durch langsames Drehen am Schlüssel geöffnet und geschlossen werden, damit die Dichtungsflächen intakt bleiben.

Bei Niederschraub-Auslaufhähnen mit Gummischeibe wird durch zu festes Zudrehen die Gummischeibe leicht zerschnitten und der Hahn bald undicht. Auch das Öffnen und Schließen eines Haupthahnes muß mit Vorsicht geschehen, denn bei $^1/_4$ Umdrehung tritt derselbe schon vom geschlossenen in den geöffneten Zustand und zweckmäßig ist es, sich ab und zu zu überzeugen, ob der Hahn gut funktioniert, d. h. sich ohne Anstrengung drehen läßt.

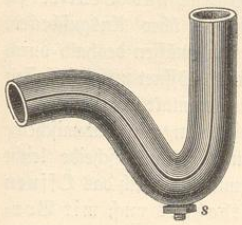
I. Küchenausläſſe.

Auf Tafel 61 ist in Fig. 1 die Anordnung eines Küchenauslasses im Zusammenhange dargestellt. Der Niederschraubhahn ist hier mit gewöhnlicher Verschraubung versehen und in der oben beschriebenen Art in das Bleirohr eingelötet. Im Durchschnitt des Mauerwerkes ist das eingesenkte Bleirohr ersichtlich, welches durch in die Mauerfugen eingeschlagene Rohrhaken festgehalten wird. Unterhalb des Zapfhahnes ist das Ausgußbecken derart angebracht, daß ersterer etwa 1,1 m über der Erde und letzteres sich 35 bis 40 cm tiefer befindet, damit es möglich wird, einen Eimer bequem unter die Ausflußöffnung zu bringen und denselben zu füllen. — Derartige Ausgußbecken können von Stein, Porzellan oder Gußeisen hergestellt werden. Steinerne Becken sind nicht geruchfrei, Porzellan ist zu zerbrechlich: man wendet daher fast ausnahmslos emailliertes Gußeisen dazu an. Ein solches Becken für Küchenbenutzung in der gewöhnlichen Anordnung stellt Fig. 1 dar. Es besteht aus der emaillierten Schale mit Rückwand r, welche das Bespritzen der Wand verhindert, und aus dem sogenannten Abflußrohr u, durch welches die unreinen Verbrauchswässer abfließen. Um die letzteren schnell abführen zu können, müssen die Röhren wenigstens 50 mm Weite erhalten; auch ist das Eindringen von Sand und Küchenabfällen in die Rohre sorgfältig dadurch zu verhindern, daß auf dem Boden des Beckens ein festes Sieb angebracht ist.

Zur Abhaltung der aus den Abflußröhren aufsteigenden übelriechenden Gase ist ein sogenannter „Geruchver-

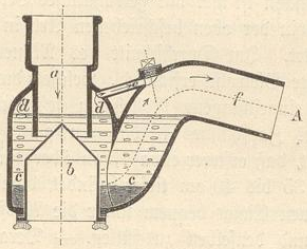
schluß“ anzubringen, den man am einfachsten dadurch erhält, daß man das Rohr syphonähnlich biegt, wie Tafel 61, Fig. 1 u. 2 im Durchschnitt und untenstehende Fig. 24 in der Ansicht zeigt. Der Syphon oder Trape ist dann stets mit Wasser gefüllt, wodurch das Austreten von Gasen in den Küchenraum gehindert wird. Eine kleine Reinigungsschraube s an dem unteren Ende des Syphons muß zuweilen gelöst werden, wenn Sand oder andere ungehörige Sinkstoffe sich an dieser Stelle angesammelt haben. Übrigens ist der Trape am Stutzen des gußeisernen Ausgußbeckens mit einer Beinschelle befestigt und in der Muffe des Abfallrohres mit Hanf und Mennigkitt eingedichtet (Tafel 61, Fig. 1.)

Fig. 24.



Budde & Göhde, Berlin S., liefern einen durch Reichspatent Nr. 62221 geschützten Geruchverschluß für Ausgußbecken, Waschbecken und dergleichen. Hier ist unter der ins Wasser eintauchenden Einströmungsöffnung a (Fig. 24a) ein kegelförmiger Körper b so angebracht, daß die aus den Sinkstoffen c c aufsteigenden übelriechenden

Fig. 24a.

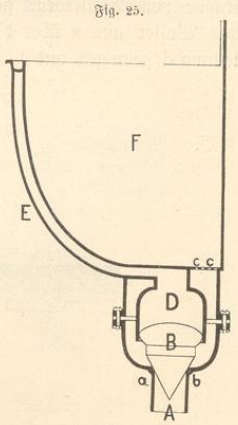


Gase sich beim Aufsteigen neben dem Eintrittsstutzen sammeln, aus d nach f geleitet und so gehindert werden, durch das Ausgußbecken zu entweichen. Diese Geruchverschlüsse werden aus Gußeisen, innen emailliert, geliefert.

Auch der Patentgeruchverschluß von **E. Abicht** in Berlin, welchen Fig. 25 im Durchschnitt darstellt, ist empfehlenswert. Hierbei ist zwischen Ausgußbecken F und Abflußröhre A ein Ventilgehäuse angebracht, in welchem sich ein frei schwebendes Kegelventil B von Messingblech befindet, das bei a b seinen Sitz hat. Über dem Ventil sitzt die Glocke D fest an dem nicht durchbrochenen Boden des Beckens und steht mittels eines Röhrchens E in Verbindung mit dem Küchenraume. Sobald nun Wasser durch die Öffnungen c c im Boden des Beckens abströmt, wirkt der Wasserdruck nur auf dessen Unterfläche und — solange der Druck größer ist als das Gewicht des Ventiles — wird Wasser abfließen. Ist der Wasserdruck dagegen geringer als das Ventilgewicht, so fällt der Kegel sofort herab und schließt die Öffnung der Abflußröhre hermetisch, auch wenn alles Wasser im Ventilgehäuse verdampft sein sollte.

Das Abflußrohr muß sorgfältig gegen die Einwirkung von Frost geschützt werden; es ist daher ratsam, dasselbe ebenso wie die Zuflußleitung durch erwärmte Lokalitäten zu führen; wo dies nicht angänglich ist, umwickelt man dasselbe mit Filz und bekleidet es mit Holz.[1]) Scharfe Biegungen sind zu vermeiden und das Rohr möglichst vertikal hinabzuführen; seitliche Einmündungen aber sollten wenigstens in einem Winkel von 45° einlaufen. — Die Querschnitte der Abfallröhren wähle man möglichst reichlich, d. h. für Küchenausläsſe nicht unter 50 mm, weil bei engen Rohren leicht Verstopfung eintritt. Wenn das Abflußrohr vom obersten Ausguß eines Hauses vertikal abfällt, genügt dieser Querschnitt von 50 mm auch noch für mehrere übereinanderliegende Küchen. Die unteren Einmündungen müssen dann aber mit „Etagenbögen“ geschehen.

Fig. 25.



An ihrem unteren Ende erhalten die Abfallröhren ein Knie, durch welches die Verbrauchswässer in die anschließende Hauswasserableitung (Grundleitung) eintreten können (vergl. Tafel 63 bei b b); am oberen Ende werden dieselben entweder an ein russisches Rohr angeschlossen oder mittels Dunstrohr aus Zinkblech a a über die Dachfläche hinausgeführt und das Dunstrohr mit Kappe versehen.

II. Waschvorrichtungen.

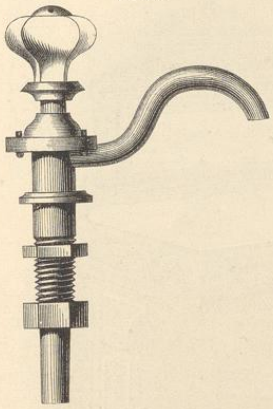
Die große Bequemlichkeit, welche die Einführung des Wassers in Küchen und sonstige Nebenräume der verschiedenen Wohngeschosse mit sich führt, wird noch erhöht durch Anlage von Waschtoiletten mit Wasserzuführung für die Schlaf- und Wohnzimmer. In Bureaus und Comptoirs pflegt man die Einrichtung derart zu treffen, daß ein 15 mm weites Rohr in die Wand eingelassen

1) Die Bewickelung hat auch noch den Zweck, das Herabrieseln von Schwitzwasser an den kalten Rohrwandungen zu verhindern.

wird und — wie bei den Küchenausläſſen — ein Niederschraubhahn den Waſſerſtrahl in das Porzellanwaſchbecken ergießt. — Der Waſſerabfluß erfolgt durch ein Abflußrohr der Entwäſſerungsanlage.

Auf Tafel 62, Fig. 2, iſt der Durchſchnitt einer Waſchtoilette mit Waſſerzuleitung für eine Schlafzimmer-Einrichtung dargeſtellt, wie ſie für Familiengebrauch ſich empfiehlt. — Im Äußern weicht das Möbel nicht von der gewöhnlichen Form der Toiletten mit Marmoraufſatz ab, jedoch iſt das Waſchbecken feſt mit der Platte verbunden. Über dem Waſchbecken bei a ſteht ein Porzellan- oder Glasknopf aus der Rückwand der Toilette vor, welcher den Schlüſſel eines unter der Roſette befindlichen Niederſchraubhahnes bildet. — Sobald der Hahn geöffnet wird, kann das Waſſer vordringen, aber nur bis zum Schwenkhahn b, welcher den Ausfluß ſo lange verhindert, bis der drehbare Arm über die Mitte des Beckens gebracht iſt. Der Schwenkhahn iſt mit einer kleinen Brauſe verſehen, weil ein gebundener, 15 mm ſtarker Waſſerſtrahl die Platte der Toilette ſtark beſpritzen würde.

Fig. 26.

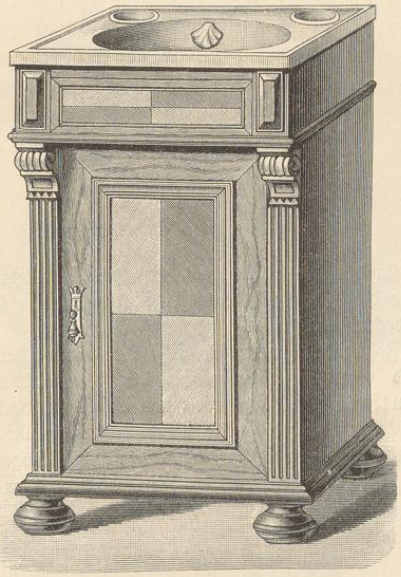


Bei einfacherer Anordnung kommt ſtatt des Toilettenbrauſehahnes ein ſogenannter Toiletten-„Schwanenhals“ (Fig. 26) zur Anwendung; dieſer letztere iſt nicht beweglich und ergießt das Waſſer in einem kurzen, gebundenen Strahle in das dicht darunter befindliche Becken aus Porzellan, an deſſen Boden ein Ventilſitz angekittet und das Ventil c an einem Kettchen angehängt iſt, das an der Marmorplatte Befeſtigung findet. Hebt man dies Ventil aus, ſo fließt das Waſſer durch die Röhre i in den Geruchverſchluß g und von hier durch das 50 mm weite Bleirohr f in das zugehörige Ausflußrohr. Am unteren Teile des Geruchverſchluſſes iſt wiederum eine Reinigungsſchraube angebracht. — Der Geruchverſchluß g iſt nicht zu entbehren, wenn man das Austreten übelriechender Gaſe aus den Abfallrohren in die Zimmer verhindern will. Auf Tafel 63 ſind die Geruchverſchlüſſe der Toilette mit zwei Waſchbecken durch punktierte Linien dargeſtellt.

Das Überlaufen des Beckens wird verhindert durch eine ſiebartige Öffnung d (Tafel 61, Fig. 2), an deren äußere Stutzen ein Bleirohr e anſchließt, welches mit dem Geruchverſchluß g in Verbindung ſteht und dadurch auch mit dem Abflußrohr f kommuniziert.

Neuerdings bedient man ſich bei Anlage ſtändiger Waſchvorrichtungen beſchränkteren Maßſtabes, ſo für Bureauräume, Comptoire u. ſ. w. ſtatt der Marmoreinſätze ſolcher von engliſcher Fayence. Das runde oder ovale Waſchbecken iſt plattenähnlich erweitert, mit ſeitlichen Vertiefungen für Toilettenbedarf, auch mit Abflußventil und Geruchverſchluß verſehen. Nach Wunſch erhält der Fayenceeinſatz auch Rück- und Seitenwände, ähnlich den Marmoreinſätzen. Das Holzgehäuſe wird von Nußbaum oder Mahagony poliert hergeſtellt, wie Fig. 27 darſtellt. Die Maße einer ſolchen Waſchtoilette ſind: Höhe 80 cm, Breite 44 cm, Tiefe 44 cm.

Fig. 27.

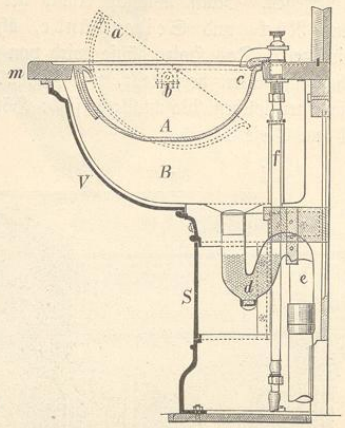


Alle Waſchbecken, welche mittels eines Bodenventiles entleert werden, ſetzen — wegen des langſamen Waſſerabfluſſes — leicht Schmutz an. Dieſer Übelſtand wird durch Kippbecken, welche das Schmutzwaſſer ſchnell, ſo zu ſagen „mit einem Schlage“, abführen, verhindert; auch iſt die Schnelligkeit der Entleerung bei der Benutzung angenehm.

Das Kippbecken A, Fig. 28, iſt von Porzellan hergeſtellt und um die Achſe b drehbar; mittels der Handhabe a läßt es ſich in die punktierte Lage bringen und bewegt ſich beim Rückgange bis an das Ausflußrohr des Zapfhahnes, wo (bei c) ein Gummipolſter untergebracht iſt. Das untere Becken (der Container) nimmt das

aus dem Kippbecken ausgeschüttete Wasser auf und leitet dasselbe durch eine Bodensenkung in den Wasserverschluß d und die Abflußleitung e. Die Zuflußleitung f wird durch den Niederschraubhahn abgeschlossen. — Alle diese Teile sind jedoch durch den architektonischen Unterbau — der Waschtoilette — dem Auge entzogen. Letzterer ist als kannellierte Säule (aus Gußeisen) hergestellt. Auf

Fig. 28.



dem Kapitäl der Säule ruht eine polierte Metallschale, welche die Marmorplatte trägt, innerhalb deren sich das Kippbecken bewegt.

Zahlreiche Waschbecken dieser Art sind von der Firma **David Grove** in Berlin für den Centralbahnhof Frankfurt a. M. konstruiert und aufgestellt worden.

Es würde die Zwecke dieses Lehrbuches bei weitem überschreiten, wenn die Versuche zur praktischen Ausgestaltung von Waschvorrichtungen für die Zwecke des modernen

Fig. 29.



Wohn- und Geschäftshauses hier annähernd gewürdigt werden sollten. Vielfach werden die mit respektive ohne Rück- und Seitenwand versehenen Waschbecken von englischer Fayence nur auf einen schmiedeeisernen, in der Wand befestigten Rahmen, der von zierlich gestalteten Konsolen aus Guß- oder Schmiedeeisen getragen wird, gelagert. Hierbei ist das Fayencebecken von allen Seiten sichtbar, die Abflußventile u. s. w. sind stets zugänglich und unbeschadet einer starken Nutzung des Beckens ist große Sauberkeit der Anlage gewährleistet. Dies wird namentlich begünstigt durch ein Wandpaneel aus glatten oder gemalten holländischen Kacheln.

Für Privat-Comptoire, Toilettezimmer, elegant eingerichtete Waschräume auf den Bahnhöfen der großen Verkehrscentren u. s. w. wird neuerdings ein großer Luxus bei Einrichtung derartiger Anlagen getroffen: insbesondere kommen vernickelte Zuflußhähne für kaltes und warmes[1]) Wasser, vernickelte Abflußgarnituren, gemalte Fayencebecken, konsolähnliche Untersätze zum Tragen der hölzernen Beckenverkleidung, Wandbekleidungen

Fig. 30.



aus Delfter Porzellan in reichgegliedertem Metallrahmen (Fig. 30) und darüber geschnitzte Spiegelaufsätze zur Verwendung. Der Leser findet eine reiche Auswahl derartiger Musteranlagen in dem Prospekt der Sanitas-

1) Zur Abgabe von kaltem und heißem Wasser empfehlen sich Mischhähne von Georg Tyson in Baltimore, D. R.-P. Nr. 96598 vom 26. Januar 1897. Vergl. Centralblatt der Bauverwaltung vom 8. Februar 1899.

gesellschaft in Hamburg. Vergleiche auch das illustrierte Preisverzeichnis von David Grove, Generalvertreter von George Jennings in London.

In Krankenhäusern, Irrenanstalten, Gefängnissen u. s. w. verlangt das Bedürfnis die Herrichtung besonderer Waschzimmer mit einer größeren Anzahl von Waschbecken. Im I. und II. Gefängnis der Strafanstalt zu Plötzensee bei Berlin sind solche für je 20 Becken eingerichtet.[1]) — Fig. 31 und 32 geben einen Teil der Ansicht und den Grundriß solcher Anordnung. Der Fußboden des Raumes ist etwas geneigt und mit Asphalt überzogen, auch an den Wänden mit hohen Asphaltleisten versehen. Das nach dem Fußboden gelangende Wasser sammelt sich in zwei vertieften, mit durchbrochenen eisernen Platten versehenen kleinen Behältern und fließt von dort

Fig. 31.

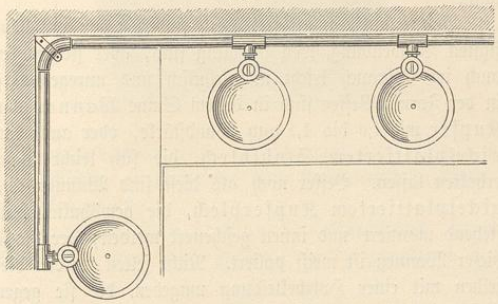
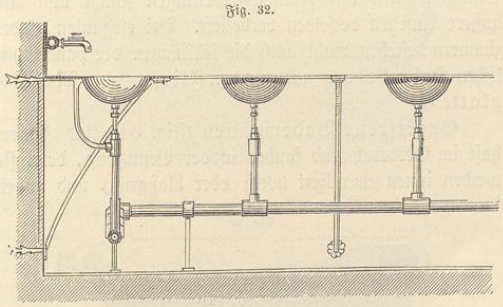


Fig. 32.



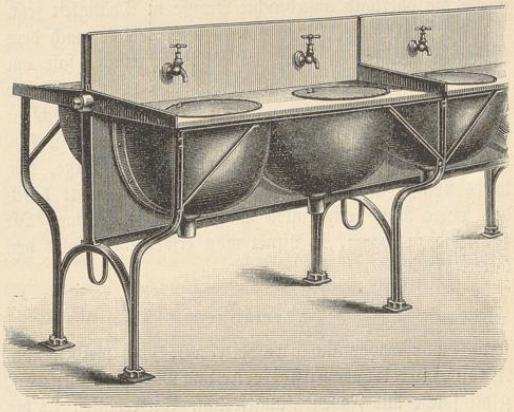
nach den vertikalen Abfallröhren ab. Alle Rohrleitungen liegen frei und sind daher für Reparaturen leicht zugänglich.

Die Platten der Waschtische bestehen aus Schiefer, sind 3 cm stark, 46 cm breit und werden durch schmiedeeiserne Konsolen getragen. Die Waschbecken aus emailliertem Gußeisen haben 0,26 m lichte Weite. Das oberhalb der Schieferplatten an der Wand befestigte Zuflußrohr hat 25 mm, das Ausflußrohr 50 mm Weite, es ist mit starkem Gefälle verlegt und in die genannten Abflußbehälter eingeleitet.

In der Irrenheilanstalt zu Düren[1]) (Rheinprovinz) hat man sich für die Waschzimmer der Kippbecken bedient, die um Zapfen drehbar, in einer mit Blei ausgeschlagenen Rinne angebracht und ebenfalls in eine starke Schieferplatte eingelassen sind. Das Füllen der Becken wird durch Öffnen des Haupthahnes, also gleichzeitig bewirkt; überflüssiges Wasser gelangt durch den Ausgußschnabel des Beckens in die Rinne. Vom tiefsten Punkt der Waschtischrinne geht ein 50 mm weites schmiedeeisernes Rohr zu einem Glockenverschluß, der im asphaltierten Fußboden eingelassen ist und mit der Grundleitung in Verbindung steht.

Für militärische Unterrichtsanstalten, Seminare, Fabriken u. s. w. werden die Wascheinrichtungen auch doppelseitig, wie in Fig. 33 und für eine beliebige Zahl Becken hergerichtet. Diese Waschtische, welche ausschließlich nur von Eisen hergestellt werden, bestehen aus weiß emaillierten Gußtischplatten mit dergleichen Rückwänden

Fig. 33.



aus Schmiedeeisen. In die Platten sind Kippbecken eingelassen, welche ihren Inhalt in emaillierte Unterbecken entleeren. Auch ist in jeder Abteilung der Tischplatte ein Seifennapf vorhanden. Über jedem Becken ist ein Ventilzapfhahn mit Knebelgriff angebracht, welcher an eine gemeinschaftliche Zuleitung angeschlossen wird. Ebenso werden die Unterbecken nach einer gemeinschaftlichen Ableitung entleert, welche in dem schmiedeeisernen Tischgestelle, und zwar in den dafür bestimmten Hängeeisen zu lagern ist.

1) „Zeitschrift für Bauwesen", Jahrgang 1878, S. 157.

1) „Rohrleger", Jahrg. 1879, S. 138.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 9.

III. Badeeinrichtungen.

Zur Anlage eines Badezimmers ist nicht jeder Raum geeignet. Zunächst soll derselbe möglichst zwischen geheizten Zimmern liegen, damit die Wasserröhren nicht der Einwirkung des Frostes ausgesetzt sind, da selbst Umhüllung der Röhren gegen das Einfrieren nicht schützt. Ein weiterer Übelstand würde der sein, daß sich die warmen Wasserdämpfe bei Bereitung des Bades an den kalten Wänden niederschlagen und herabrinnen. Am passendsten liegt das Badezimmer nahe den Schlafzimmern, wobei man häufig einen gemeinschaftlichen Wasserzuleitungsstrang für Klosett und Bad benutzen, auch die Abführung des Badewassers nach dem Abflußrohre des Klosetts bewirken kann.

Auf Tafel 62 ist die Anordnung einer Badeeinrichtung im Zusammenhang dargestellt.[1] Das 20 mm weite Zuleitungsrohr geht zunächst nach den über der Badewanne angebrachten drei Durchlaßhähnen, von denen der erste das kalte Wasser direkt in die Wanne leitet, der zweite die oberhalb angebrachte Brause in Thätigkeit setzt, und der dritte die Abzweigung öffnet, welche nach dem kupfernen Wasserofen führt. Dies Rohr mündet fast am Boden des geschlossenen Cylinders, um das kalte Wasser der Wärmequelle möglichst nahe zu bringen. Vom höchsten Punkte des Ofens führt (mittels Verschraubung) ein Abflußrohr nach der Badewanne, und in dem Maße, wie kaltes Wasser in den unteren Teil zuströmt, tritt durch das obere Rohr erwärmtes Wasser in die Wanne. Ist das Bad zu warm, so öffnet man erforderlichenfalls den kalten Hahn.[2]

Badewannen

fertigt man gewöhnlich aus Zink an, doch werden auch innen emaillierte gußeiserne und Marmorwannen, selbst solche aus Fayence, angefertigt. Sie erhalten 1,5 bis 1,7 m Länge bei 0,50 m unterer und 0,60 m oberer Breite und haben, wenn sie aus Zink hergestellt sind, einen umgelegten Bord. — Der Boden der Wanne ist hohl; das Durchbiegen verhindert eine Holzeinlage. Am Fußende der Wanne befindet sich das Ablaßventil; es hängt an einem Kettchen und mündet nach unten in einen trichterförmigen Stutzen.

1) Vergl. auch Taf. 63.

2) Die Einströmung des kalten und warmen Wassers bringt man dicht über dem Boden der Badewanne an und sorgt dafür, daß beim Einfüllen immer etwas kaltes Wasser, etwa 8 cm hoch, den Boden bedeckt, damit sich das Badezimmer beim Einströmen des heißen Wassers nicht mit Dämpfen füllt.

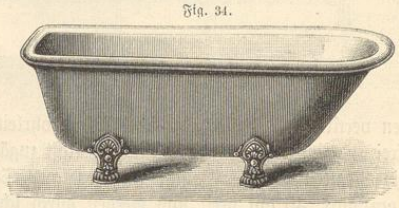
Zur Verbindung des letzteren mit dem Abfallrohr bedient man sich eines 50 mm weiten Bleirohres, weil diese Leitung meist in der Zwischendecke entlang geführt werden muß. Auch ein Geruchverschluß ist in diesem Falle nicht zu entbehren, damit das Austreten von Gasen aus der Abflußleitung verhindert werde. — Bleirohr und vertikales Abfallrohr werden mittels Hanf und Mennigkitt verbunden und das letztere nach obenhin durch Aufsetzen eines Dunstrohres entlüftet, nach unten hin wird dasselbe an die Grundleitung angeschlossen.

Wie bei den Waschtoiletten, so ist auch hier Vorsorge zu treffen, daß das in der Wanne über den normalen Stand steigende Wasser ablaufen könne. Zu dem Ende ist in angemessener Höhe ein Sieb angebracht, durch welches das Wasser zwischen die doppelte Wandung eintreten und in den vorerwähnten Ausflußstutzen gelangen kann.

Badewannen aus Zinkblech finden zwar am häufigsten Verwendung, weil sie billig sind, aber sie werden auch im Gebrauch leicht unansehnlich und unregelmäßig in der Form. Besser sind in diesem Sinne Wannen von Kupfer mit 1,0 bis 1,2 mm Wandstärke, oder auch von nickelplattiertem Stahlblech, die sich leicht blank erhalten lassen. Besser noch als diese sind Wannen aus nickelplattiertem Kupferblech, die gewöhnlich freistehend montiert und innen gescheuert werden; der Rand dieser Wannen ist meist poliert. Nicht selten werden dieselben mit einer Holzbekleidung umgeben, die sie gegen Beschädigungen und Formveränderungen schützt und das äußere Ansehen derselben verbessert. Bei eleganten Badezimmern bestehen wohl auch die Füllungen der paneelähnlichen Holzbekleidung aus bunten Fliesen oder Mosaikplatten.

Gußeiserne Badewannen (Fig. 34) sind dauerhaft im Gebrauch und sauber in der Benutzung, denn sie werden innen emailliert (weiß oder blaßgrün) und außen

Fig. 34.



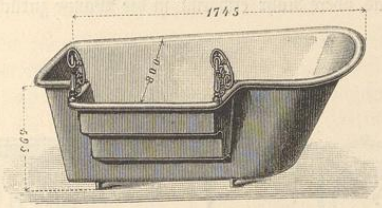
gestrichen, doch ist es bekannt, daß auch die Emaille im Laufe der Jahre abspringt. In der Form unterscheiden sich dieselben wenig von den oben besprochenen Wannen aus Zinkblech, ihre Anschaffung kostet jedoch mehr als doppelt so viel und wenn von den gangbaren Modellen abgewichen werden muß, ist der Preis hoch.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gußeiserne Wannen mit zwei Trittstufen und niedrigem Handgeländer zum Einlassen in den Fußboden geeignet (Fig. 35), liefert die Armaturenfabrik-Aktiengesellschaft vormals J. A. Hilpert, Wien und Budapest. Der hohe Preis von 130 Gulden dürfte deren Anschaffung erschweren.

Gemauerte Wannen erhalten eine Auskleidung, zu welcher man Kacheln, bunt glasierte Fliesen oder Marmorplatten verwendet; eine solche Anordnung ist jedoch nur da am Platze, wo die Wanne auf regelrechtem Fundament oder auf einem Gewölbe steht. Wegen der starken Wandung der gemauerten Wannen ist das Einsteigen in dieselben

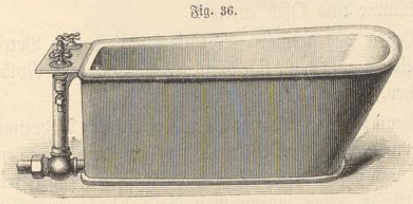
Fig. 35.



erschwert und pflegt man sie daher ganz oder teilweise in den Fußboden zu versenken, auch wohl durch Trittstufen zugänglich zu machen.

Englische Fayencewannen bestehen aus einem Stück, sind innen weiß glasiert, werden gewöhnlich auf

Fig. 36.



Holzuntersatz gestellt und zeichnen sich durch große Sauberkeit und Solidität aus. Sie sind daher besonders für öffentliche Anstalten geignet.

Die Preise stellen sich in Deutschland für innen glasierte Wannen mit glasiertem Wulstrand, 1,70 m lang, 0,60 m breit, 0,50 m tief, einschließlich Abflußventil auf . . . . . 315 Mark,

dagegen kosten gußeiserne Wannen mit Überlauf- und Ablaufventil nur . . . . . 150 Mark,

Zinkwannen, innen poliert, mit Wulstrand, komplett, stellen sich auf . . . . . 60 Mark.

Marmorwannen aus einem Block bieten zwar Gelegenheit zur Entfaltung einer gediegenen Eleganz, die sich mit Luxus paart, aber in praktischer Beziehung sind ihnen die Fayencewannen überlegen. Auch der Preis der Marmorwannen beschränkt deren Anwendung, da sie fast doppelt so teuer als englische Fayencewannen sind.

Steinerne Wannen, die durch heißes Wasser nur schwer erwärmt werden, würden nur da zu empfehlen sein, wo sie fortwährend in Benutzung bleiben.

Holzwannen widerstehen vortrefflich der Einwirkung von Salzen und Säuren und eignen sich daher — auch schon in Rücksicht ihres niedrigen Preises — zur Verwendung in der Balneo-Therapie; allerdings werden dieselben leicht undicht und sind auch schwieriger sauber zu halten als Metall- und Fayencewannen.

Badeöfen.

Dieselben dienen zur gleichzeitigen Erwärmung des Badezimmers und des Badewassers. Bei älteren Anlagen bestehen die Wandungen aus Kacheln (vergl. Tafel 63) und zum Erwärmen des Wassers dient eine sogenannte Wasserblase aus Kupfer. Unter der Blase, die bei 0,30 cm Durchmesser 0,90 bis 1,0 respektive 1,20 m Höhe hat, befindet sich die Feuerung, und die Verbrennungsprodukte ziehen in steigenden Zügen auf und nieder, ihre Wärme an dieselben abgebend. Allerdings wird die Blase durch die Feuergase nur „von außen“ bestrichen, weshalb die Erwärmung sehr langsam von statten geht.

Vor Beginn der Heizung hat man sich zu überzeugen, ob die Blase ganz gefüllt ist, was dadurch geschieht, daß man den Hahn des Verbindungsrohres öffnet, wobei der Wasserdruck etwas Wasser in die Wanne treibt. — Ist nämlich die Blase (infolge Verdampfens) zum Teil leer, so würde — wenn ein Luftventil fehlt — dieselbe vom äußeren Luftdruck zusammengedrückt werden.

Außer den Badeöfen mit Kachelmantel sind auch solche von Gußeisen in Gebrauch. Weil aber die Verbrennungsprodukte die Wasserblase von außen umspülen, haben diese Öfen den Übelstand, daß das Zimmer in kurzer Zeit übermäßig heiß wird, und zwar ehe das Wasser die richtige Badetemperatur erlangt hat.

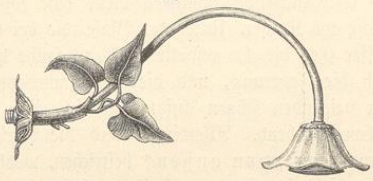
Öfen, welche die Vorteile der erstgenannten verbinden, konstruiert man wie die Cylinderöfen für Wasserheizung ganz aus Kupfer oder Eisenblech (Tafel 62). Im Sockel befindet sich Einfeuerung und Aschenfall. Der Brennraum ist mit Chamotte ausgefüttert und die Verbrennungsprodukte ziehen in dem mittleren vertikalen Rauchrohre nach dem Schornstein ab. Solche Öfen sind jetzt fast überall in Gebrauch, denn sie erwärmen im Winter das Badezimmer ausreichend, und im Sommer kann man das erwärmte Wasser, sobald es die richtige Badetemperatur erlangt hat, in die Wanne ablassen; da an dessen

Stelle kaltes Wasser in den Cylinder eintritt, hört die Einwirkung des Ofens auf die Lufttemperatur sofort auf. Die vom Wasser verdrängte Luft und etwaige Dämpfe ziehen durch ein Sicherheitsrohr ab.

Die Brause wird über der Badewanne und in 2,2 m Abstand vom Fußboden derselben in beliebig reicher Anordnung angebracht. Der Brausearm besteht aus Messingrohr und wird mit seinem hinteren Ende in eine Wandscheibe eingeschraubt; am vorderen Ende trägt er die glockenförmige, ebenfalls angeschraubte Brause von Kupfer oder Messingblech, mit durchlöcherter Platte, aus welcher beim Öffnen des Hahnes der Wasserstrahl fein zerstäubt austritt. Die Platte soll nur so groß gewählt werden, daß die Wasserstrahlen sich nicht über den Rand der Wanne verbreiten können.

Fig. 36ª stellt einen Messingbrausearm mit Wandscheibe und getriebenen Blattverzierungen dar. Die Messing-

Fig. 36a.



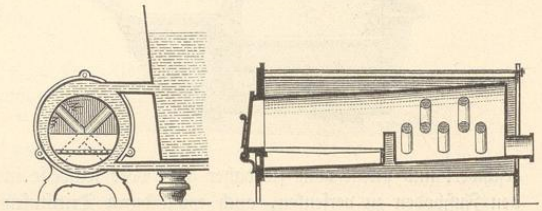
brause wird durch das Blattwerk einer Calla aus emaillierter Bronze verdeckt.

Der Badeofen mit Ventilation von **C. Kneipp** in Berlin hat eine Ummantelung, welche bestimmt ist, die strahlende Wärme durch ein Abzugsrohr zwischen Ofen und Mantel abzuführen, während dieselbe im Winter durch Schieberstellung zur Erwärmung des Baderaumes benutzt werden kann. Direkter Druck aus der Leitung ist bei der Konstruktion vermieden, statt dessen befindet sich über dem Ofen ein Reservoir mit Schwimmkugelhahn zur Regulierung des Wasserzuflusses. — Die Hähne zum Einleiten des Wassers sind direkt an der Badewanne angebracht: die Anlage empfiehlt sich für Mietswohnungen, da die Badeeinrichtung wie ein anderes Möbel fortgeschafft werden kann, um sie in einer neuen Wohnung aufzustellen.

Wo weder eine Hauswasserleitung, noch ein Wasserreservoir, auch kein Badezimmer vorhanden ist, verwendet man wohl zur Herstellung warmer Bäder sogenannte Cirkulationsbadeöfen, welche nach dem Prinzip der Warmwasserheizöfen konstruiert sind.[1]) Dieselben beanspruchen nur wenig Raum.

Eine solche Heizanlage stellen die Fig. 37 u. 38 dar. Der mit Rost und Feuerbrücke versehene Ofen hat hier die Form eines liegenden Cylinders;[2]) der obere Wasserraum im Kessel ist mit dem unteren durch fünf Siederöhren verbunden, wodurch eine wirksame Heizfläche geschaffen wird. Die Erwärmung des Badewassers geschieht in kurzer Zeit, da der Badeofen mit der Wanne durch zwei kurze horizontale Röhren in Verbindung steht, von denen die eine mit dem unteren, die andere mit dem oberen Wasserraum des Kessels kommuniziert. Sobald die Badewanne mit kaltem Wasser hinreichend gefüllt ist, ist auch der Badeofen voll, da Abschlußventile zwischen Ofen und Wanne nicht vorhanden sind. Entzündet man nun das Feuer auf dem Rost des Ofens, so wird nach kurzer Zeit das Wasser derart cirkulieren, daß in der unteren Röhre das kältere Wasser in den Ofen ein- und durch das obere Rohr erwärmt in die Wanne zurückströmt.

Fig. 37 u. 38.



Sobald die gewünschte Badetemperatur erreicht ist, wird das Feuer gelöscht. Sind Ventile vorhanden, so kann man durch diese die Cirkulation hemmen. Nach dem Baden wird Wanne und Ofen entleert.

Wegen der geringen Regulierfähigkeit und Betriebssicherheit ist eine derartige Einrichtung nur als Notbehelf anzusehen.

Wenn Kachelöfen zur Erwärmung des Badezimmers benutzt werden, so versieht man dieselben, wie oben bemerkt wurde, mit einem cylindrischen, meist stehenden, kesselähnlichen Gefäß, einer sogenannten Badeblase aus Kupfer.

Nicht selten werden solche Blasen in Kochherde eingesetzt, um Wasser zum Baden und Waschen erwärmen zu können, was sich indessen nur da empfiehlt, wo starker Bedarf an heißem Wasser vorhanden ist.

Zu gleichem Zweck verwendet man auch sogenannte Heizschlangen, welche aus schmiedeeisernen, gezogenen, 32 mm weiten Röhren, sogenannten Perkinsröhren, in schraubenförmigen Windungen gebogen und um die Feuerung eines großen Küchenherdes gelegt werden.[1]) Vom höchsten Punkte der Schlange steigt das Rohr empor und wird auf kurzem Wege nach dem im Badezimmer oberhalb der Wanne aufgestellten Warmwasserreservoir

1) Vergl. Abschnitt I, Kap. 6, § 52.

2) Doch werden sie auch vielfach als stehende Cylinder mit Absperrhahn konstruiert.

1) Vergl. Einrichtung des Küchenherdes im Palais Thiele-Winkler, Abschnitt I, Kap. 8, § 94.

geführt und in dasselbe eingeleitet, während das abgekühlte Wasser nach dem unteren Ende der Spirale zurückströmt und dadurch Cirkulation hervorruft. Gewöhnlich wird das erwärmte Badewasser durch ein besonderes Fallrohr aus dem Reservoir entnommen, während das kalte Wasser durch einen Schwimmkugelhahn eintritt.

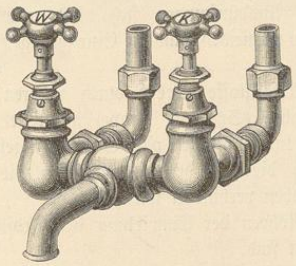
In neuerer Zeit werden auch Badeöfen mit Gasheizung zur Erwärmung der Badezimmer und des Badewassers benutzt; dieselben erfreuen sich wegen ihres schnellen Funktionierens und ihrer bequemen Handhabung einer steigenden Beliebtheit und sollen im Zusammenhange mit den Gasheizanlagen besprochen werden.

Badehahn-Garnituren.

Die zur Montage einer Badeeinrichtung erforderliche Hahnverbindung wird in der Regel Badegarnitur oder Badehahn-Garnitur genannt. Der Handlichkeit wegen werden die Hähne möglichst zu einem Stück vereinigt. Je nach den an die Einrichtung gestellten Forderungen werden dieselben einfacher oder komplicierter gestaltet.

Der einfachste Fall ist der, wo eine Leitung für warmes und auch für kaltes Wasser vorhanden ist. Dieser

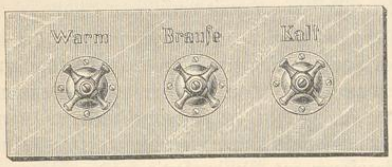
Fig. 39.



Fall kommt aber nur in Häusern mit einer ausgedehnten Warmwasserheizungsanlage — insbesondere in öffentlichen Badeanstalten — vor. Jede der beiden Leitungen ist mit einem einfachen Ventilhahn beziehungsweise mit zwei Hähnen versehen, die eine gemeinschaftliche Tülle bilden. Diese Konstruktion stellt Fig. 39 dar.

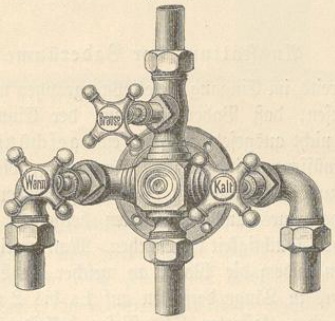
In Mietshäusern wählt man dagegen eine Anordnung, wie sie auf Tafel 62 dargestellt ist. Die Zuleitung speist hier drei Hähne. Der mit K bezeichnete Hahn führt unmittelbar zur Wanne, der zweite zur Brause, der dritte zum Ofen, aus welchem beim Öffnen des Hahnes das warme Wasser unterhalb in die Wanne eintritt. Je nachdem freie oder verdeckte Lage dieser Hähne verlangt wird, wird die Anordnung verschieden ausfallen. Man giebt jedoch neuerdings der freien Lage den Vorzug, weil sie sich als zweckmäßiger bewährt. Wo eine elegante Ausstattung verlangt wird, da sind die Hähne nach Fig. 40 auf ein Marmorschild mit vergoldeter Schrift montiert, wie solches auf Tafel 62 angedeutet ist.

Fig. 40.



In Fig. 41 ist eine freiliegende Garnitur dargestellt; dieselbe ist zweckmäßig, auch im Preise nicht zu hoch. Sie wird blank poliert aus Messing oder auch vernickelt geliefert. Die einzelnen Kreuz-Knebelgriffe sind mit den Aufschriften „Kalt“, „Warm“ und „Brause“ versehen.

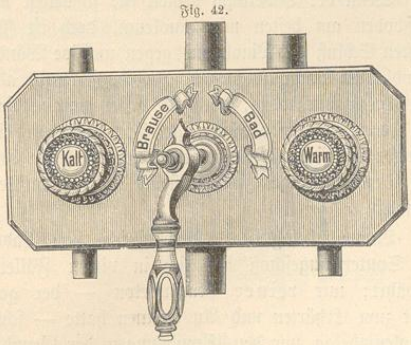
Fig. 41.



Der Preis stellt sich für blank Messing auf 35 Mark, vernickelt auf 40 Mark.

Wird eine Badehahn-Mischgarnitur für kalte und temperierte Brause verlangt, dann läßt man den

Fig. 42.



obersten Hahn (in Fig. 41) fort. Der Mischhahn ist so konstruiert, daß nie heißes Wasser allein ausströmen kann,

daß vielmehr immer ein bestimmtes Quantum kaltes Wasser zutritt, so daß Verbrühungen ausgeschlossen sind. Auch diese Badegarnitur wird in verschiedener Ausstattung geliefert, nämlich aus blank poliertem Messing, aus vernickeltem Messing und mit versilberter Platte.

Gewöhnlich wird die Badegarnitur mit der dazu gehörigen Brausevorrichtung an der Wand befestigt, an welcher die Wanne steht. Man hat aber auch Badewannen konstruiert, bei welchen die Garnitur direkt auf den Wulst der Wanne aufgesetzt ist. Die Brause ist sodann mit Rohr und Brausearm aus Messing fertig auf der Wanne montiert. Die Verschraubungen befinden sich dicht hinter einem imitierten Marmorschild, so daß sie jederzeit leicht zugänglich sind und bei Reparaturen die Wanne nicht abgerückt zu werden braucht.

Bei Gasbadeöfen wird der Brausearm in der Regel am Ofen befestigt und direkt von dort aus gespeist.

Ausstattung der Baderäume.

Bereits im Eingang dieses Paragraphen wurde darauf hingewiesen, daß Baderäume, um der Einwirkung des Frostes nicht ausgesetzt zu sein, eine geschützte Lage erhalten müssen. Eine weitere Forderung, die der Baumeister zu erfüllen hat, ist die, daß Fußboden und Decke des Baderaumes aus Materialien hergestellt sein sollen, welche der Feuchtigkeit widerstehen. Man erreicht dies am leichtesten, indem die Wand, an welcher die Wanne steht, mindestens in Länge derselben auf 1,5 bis 2 m Höhe mit Kacheln oder glasierten Thonfliesen bekleidet wird. Wo dies nicht angänglich ist, pflegt man die Wandflächen in ganzer Länge mit Ölfarbenanstrich zu versehen. Bei guter Lüftung des Badezimmers ist auch Kacheltapete, die einen schützenden Lackanstrich besitzt, am Platz.

Wenn der Baderaum gedielt ist, so belegt man den Fußboden am besten mit Linoleum, doch ist für einen dichten Schluß des Linoleums gegen massive Wände durch Randleisten Sorge zu tragen. Zweckmäßiger ist allerdings ein Terrazzofußboden, doch ist dabei vorausgesetzt, daß der darunterliegende Raum gewölbt oder mit einer der neueren, massiven Deckenkonstruktionen versehen ist. Statt des Terrazzobelages sind natürlich auch Thonfliesen verwendbar.

Linoleumbelag auf Betonestrich bei Baderäumen im Souterraingeschoß hat sich in vielen Fällen nicht bewährt; nur reiner Cementbeton — der genügende Zeit zum Erhärten und Austrocknen hatte — schützt den Linoleumbelag vor den Einwirkungen der Grundfeuchtigkeit.

§ 10.

IV. Anlage der Klosetts mit Wasserspülung.

Neben den Badeeinrichtungen bilden die Klosetts mit Wasserspülung ein wesentliches Förderungsmittel der Bequemlichkeit und — sofern die Grundsätze der Gesundheitslehre dabei erfüllt werden — auch der Reinlichkeit in den Wohngebäuden. Hierbei kommt es in erster Linie auf eine praktische und fehlerfreie Installation an. In zweiter Linie haben auch die Hausbewohner für gehörige Instandhaltung der Anlage Sorge zu tragen, wenn sich dieselbe als segensreich bewähren soll. Endlich ist die eminent wichtige Frage dabei zu erledigen: wie können ohne erhebliche Belästigung der Einwohner die Abfallstoffe schnell aus dem Bereich der Wohnstätten entfernt werden?

Erfahrungsmäßig ist dies sicher und bequem nur durch Herrichtung einer unterirdischen Entwässerungsanlage zu erreichen, denn die früher üblichen Abtrittsgruben infizieren den Untergrund, verschlechtern das Brunnenwasser, verpesten die Luft und beeinträchtigen demzufolge den Gesundheitszustand der in Mietshäusern eng bei einander wohnenden Menschen.

Die Abführung der Klosettwässer aus dem Bereich der Wohnungen muß schnell geschehen, damit nachteilige Ausdünstungen sich nicht entwickeln können. Um dies zu vermeiden, sind die Einrichtungen so zu treffen, daß:

a) die Abfallstoffe direkt durch Röhren mit Wasserverschluß (Syphon, Trape) abgeleitet werden und nicht in Senkgruben oder Senkkästen gelangen können,
b) durch die Art der Rohrführung die Verstopfung derselben verhindert wird;
c) die Röhren der Einwirkung des Frostes nicht ausgesetzt sind.

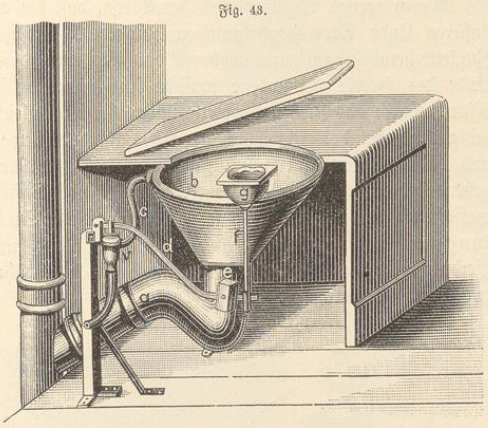
Die Verstopfung wird verhindert, wenn alle scharfen Biegungen in der Abflußleitung vermieden werden, denn gerade dort pflegen sich die Sinkstoffe gern anzusammeln. Ist die Biegung aber nicht zu vermeiden, so lege man an dieser Stelle von vornherein eine Reinigungsöffnung an. Fehlerhaft ist die Leitung auch dann, wenn die Abflußröhren auf längeren Strecken ungenügenden Fall haben. Hier wird an der Reinigungsstelle ein besonderer Wasserzufluß vorzusehen sein.

Endlich ist bei der Benutzung der Klosetts das Einschütten von unlöslichen Stoffen (Müll, Kehricht, Lumpen) sorgsam zu vermeiden und mit dem Wasserzufluß darf nicht gespart werden. In Hospitälern, Gasthöfen, Eisenbahnretiraden findet man daher Einrichtungen mit selbstthätiger oder kontinuierlicher Wasserspülung, weil hier auf den guten Willen der Besucher nicht gerechnet werden darf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Klosetts mit festem Wasserverschluß. Zur Aufnahme der Exkremente dient ein Becken oder Trichter b (Fig. 43) aus emailliertem Eisenguß oder Fayence, welches bei den gewöhnlichen Klosetts dritter Klasse mit einfachem Ansatzstutzen versehen ist. Dieser mündet in den syphonähnlichen Wasserverschluß, dessen geneigter Schenkel a in das 100 mm weite Abflußrohr mittels Muffenverbindung eingeführt ist. Um den Wasserverschluß immer gefüllt zu halten und die Spülung beim Gebrauch mühelos bewirken zu können, mündet im oberen Teil des Beckens dicht unter dem Rande der Schale ein Wasserzuflußrohr c tangential

Fig. 43.



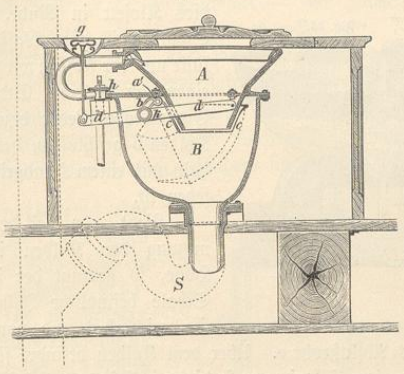
zur Beckenhöhlung ein. — Will man Wasser zuströmen lassen, so hat man den in einer Messingschale g geführten Handgriff emporzuheben, wobei seine Verlängerung über eine gekrümmte, durch das Gewicht e belastete Ventilstange greift, die sich an ihrem oberen Ende in einem Scharnier dreht. Hierbei wird das Ventil v geöffnet und das Wasser strömt durch das Rohr c in das Klosettbecken ein. Nach Loslassen des Handgriffes schließt das Gewicht e das Ventil wieder und der Wasserzufluß hört auf.

Der Preis eines derartigen Klosetts dritter Klasse mit Holzgestell und sämtlichem Zubehör beträgt 45 Mark.

Ein Übelstand der einfachen Klosetts besteht darin, daß das Austreten von Gasen aus der im unteren Teil des Beckens stehenden Flüssigkeit nicht vermieden und längeres Spülen nötig ist, ehe das Wasser im Becken wieder klar wird. Daß Papierstücken häufig darin liegen bleiben, ist auch unangenehm: trotzdem sind diese durch Fig. 43 dargestellten Klosetts immer noch stark im Gebrauch, denn sie sind billig und leicht zu montieren.

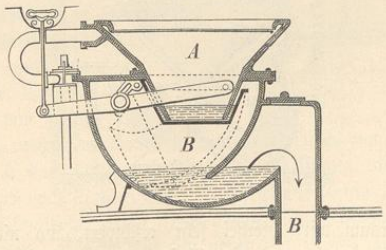
Die Unvollkommenheiten der gewöhnlichen Klosetts sind in befriedigender Weise vermieden bei der in Fig. 44 dargestellten Einrichtung eines beweglichen Wasserverschlusses. Das Klosettbecken (Cuvette) besteht hier aus Porzellan und wird durch eine aus Kupfer getriebene Schale c c, welche sich um die Achse a bewegt, verschlossen gehalten. Wenn dann bei der Benutzung durch den Griff g der Hebel d d angehoben wird, so kommt auch der auf ihm ruhende Hebel h des Klosetthahnes in Funktion und das Wasser tritt zwischen Becken und Rand in die Cuvette. — Gleichzeitig aber hebt sich auch der Stift bei k, be-

Fig. 44.



wegt sich in seiner Führung aufwärts und dreht dadurch die Schale c c nach unten, wobei dieselbe ihren Inhalt in den darunter befindlichen Klappentopf B entleert. Beim Loslassen des Griffes g kommt der Hebel durch sein Eigengewicht in seine frühere Lage und die Schale schließt das Klosettbecken. Da jedoch der Klosetthahn so lange Wasser abgiebt, bis die Schale in ihrer höchsten Stellung angelangt ist, so wird dieselbe mit Wasser angefüllt und ein ausreichender Wasserverschluß erzeugt, der das Austreten von Gasen aus dem Klappentopf in das Klosettbecken hindert. — Da der Inhalt des Beckens a auch noch den Syphon (Trape) S passieren muß, ehe er in das Abflußrohr gelangt, so ist stets ein doppelter Wasserverschluß vorhanden.

Fig. 45.

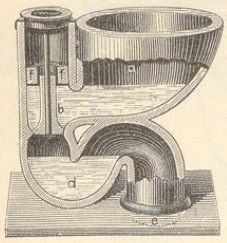


Aber die Anlage beansprucht so viel Höhe, daß man den Apparat teilweise in der Zwischendecke unterbringen muß, um die übliche Sitzhöhe nicht zu überschreiten.

Diesen Übelstand vermeidet die in Fig. 45 dargestellte Anordnung, indem der aufwärts gerichtete Teil des Syphons mit dem Klappentopf zu einem Konstruktionsteile vereinigt ist. Klosetts dieser Art mit Klappschale und Wasserverschluß stellen sich exklusive Holzgestell auf 38 Mark, das polierte Mahagonigestell allein auf 48 Mark.

Beliebt sind sodann in neuerer Zeit wegen ihrer Sicherheit die „Jennings-Klosetts". Fig. 46 zeigt dies Klosett in Ruhe. Die Schale a ist mit Wasser gefüllt und der Abfluß wird durch einen am unteren Ende mit Gummi oder Leder bezogenen Kolben b geschlossen, der oberhalb mit einem Handgriff versehen ist.

Fig. 46.

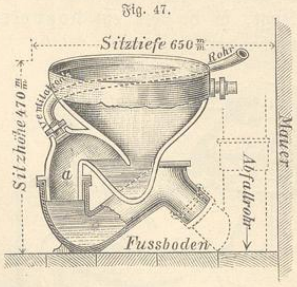


Zieht man bei der Benutzung den Kolben in die Höhe, so gelangt der in der Schale befindliche Inhalt in den darunter liegenden Wasserverschluß d und von dort in das Abflußrohr e. Über dem Kolben befindet sich ein ringförmiger Schwimmer f; dieser schließt das Ventil, durch welches das Wasser zuströmt, sobald das letztere in a eine bestimmte Höhe erreicht hat. Sobald andererseits der Kolben angezogen wird und das Wasser der Schale abfließt, sinkt der Schwimmer f und öffnet das Ventil so lange, bis der normale Wasserstand erreicht ist.

Das Exakt-Klosett von Butzke & Comp., Berlin, geschützt durch D. R. P. Nr. 48601, ist im Prinzipe dem Jennings-Klosett verwandt.

Einen permanenten doppelten Wasserverschluß gewährt auch das Berliner Sanitäts-Klosett von O. Phennigwerth (Fig. 47). Der Rückstau der Gase in den

Fig. 47.



Klosettraum wird hierbei sehr erschwert, wo nicht unmöglich gemacht, und eine Ansammlung derselben in dem zwischen den beiden Wasserspiegeln gelegenen Raume a wird vermieden durch ein Entlüftungsrohr, welches nach dem nächsten Lüftungskanal zu leiten ist.

Eine angemessene Sitzbreite für Klosetts ist 0,90 m. Die Maße der erforderlichen Sitztiefe und Sitzhöhe sind aus Fig. 47 zu entnehmen.

Klosetts mit Spülkästen. Einer zunehmenden Beliebtheit erfreuen sich neuerdings die Klosetts, welche durch ein Zwischenreservoir gespült werden. Die Reservoire oder Spülkästen werden in 1,5 bis 2 m Höhe über dem Klosettsitz auf konsolähnlichen Eisenträgern angebracht, fassen etwa 15 l Wasser und füllen sich aus der Hausleitung mit Hilfe eines sogenannten Schwimmkugelhahnes. Die Entleerung geschieht rasch durch ein 32 bis 38 mm weites Abflußrohr in der Weise, daß die am äußeren Ende eines doppelarmigen Zughebels befestigte Zugkette herabgezogen wird, wodurch das mit dem anderen Ende des Hebels verbundene konische Ausflußventil sich öffnet. Durch das Ziehen der Kette wird aber auch gleichzeitig der Hebel des Schwimmkugelhahnes aufwärts bewegt und dadurch der Wasserzufluß zum Spülkasten vorübergehend gehemmt. Durch die schnell niedergehende Wassermasse wird jedenfalls eine kurze aber energische Spülung der Klosettschale und des Syphons veranlaßt, und hierdurch sind die Klosetts mit Spülkasten den vorerwähnten Konstruktionen überlegen.

Fig. 48.

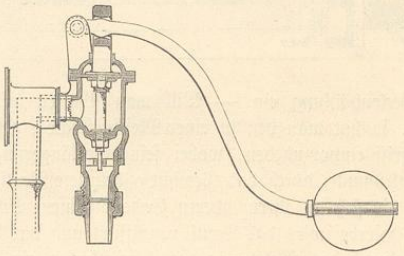
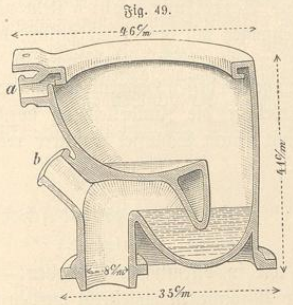


Fig. 48 stellt einen Schwimmkugelhahn im Durchschnitt dar. Der Schwimmer, eine Hohlkugel aus Kupferblech, bringt — bei normalem Wasserstande im Spülkasten — das Ventil zum Abfluß; bei niedrigem Wasserstande aber öffnet sich das Ventil durch dieselbe Vorrichtung und läßt Wasser in den Kasten bis zur vorbemessenen Höhe eintreten.

Da innerhalb der von einem kastenartigen Sitz umgebenen Klosetts stets ein unzugänglicher Raum verbleibt, worin sich im Laufe der Zeit Schmutz und Feuchtigkeit ablagert, so hat man sich neuerdings in allen Fällen, wo die Kostenfrage nicht ausschlaggebend ist, für „freistehende" Klosetts entschieden. Dieselben werden ganz aus (englischer) Fayence hergestellt, und zwar Trichter und Trap aus einem Stück. Der Boden des Klosetttrichters (Fig. 49) ist gewölbt und bildet so eine Art Wassersack, in welchen die Exkremente fallen und daher

nicht am Trichter hängen bleiben. Das aus dem Spülkasten austretende Wasser gelangt bei a in den Zuflußstutzen und wird gezwungen, an der Beckenwand sich auszubreiten, diese rein zu spülen und die Exkremente aus

Fig. 49.



dem Wassersack herauszustoßen, resp. durch energische Spülung in den Trap und von hier aus in das Abflußrohr zu treiben. Der Stutzen b dient zum Anschluß eines Entdunstungsrohres. Die Abmessungen sind aus beistehender Figur ersichtlich. Diese Gattung führt im Handel den Namen „Viktoria-Klosett“. Es werden aber von englischen Fabriken eine große Menge freistehender Fayence-Klosetts in den Handel gebracht, die sich weniger in der Konstruktion, als vielmehr in der äußeren Ansicht unterscheiden. Hierher gehören die unter dem Namen: Sanitas, Excelsior, Unitas, Tornado, Simplex bekannten Fayence-Klosetts, deren Besprechung an dieser Stelle erübrigt.

Fig. 50.

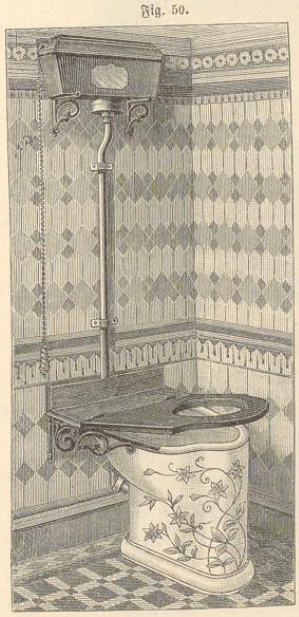


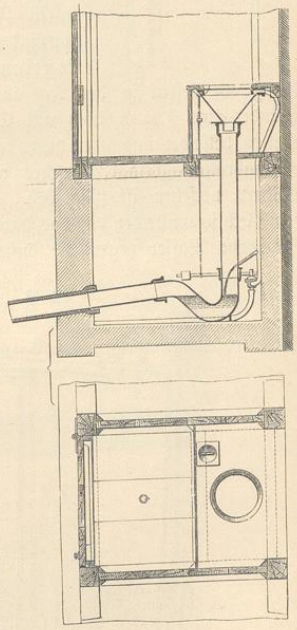
Fig. 50 stellt die Gesamtanlage eines freistehenden Fayence-Klosetts mit beweglichem Sitz von poliertem Holz, mit Spülkasten, Abflußrohr und Zugkette dar. Die Verbindung des Apparates mit der Wand des Klosettraumes ist ersichtlich gemacht. Der Sitz ist zum Aufklappen eingerichtet und gestattet das nahe Herantreten an das Becken, um dasselbe eventuell auch als Pissoir und Ausguß benutzen zu können, wozu die Form und ebene Fläche des Beckens sich besonders eignen. Außer dem in Scharnieren beweglichen Sitzbrett und einer niedrigen Rückwand sind weitere Holzteile nicht vorhanden und wenn das Klosett — wie aus der Zeichnung ersichtlich — aufgestellt wird, kann bei sauberer Behandlung desselben Schmutz sich nie anhäufen.

Der Fußboden gut eingerichteter Klosetträume wird — wie derjenige der Badezimmer — mit Fliesen oder Terrazzo belegt. Zu den Wänden wählt man Fliesen- oder Marmorbekleidung, auch wohl Ölanstrich, um Wände und Fußböden ohne Schwierigkeit abwaschen zu können.

Dadurch, daß die Klosetts mit Spülreservoir von dem schwankenden Druck einer Wasserleitung unabhängig sind, eignen sie sich auch besonders für Landhäuser.

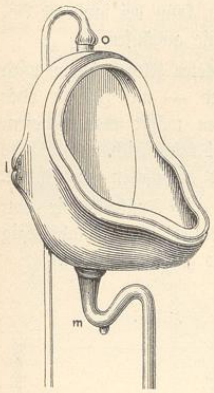
Hofklosetts. Auf dem Hofe eines jeden Wohngebäudes sind ein oder mehrere Hofklosetts anzubringen. Ein solches stellt Fig. 51 dar, wobei zu beachten ist, daß sowohl der Wasserverschluß (Trap) als auch der Wasserzuflußhahn gegen Einfrieren geschützt werden müssen. Man legt daher beide in eine möglichst gut abgedeckte Grube und mindestens 1,25 m unter Terrain. Die Ventilstange mit Gegengewicht wird dabei in ähnlicher Art, wie oben beschrieben, angeordnet. Das vom Klosetthahn in das Klosettbecken mündende Rohr muß nach erfolgter Spülung sich selbst von Wasser entleeren, wozu das kleine Rohr dient, welches vom Steigerohr in das Abflußrohr führt. Die Öffnung dieser Klosetts soll nach Berliner Polizeivorschrift nur 70 mm betragen; das Abfallrohr erhält, wie gewöhnlich, 100 mm lichte Rohrweite. Häufig läßt sich neben dem Klosett mit Vorteil ein Pissoirbecken anordnen, dessen Ablauf ebenfalls in die Pissoirgrube, oberhalb des Trape, eingeleitet werden kann.

Fig. 51.



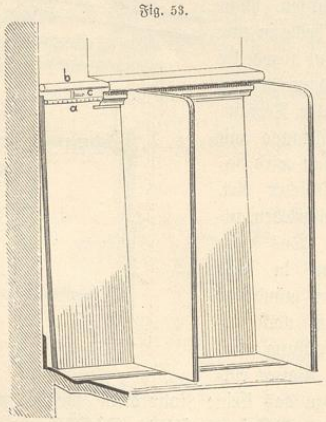
Die Pissoirs in öffentlichen und Wohngebäuden erhalten häufig die Form von Porzellanbecken mit Spülung von oben und Abfluß von unten. Fig. 52 zeigt eine der gebräuchlichsten Formen solcher Becken. Die Lappen l dienen zur Befestigung der Becken an der Wand; m ist der aus Bleirohr gebogene Wasserverschluß und die Zuführung des Wassers erfolgt oberhalb bei o entweder kontinuierlich oder nur nach erfolgtem Gebrauch mittels eines an dieser Stelle angebrachten Niederschraubhahnes, oder es findet eine selbstthätige Spülung statt.

Fig. 52.



Auf Bahnhöfen und in öffentlichen Bedürfnisanstalten, wo eine starke Frequenz der Retiraden stattfindet, werden Pissoire mit kontinuierlicher Wasserspülung am besten in der Art ausgeführt, daß man die Wände etwa 1,25 m hoch mit Schiefer- oder Marmorplatten bekleidet und über diesen ein horizontales Wasserleitungsrohr anbringt, welches an der Vorderseite mit Löchern versehen ist (Fig. 53). Dieses Rohr wird mit Zinkblech so umkleidet, daß das durch kleine Öffnungen ausströmende Wasser gegen die äußere Zinkbekleidung spritzt

Fig. 53.



und von dieser an die Schieferplatten geleitet wird, so daß es daran herabrieselt. So weit die Urinwand reicht, wird im Fußboden eine aus Ziegeln gemauerte und, wie der Fußboden, mit Asphaltbelag versehene Rinne angebracht. An der Wand muß mindestens ein 10 cm hoher Asphaltstreifen gezogen werden. Übrigens erhält die Rinne Längsgefälle und der Fußboden nach der Rinne hin Quergefälle, damit alle Feuchtigkeit durch die letztere abgeführt werde.

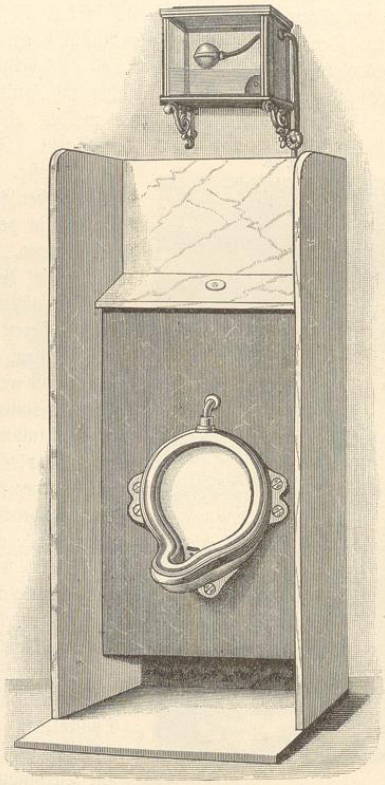
Während der Nachtstunden, wo eine Benutzung der Pissoirs nicht stattfindet, läßt sich der Wasserzufluß absperren. Das Verteilungsrohr a steht nämlich durch vertikale Zuleitungen mit dem Hauptzuflußrohr b in Verbindung und in die vertikale Zuleitung ist ein Niederschraubhahn eingesetzt, dessen Hahnenkegel in einen Vierkant c ausmündet, welcher die Zinkbekleidung durchdringt und von außen mit einem Schlüssel reguliert resp. abgestellt werden kann.

Pissoire mit selbstthätiger periodischer Spülung.

(System „Jennings“.)

Wo — wie in öffentlichen Gebäuden — periodische Spülung der Pissoirbecken angestrebt werden soll, pflegt

Fig. 54.



man über dem Becken ein Zwischenreservoir, welches durch die Wasserleitung gespeist wird, anzubringen. Der Zuflußhahn muß dann so reguliert werden, daß das Reservoir

sich in bestimmt zu bemessender Frist füllt. Ist nun ein gewisser Wasserstand erreicht, so fließt das Wasser in das Spülrohr über und da das obere Ende desselben heberähnlich gekrümmt ist, fließt der Inhalt des Reservoirs in das Becken, und zwar in kräftigem Strome. Nach Entleerung des Reservoirs tritt aber Luft in das Spülrohr und die Heberwirkung hört damit auf. Inzwischen hat sich der Zuflußhahn mittels der angebrachten Schwimmkugel beim Sinken des Wasserstandes mehr geschlossen, so daß das Reservoir nunmehr sich langsam füllt, bis der Spülvorgang von neuem beginnt.

Je nach Regulierung des Zuflusses läßt sich die Zeit — die zwischen den einzelnen Spülungen verbleibt — verlängern oder verkürzen.

Fig. 54 stellt die Gesammtanlage des vorbeschriebenen Pissoirs mit Zwischenreservoir, Zuleitungsrohr, Schwimmkugelhahn und Fayencebecken mit dem Ansatz des Spülrohres dar. Dieses Becken ist gegen eine Bekleidung von Marmor oder Schiefer befestigt. Auch Rückwand und Seitenwände bestehen aus geschliffenen Marmor- oder Schieferplatten. Allerdings stellt sich der Preis eines Standes aus geschliffenem Schiefer je nach Ausstattung auf 100 bis 200 Mark, des Spülreservoirs allein auf 50 Mark. Wenn die Seitenwände von Schiefer fortbleiben, ist der Preis entsprechend billiger.

§ 11.

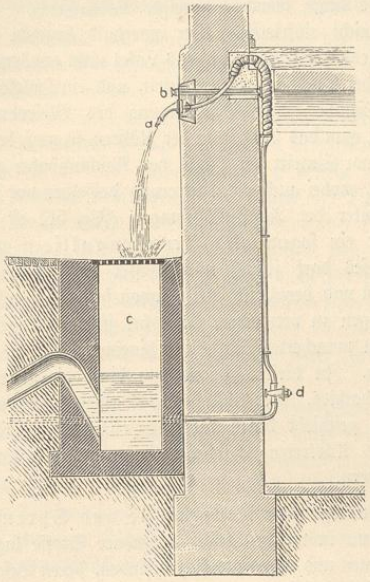
Ausflußvorrichtungen im Freien.

Die Anlage von Ausflußvorrichtungen im Freien erfordert allemal die sorgfältigste Überwachung, wenn sie dauerhaft und brauchbar angelegt werden soll, und würde ein Brunnen, bei welchem das nach der Benutzung im vertikalen Rohre stehende Wasser vor schädlicher Einwirkung durch Frost geschützt ist, den Vorzug verdienen, wenn die Anschaffungskosten nicht sehr erhebliche wären.

Als Ersatz des Hofbrunnens ist in Fig. 55 die einfache Vorrichtung eines Zapfhahnes auf dem Hofe dargestellt, welcher auch im Winter genügend gegen Einwirkung des Frostes geschützt werden kann. Das Zuführungsrohr ist Bleirohr von 20 mm lichter Weite, welches wegen des Einfrierens nicht flacher als in 1,5 m Tiefe unter dem Hofpflaster durch die Fundamentmauer geführt werden soll. — Wird das Rohr durch Lokalitäten geführt, welche dem Frost zugänglich sind, so muß ein Entleerungshahn d eingeschaltet werden, welcher gestattet, die Röhren bei Eintritt der Nacht zu entleeren; bei Tage friert das Wasser nicht so leicht ein, weil es alsdann in Bewegung bleibt.

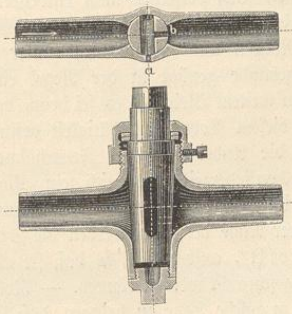
In Fig. 56 ist Durchschnitt und Grundriß eines solchen Hahnes in $^1/_3$ der Naturgröße dargestellt. Aus dem Horizontalschnitt ist ersichtlich, daß der Hahn gegen die Hauptleitung (welche sich auf der linken Seite befindet) geschlossen ist. Die seitliche Bohrung im Hahnenkegel bei b ist gegen die gefüllte Hausleitung gerichtet, und die Bohrung des Hahngehäuses bei a gestattet ein langsames Aus-

Fig. 55.



treten des in der Hausleitung befindlichen Wassers, welches entweder in den Boden einsickert oder in einen besonderen Behälter abfließt. Diese Bohrung macht man in der Regel nicht weiter als 3 mm. Der Hahn ist mit einer aufgeschraubten Kappe versehen, welche das

Fig. 56.



Herauswerfen desselben durch den Wasserdruck verhindert. — Um Verwechselungen zu vermeiden, sind die Wege der Öffnungen im Hahn auf dessen Vierkant so eingeschnitten, daß sie den Wasserstrom markieren.

Vom Entwässerungshahn wird das Rohr bis zu der Höhe emporgeführt, in der die Ausflußvorrichtung anzu-

bringen ist. Hier wird nun ein Niederschraubdurchgangshahn eingeführt und so befestigt, daß er vom Hofe her mittels eines Schlüssels bei b geöffnet und geschlossen werden kann. Sobald der Hahn geschlossen ist, entleert sich das kurze, abwärts geneigte Ausflußrohr a und kann daher nicht einfrieren. Der innerhalb liegende Teil des Zuflußrohres wird, wenn das Lokal nicht erwärmt ist, mit Filz oder Tuchbändern umwickelt, und ein Holzkasten dient zum Schutze gegen Beschädigung des Bleirohres. Befürchtet man das Einfrieren der Röhren, so muß bei strenger Kälte vor Eintritt der Nacht der Abschlußhahn geschlossen werden, wobei auch die Entleerung desselben vor sich geht.

Unter der Ausflußöffnung a (Fig. 56) ist im Hofpflaster ein sogenanntes Brunnengullie c anzulegen. In dieses darf jedoch nur Wasser ausgegossen werden, Kehricht und dergl. ist streng davon fernzuhalten, um Verstopfungen zu vermeiden, denn bei starkem Regen werden ohnehin mancherlei Stoffe mit hineingerissen, die sich dort absetzen. Zu diesem Zwecke nun dient die Vertiefung des Schachtes. Der Abfluß des Wassers nach der Grundleitung geschieht durch ein heberähnliches Thonrohr, um das Austreten schädlicher Gase aus den Kanälen zu verhindern.

Anlage der Feuerhähne und Sprenghähne. Fabriken, in welchen leicht brennbare Stoffe lagern oder Maschinen und Apparate sich befinden, deren Beschädigung durch Feuer bedeutende Verluste hervorrufen würde, bedürfen der Anlage von Feuerhähnen. Dasselbe gilt für Haupt-Korridore der Theater-, Börsen- und sonstiger zur Ansammlung von Menschen bestimmter Gebäude. Auch Museen und Sammlungen werden, selbst wenn sie feuersicher errichtet sind, derselben nicht entbehren können.

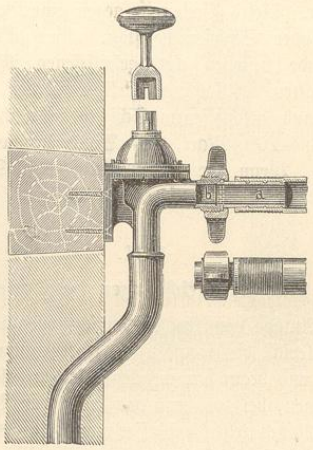
Für Fabriken und große öffentliche Gebäude wähle man die Röhren und Hähne nicht unter 50 mm weit; für Wohngebäude genügt in der Regel eine Zuführung von 25 mm weitem Bleirohr, es sei denn, daß sich mehrere Hähne an diesem Rohre in Thätigkeit befinden.

Was die Anbringung der Feuerhähne anlangt, so sollen dieselben jederzeit zugänglich sein, also nicht versteckt, auch nicht im Winkel der betreffenden Räume liegen. In unmittelbarer Nähe derselben werden die Schläuche, und zwar „gerollt“, aufbewahrt, so daß sie ohne Mühe an den Hahn geschraubt werden können. — Rohre und Hähne sind dabei in solche Lage zu bringen, daß sie sicher „vor Frost geschützt“ sind.

Schläuche sollen nicht nur transportabel sein, sondern müssen auch nach allen Richtungen gekrümmt werden können. Man verwendet dazu Gummi-,[1]) Leder- und Hanfschläuche. Lederschläuche sind sehr teuer, wenig in Gebrauch und werden entweder aus Lederstreifen zusammengenäht oder genietet. Hanfschläuche bestehen aus einem dichten Gewebe von Hanf und werden in rohe und präparierte unterschieden. Letztere sind innen mit Kautschuk gedichtet, nachdem der Hanf vorher in Gerbsäure gekocht wurde. Sie werden in Weiten von 25 bis 27 mm gefertigt. Empfehlenswert sind die gummierten Hanfspiralschläuche von Franz Clouth in Nippes bei Köln. Sie sind auf 10 Atmosphären geprüft.

Verbindung der Schläuche. Um das Ende eines Schlauches mit dem betreffenden Röhrenstück eines Feuer- oder Sprenghahnes zu verbinden, wird der Schlauch an dieser Stelle mit einem messingenen Rohrstück a versehen, auf dieses das Schlauchende hinaufgezogen und mit Messingdraht festgebunden, wie Fig. 57 in Ansicht und Durchschnitt zeigt. Bevor dies geschehen ist, wird auf den Schlauch eine Mutter gezogen, die sich frei auf dem Ende des Schlauches mit Rohrstück drehen läßt. Die Mutter ist außen kreisförmig und mit zahnähnlichen Vorsprüngen versehen, um sie leicht drehen zu können, und zwar zunächst mit der Hand. An der unbeweglichen Röhre b ist ein äußeres Gewinde angeschnitten, über welchem sich die genannte Mutter festschraubt. Die übrige Anordnung des Feuerhahnes bedarf kaum der Erläuterung. Der messingene Hahnenkörper ist gegen einen eingemauerten Dübel mit

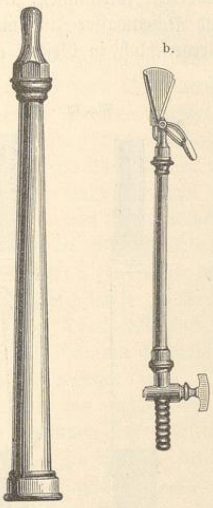
Fig. 57.



1) Der Gummi kommt in bester Qualität aus Para und Carthagena in Südamerika und wird aus dem Saft verschiedener Syphonia-Arten gewonnen. Wesentlich verschieden davon ist die Guttapercha von dem ostindischen Baume „Isonandra Gutta“; sie ist nicht elastisch und bei gewöhnlicher Temperatur hart. Röhren aus Guttapercha werden wie die Bleiröhren gepreßt, indem man die erweichte Masse durch eine ringförmige Öffnung hindurchdrückt.

Schrauben befestigt und das untere vertikale Zuflußrohr wird in das Bleirohr in bekannter Weise eingelötet; den Wasserzufluß regelt ein Niederschraubhahn, der mittels Schraubenschlüssel in Thätigkeit gesetzt werden kann.

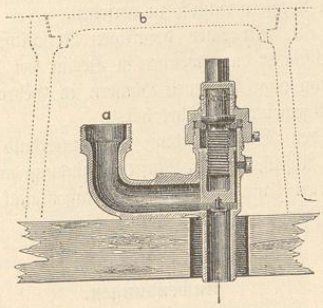
Fig. 58.



An dem freien Ende des Schlauches wird ebenfalls und in oben beschriebener Weise ein messingenes Rohrstück befestigt und an dieses das sogen. Strahlrohr (Fig. 58a) festgeschraubt. Bei Gartenspritzen wird meistens das untere Ende des Strahlrohres mit einem besonderen Hahn versehen und am oberen Ende ein beweglicher Löffel angebracht, welcher den gebundenen Wasserstrahl brausenförmig zerstäubt. (Vergl. Fig. 58b.)

Die in vorstehender Figur dargestellte Vorrichtung kann auch als **Sprenghahn** für Gärten oder Höfe dienen, doch ist dabei zu beachten, daß man vor Eintritt des Zuführungsrohres in den Hof resp. Garten einen Entwässerungshahn anzubringen hat, um im Winter die Röhren entleeren zu können. Von diesem Hahn aus müssen die Röhren konstant steigen, damit Wasser in denselben nicht zurückbleiben kann. — Wo aber die Befestigung an der Wand oder an kurzen Holzpfählen nicht anzubringen ist, da muß man Hähne anwenden, welche mit ihrem

Fig. 59.



eisernen Gehäuse (Fig. 59) in die Erde eingegraben sind und erst nach Öffnung einer eisernen Kappe b zugänglich werden. Der Schlauch wird dann an das freie Rohrende a angeschraubt oder es wird zunächst ein heberartig gebogenes Standrohr von Eisen aufgeschraubt und an dieses der Schlauch befestigt.

§ 12.

Ausführung der Hausanschlüsse an die Kanalisation.

Zur Aufnahme und schnellen Abführung der Abfallstoffe aus dem Bereich der Wohnungen ist ein Kanalnetz erforderlich, welches diese entweder in ein vorüberfließendes Gewässer oder in ein Sammelreservoir leitet, aus dem sie mittels Pumpen nach den Rieselfeldern gedrückt werden. — Ein solches Kanalnetz besteht aus gemauerten Kanälen eiförmigen Profiles und aus Thonrohrleitungen, die zweckmäßig unter dem Fahrdamm der Straßenzüge angeordnet und so bemessen sein sollen, daß sie

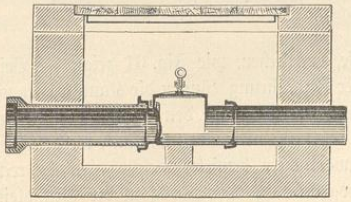
1) das Regenwasser (10 mm Regenhöhe per Stunde),
2) sämtliche Hauswässer, d. h. etwa 100 l per Kopf in 24 Stunden, (vergl. § 3) und
3) alle Exkremente in flüssiger und fester Form aufzunehmen im stande sind.

Die Regenwässer, das Wasser des Hofbrunnens und sonstige atmosphärische Niederschläge sind durch sogenannte Gullies oder Absetzgruben mit Wasserverschluß abzuleiten (Fig. 55). — Dagegen müssen Abfallstoffe jeder Art, welche in Fäulnis übergehen, direkt durch mit Wasserverschluß versehene Röhren (Traps) abgeleitet und nicht in Senkgruben (Sinkkasten) geführt werden.

Grundleitung. Zunächst ist die Sohlenhöhe des Hausanschlußrohres festzustellen. Ist die Höhenlage des Einlaßstückes bekannt und ordnet man den entferntesten Wasserverschluß frostfrei an, so ergiebt sich das Gefälle der Grundleitung. Dasselbe soll von der Einmündung in das Straßenrohr bis zum fernsten Wasserverschluß möglichst gleichmäßig sein.

In der Regel wird für jedes an die Kanalisation anzuschließende, städtische Grundstück die Höhenlage des metallenen „Wasserschlusses“ der Hausleitung von der Behörde bestimmt und die Verbindung

Fig. 60.
1:20.



desselben mit dem Straßenrohr der öffentlichen Entwässerungsanlage von der Bauverwaltung auf Kosten des Besitzers bewirkt. Der erwähnte Verschluß soll den Rückstau des Wassers aus den Kanälen hindern; er muß in einer gemauerten, jederzeit zugänglichen Grube, der „Inspektionsgrube“, liegen, welche bei großer Tiefe

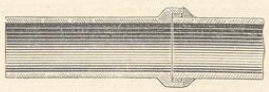
mit Steigeeisen zu versehen ist. Fig. 60 giebt den Durchschnitt der Grube und des metallenen Rohres mit Klappe, welche auch auf Taf. 63 angedeutet und durch den Buchstaben k bezeichnet ist.

Sobald die Sohlenhöhe des Hauswasserverschlusses bestimmt ist, kann an die Ausarbeitung des Projektes gegangen werden; es sind damit jedenfalls solide und erfahrene Unternehmer zu betrauen. Bei Ausführung der Grundleitung, welche die Abflußwässer zur Inspektionsgrube führt, ist mit großer Genauigkeit vorzugehen. Die Anlage kann in Thonrohr oder in Eisenrohr erfolgen, doch dürfte Thonrohr im ganzen vorzuziehen sein. Hierbei ist in Betracht zu ziehen, ob für die Grundleitung mindestens 25 cm Deckung von der Rohroberkante bis zur Oberkante des Kellerpflasters vorhanden sind; ist dies der Fall, so verwende man Thonrohr, sonst aber Eisenrohr.

Ausführung der Grundleitung. Kommt Eisenrohr zur Verwendung, so ist dasselbe innen und außen durch einen Asphaltüberzug vor Rost zu schützen. — Die Verbindung der Eisenrohre geschieht durch Muffen, seltener durch Flanschen, und die Dichtung der Muffenfuge erfolgt bis zur halben Tiefe mit locker gedrehten Hanfstricken, sogenannten „Lunten". Der obere Teil wird durch heißflüssiges Blei, das man eingießt, gefüllt und dieses durch Stemmen mit dem sogenannten „Bleisatz" festgetrieben. Aus diesem Grunde erhält die Muffe einen besonderen Verstärkungsring. — Das Verdichten der Rohre geschieht meist in den Rohrgräben.

In ähnlicher Weise geschieht das Abdichten der Thonrohrstränge. Die Rohre werden fest ineinander geschoben, so daß das Schwanzende des einen Rohres fest auf dem Grund der Muffe des anderen aufsitzt. Dann wird die Muffenfuge wiederum bis zur halben Tiefe mit Teerstrick gefüllt, den man mit dem Strickeisen (Stricksatz) eintreibt, und der übrige Teil mit fettem Thon, auch vor

Fig. 61.



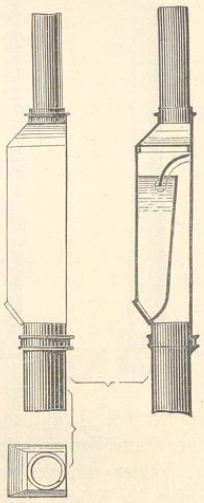
der Muffe, verstrichen, wie Fig. 61 zeigt. — Bei derartig sorgfältiger Ausführung können die Kanalwässer nicht durch die Muffen versickern und den Untergrund infizieren.

Alle seitlich zutretenden Einläufe werden durch Thonrohr-Abzweigungen bewirkt, welche niemals rechtwinklig, sondern bogenförmig oder schräg in die Grundleitung einzuführen sind, um den Zufluß in die Richtung des Hauptstranges successiv überzuführen.

Mit der so hergerichteten Grundleitung werden sämtliche, aus dem Hause kommenden Abflüsse verbunden und gilt bei Anordnung derselben der Grundsatz, daß Regenabfallröhren, Brunnengullie und der etwa vorhandene Regeneinlauf des Hofes (Hofgullie) direkt angeschlossen werden. Regenabfallröhren können auch in eine vorhandene Absetzgrube eingeleitet werden (Tafel 63).

Dagegen erhalten, wie in den vorhergehenden Paragraphen gezeigt wurde, alle anderen Zuleitungen, als da sind Wasch-, Bade-, Küchen- und Klosettwasser-Zuleitungen, gleich zu Anfang einen Wasserverschluß in Gestalt eines Trape, um die Lokalitäten, in denen die Ausgüsse sich befinden, vor dem Austreten schädlicher Gase zu schützen. Ferner soll an allen solchen Stellen ein Ausflußhahn vorhanden sein, um die Spülung bewirken zu können. — Diese Konstruktionen sind eingehend durch Zeichnung erläutert worden und wird es genügen, denselben einige Worte über den Anschluß der Regenrinnen zuzufügen.

Fig. 62.



Der Anschluß der Regenabfallrohre in den Höfen erfolgt direkt an die Grundleitung und bei den Dächern der Frontgebäude an das Straßenrohr. Diese Rohre werden, soweit es angeht, zur Lüftung der Entwässerungsröhren benutzt. Endigen dieselben jedoch unter den Dachfenstern einer Mansarde, so darf dies nicht geschehen, weil die austretende Kanalluft der Gesundheit höchst nachteilig werden kann; solche Röhren sind daher mit einem Wasserverschluß zu versehen.

Fig. 62 stellt einen derartigen Verschluß in Ansicht und Durchschnitt dar, welcher in Berlin bei den an die Kanalisation angeschlossenen Häusern in Gebrauch ist und sich im allgemeinen bewährt hat.

An den Wasserverschluß setzt unterhalb ein gußeisernes Abflußrohr mit Muffenverbindung an und dieses mündet in ein Knie, das mit dem Straßenkanal durch einen Thonrohrstrang verbunden wird.

§ 13.

Anwendungen.

In den Paragraphen 7 bis 9 sind die Konstruktionsmethoden behandelt worden, welche bei einer ausgedehnten Wasserversorgung der Gebäude zur Anwendung kommen. Auch die Grundsätze für die regelrechte Abführung der Verbrauchswässer sind erörtert worden. Ein allgemein verständ-

liches Bild, welches die Einzelkonstruktionen in ihrer Verbindung mit dem Gesamtorganismus des modernen Wohnhauses darstellt, giebt dem Leser die Darstellung auf Tafel 63, welche den Durchschnitt und die Hofansicht eines zweietagigen, herrschaftlichen Wohngebäudes veranschaulicht. Dasselbe ist ein Eckhaus mit anschließendem rechten Seitenflügel. Dieser enthält im Erdgeschoß Stallung für drei Pferde und darüber (im Zwischengeschoß) die Kutscherwohnung. In der Hauptetage des Seitenflügels ist das Badezimmer mit anschließendem Klosett ersichtlich, darüber befindet sich das für die Dienerschaft eingerichtete Zwischengeschoß, welches durch eine besondere Treppe vom Korridor her zugänglich gemacht ist.

Zur Entnahme von Leitungswasser im Freien ist rechts von dem Einfahrtsthor ein Zapfhahn z angelegt, der insbesondere zur Reinigung und Besprengung des Hofes dienen soll; Trinkwasser liefert ein tiefer Kesselbrunnen, dessen Holzgehäuse zur Seite der Stallthür sichtbar wird.

Der Durchschnitt des Vorderhauses zeigt die Anlage von Schlafräumen, deren Waschtoiletten mit Wasserzu- und -Abfluß versehen sind. Im Obergeschoß ist der vom Korridor her zugängliche Klosettraum ersichtlich. — Die Spülung des Klosetts geschieht nach § 10 durch ein Zwischenreservoir, dessen Zufluß durch selbstthätigen Schwimmkugelhahn reguliert wird (vergl. Fig. 48). Dadurch ist der Vorteil geboten, daß die Klosettanlage nicht mit dem direkten Druck der Leitung gespeist wird, daher Hähne und Ventile geschont werden.

Im Erdgeschoß ist nach dem Hofe hin, um einige Stufen erhöht, ein Badezimmer angelegt. Der Badeofen ist aus Kacheln errichtet und mit kupferner Wasserblase versehen. Die erhöhte Lage des Fußbodens an dieser Stelle war lediglich geboten durch die Anlage von sogenannten „Hofklosetts", welche ebenfalls an die unterirdische Entwässerung angeschlossen sind.

Diese Hofklosetts befinden sich in einem gewölbten Raume zur ebenen Erde und anschließend an diese ist ein Pissoirbecken von Porzellan mit beständiger Wasserspülung angebracht. Die Geruchverschlüsse der Hofklosetts sind mit Reinigungsdeckeln versehen und in einem gegen Frost geschützten Kellerraum untergebracht. Im Souterrain liegt ferner die Waschküche mit Kesselherd und Ausgußbecken; hier ist auch der Wassermesser aufgestellt. Der Privathaupthahn k ermöglicht die Absperrung der ganzen Hauswasserleitung; ein besonderer Absperrhahn t für die Leitung im Vorderhause befindet sich unter dem Korridorpflaster, und der dritte Absperrhahn u liegt im Hofe zwischen dem Brunnenschacht und dem Hofgullie und dient lediglich zum Absperren der Leitung im Seitenflügel.

Als Wasserzuleitungsrohr ist bis zum dritten Abschlußhahn hin Gußeisenrohr von 40 mm Lichtweite, vom dritten Haupthahn ab dagegen 30 mm weites Bleirohr verwendet. Die aufsteigenden Wasserstränge, welche dicht neben den 10 mm weiten gußeisernen Fallrohren in Mauerschlitzen liegen, sind sämtlich aus Mantelrohr hergestellt.

Zur Wasserabführung dient — wie üblich — die „Grundleitung"; sie nimmt außer dem Regenwasser die Verbrauchswässer und die Spülwässer der Klosetts auf und ist aus Thonrohren von 16 cm Lichtweite hergestellt. In dieselbe sind eingeleitet:

1) Die Verbrauchswässer zweier Etagen im Seitenflügel und die flüssigen Exkremente aus dem Pferdestall. Letztere sickern durch den Bohlenbelag hindurch, rinnen über das Klinkerpflaster in das mit Gitterverschluß versehene Pferdestallgullie und gelangen aus diesem durch ein heberähnlich gebogenes, 10 cm weites Thonrohr in die Grundleitung.

2) Das Abflußwasser des Brunnens und das Regenwasser aus dem Abfallrohr fließen in das Hofgullie und werden bei f mittels eines 10 cm weiten Heberrohres an die Grundleitung angeschlossen.

3) Das Gebrauchswasser des Zapfhahnes z dringt direkt durch die Spritzplatte in ein Becken, dessen rohrähnliche Fortsetzung mit Syphonverschluß und Reinigungsdeckel versehen ist; diese nimmt dann noch das Wasser des zweiten Regenabfallrohres auf und mündet endlich in ein 13 cm weites Thonrohr, welches unter 45° an die Grundleitung angeschlossen ist. — Um das Einfrieren des Syphons zu vermeiden, muß derselbe wenigstens 1,25 m tief unter der Pflastersohle des Hofes angelegt werden; die Revisionsgrube ist mit Platten abgedeckt, und besteigbar gemacht.

4) Der zweite vertikale Hauptstrang, an den die Hofklosetts anschließen, mündet im Punkt i in die Grundleitung.

5) Ein dritter, vertikaler Strang endlich tritt bei b in die Thonrohrleitung ein. Dicht davor befindet sich die sogenannte „Inspektionsgrube". Es mag erwähnt werden, daß die anschließende Grundrohrstrecke, da, wo sie die Frontwand durchdringt, aus Gußeisen besteht und daß dieselbe bei r in das Straßenrohr der öffentlichen Entwässerung einmündet.

Für die Entlüftung des Systemes ist in ausreichender Weise gesorgt, da die 10 cm weiten Dunstrohre a a — als Fortsetzung der vertikalen Abfallröhren — über Dach hinausgeführt, auch die Regenabfallröhren zur Lüftung der Gullies benutzt werden.

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 Gastechnik, 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 Ortschaften befinden sich größere Centralen oder kleinere Blockstationen.

Litteratur.

Herzog u. Feldmann, Handbuch der elektrischen Beleuchtung. Berlin.

Herzog u. Feldmann, Die Verteilung des Lichtes und der Lampen bei elektrischen Beleuchtungsanlagen. München.

Grätz, Die Elektrizität und ihre Anwendungen. Stuttgart.

Grawinkel u. Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Berlin.

Lux, 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 Leitungsmateriales 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 Gebrauchsstelle 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 Gesammtwiderstand von Hin- und Rückleitung, J die Stromstärke, so ist der Spannungsverlust e = J . 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 . T die durchströmende Elektrizitätsmenge. Als Einheit gilt das „Coulomb".

1 Coulomb = 1 Ampèresekunde.

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

1 Ampèrestunde = 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 × 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 gleichzeitigem 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 Kabelnetz 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. Entscheidet 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.

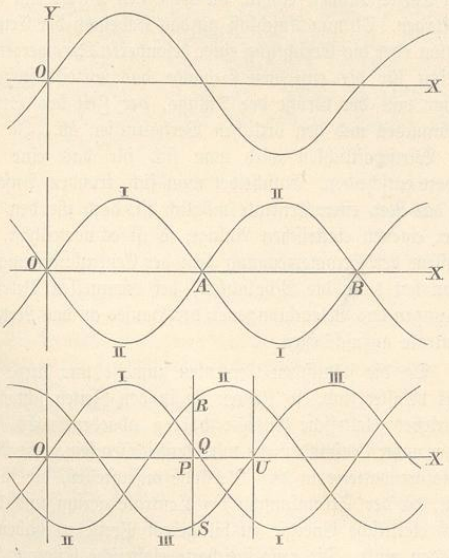
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 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 Gleichstrommaschinen 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.

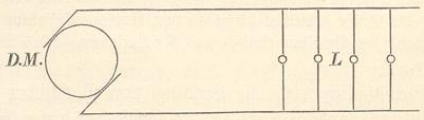
Bei Gleichstrombetrieb sind die Bogenlampen, wenigstens soweit die Bodenbeleuchtung in Frage kommt, wirtschaftlicher. Ein weiterer Vorzug des Gleichstromes ist, daß er sich leicht in Accumulatoren aufspeichern läßt. Der Wechselstrombetrieb besitzt dagegen den Vorteil, daß sich hierbei die Energie leicht 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.

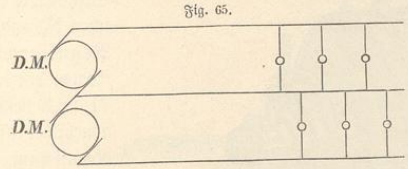


Von den zwei Hauptleitungen können Zweigleitungen in beliebiger Zahl angeschlossen werden. Bei Anlagen zur Beleuchtung einzelner Grundstücke wird dies System wegen seiner großen Einfachheit und Übersichtlichkeit fast ausschließlich angewandt. Die übliche Spannung beträgt 110 oder 120 Volt, die auch angenähert (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 teuerer 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 Dreileitersystemes 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 Systemes

Fig. 65.



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 Dreileiternetz 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 Dreileiteranlage 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, Bureaux, 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 zumeist für kleinere Anlagen gebaut werden, muß Riemen- oder Seilantrieb gewählt werden.

Fig. 66.

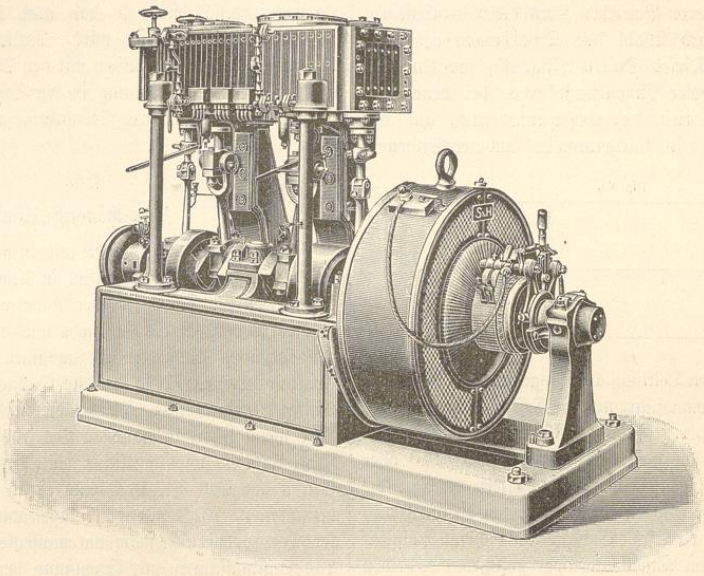


Fig. 66 zeigt eine Dampfmaschine mit einer auf gleicher Welle, also direkt gekuppelten Gleichstrommaschine. Die Dampfmaschine arbeitet mit gleichbleibender Umlaufszahl.

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 Umlaufszahl und der Stärke der Schenkelerregung ab, die vermittels des Regulierwiderstandes geregelt werden kann. 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.

Fig. 68.

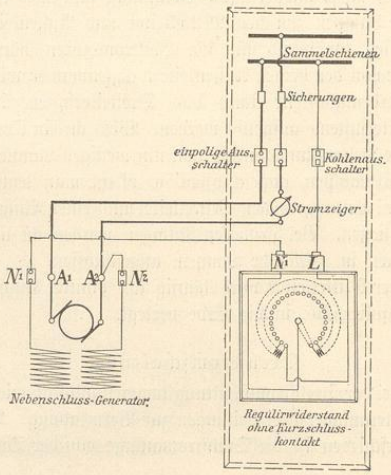


Fig. 69.



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 Nebenschlußwickelung 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 Spannuug und ein Kohlenausschalter, mittels dessen der Erregerstromkreis unterbrochen werden kann, eingeschaltet. Der Kohlenausschalter hat den Zweck, ein besonders langsames

Fig. 70.



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

Fig. 71



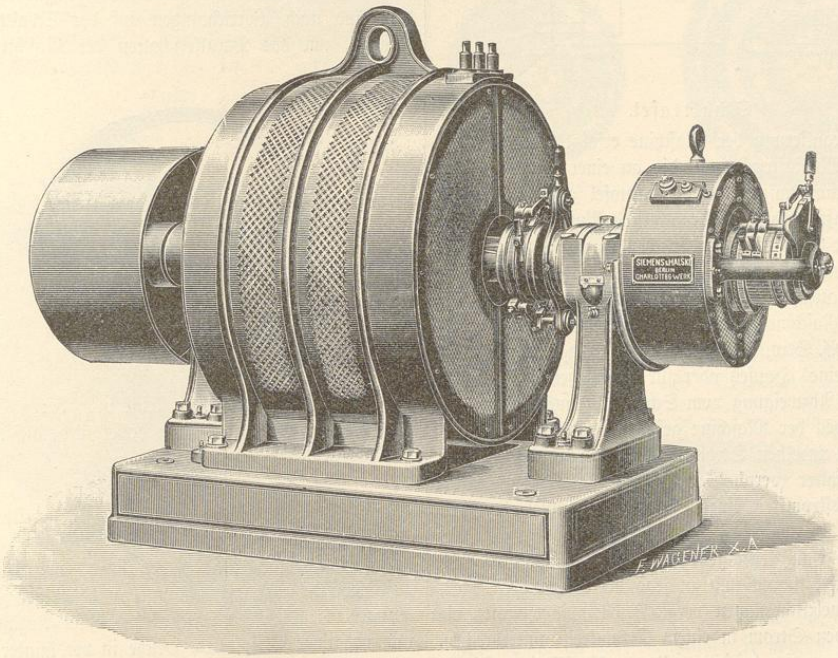
Schenkel ein Strom von hoher Spannung auftreten und die Isolation der Schenkelwickelung gefährden kann. Für den Erregerstromkreis wird nur ein kleiner Teil der im Anker erzeugten elektrischen Energie verwandt. Der größte Teil des Ankerstromes, dessen Stärke durch den eingeschalteten Stromzeiger angezeigt 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 Erregung der Schenkel verwendet werden. Gewöhnlich wird der Strom für die Schenkelerregung einer besonderen Gleichstromerregermaschine entnommen, die entweder mit der Dynamo direkt gekuppelt oder besonders angetrieben wird.

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

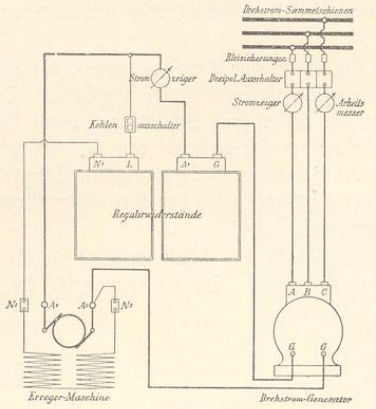
In Fig. 73 ist eine Schaltungsskizze für die Gesamtanordnung dargestellt. Die Anordnung für die Erregermaschine ist ähnlich wie sie in Fig. 70 für Gleichstrommaschinen dargestellt wurde. Von den Ankerklemmen A_1 A_2 geht der Strom durch einen Stromzeiger und einen Hauptstromregulierwiderstand zu den 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 Arbeitzeiger, der die

Fig. 72.



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 Abzweigleitungen, werden Schmelzsicherungen (vergl. S. 312) eingeschaltet, die selbstthätig den Strom in einem 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 Abzweigleitungen 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 Regulierwiderstandes für die Nebenschlußerregung der Maschine.

Sind mehrere Maschinen in der Station aufgestellt, z. B. Betriebsmaschine und Reservemaschine, so sind Stromzeiger, Energiezeiger, Sicherungen, Schalter und Regulierwiderstand für jeden Maschinenstromkreis anzuordnen. Außerdem sind noch Vorrichtungen auf der Schalttafel anzubringen, um das Parallelschalten der Maschinen zu ermöglichen.

Fig. 74.

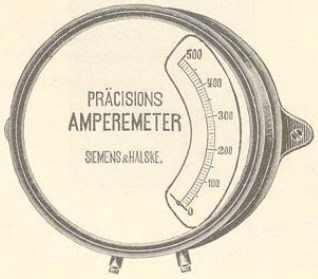


Fig. 75.



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

§ 6.
Accumulatorenstation.

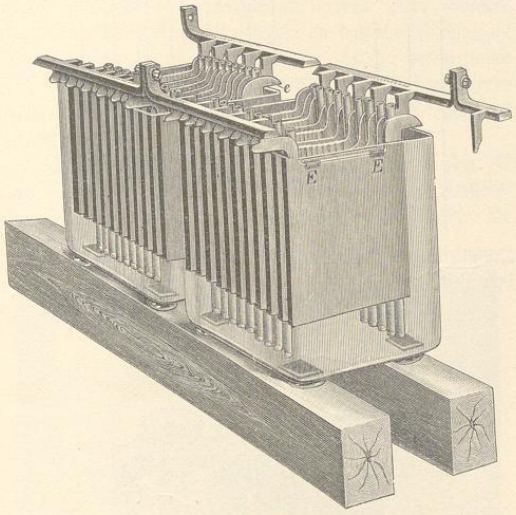
Die Accumulatoren dienen dazu, elektrische Energie aufzunehmen, aufzuspeichern und zu beliebiger Zeit wieder abzugeben. Dieselben bestehen aus einer Anzahl positiver und negativer Bleiplatten, welche in verdünnter Schwefelsäure stehen oder hängen. Die Platten werden nach besonderem Verfahren chemisch 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 Zersetzungsprodukte 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 Regulievorrichtungen, 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.

Anschluß an das Netz einer Centrale.

Dem Konsumenten wird die elektrische Energie meist durch in der Erde verlegte Einfach- oder Doppelkabel oder bei Drehstrom mittels konzentrischen oder verseilten Dreifachkabeln zugeführt. Fig. 77 stellt den Querschnitt eines Einfachkabels, Fig. 78 den eines konzentrischen Doppelkabels mit Bleimantel und Eisenarmatur dar. Durch die

Fig. 77.

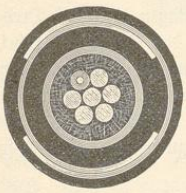
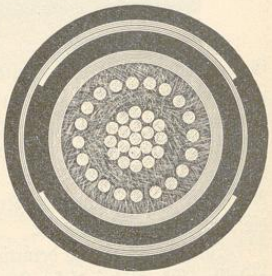
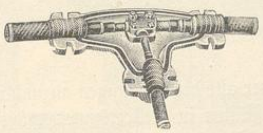


Fig. 78.



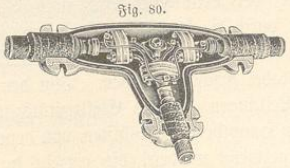
Bleiarmatur wird verhindert, daß Feuchtigkeit in das Kabel tritt, die die Isolation des Kabels zerstören würde. Durch die Eisenarmatur wird das Kabel vor äußeren mechanischen Zerstörungen geschützt. An der Konsumstelle wird in Muffen der Strom von den Kabeln abgezweigt. Diese Abzweigmuffen bestehen aus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

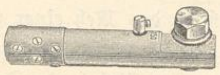
Fig. 80.



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 angesetzt, die so hergestellt sind,

Fig. 81.



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

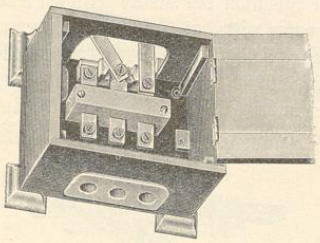
Fig. 82.



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 Umschaltekasten dargestellt. Es ist bei dieser Anordnung leicht, beliebig an

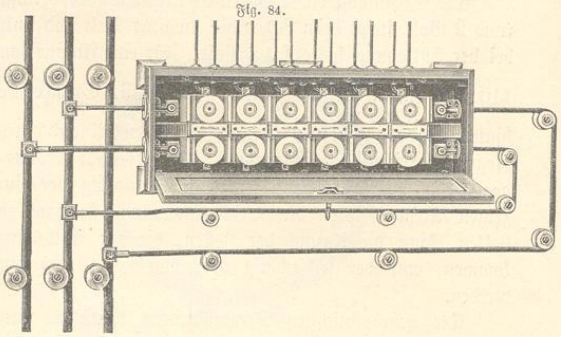
Fig. 83.



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.

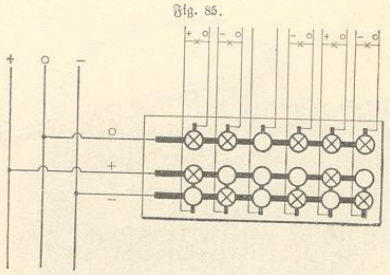
In jede der Leitungen wird noch eine Sicherung eingeschaltet, durch die bei Stromüberlastung oder bei etwa eintretendem Kurzschluß der Stromkreis unterbrochen wird, so daß die Kabel geschont werden. Von den Sicherungen führen die Leitungen zu dem Elektrizitätszähler und von diesem zu den Hauptverteilungskasten, 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 Kasten eingeführt. In dem Kasten sind Lichtleitungen zwischen je einem Außenleiter

Fig. 84.



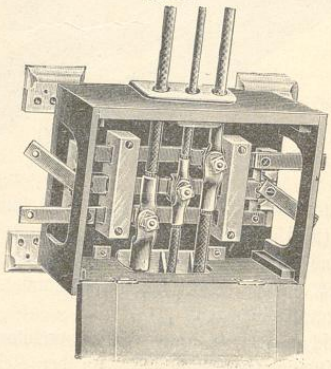
(+ und —) und dem Mittelleiter (0) abgezweigt. Das Prinzip der Schaltung ist in dem Schema Fig. 85 dargestellt. Bei dem Schaltkasten Fig. 86 sind die drei

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 verwandt, 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 verwandt, 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.

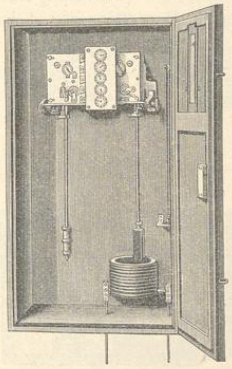
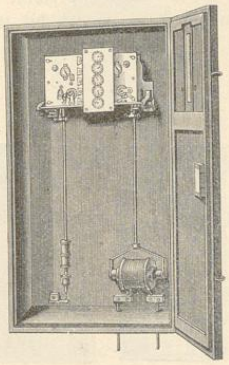
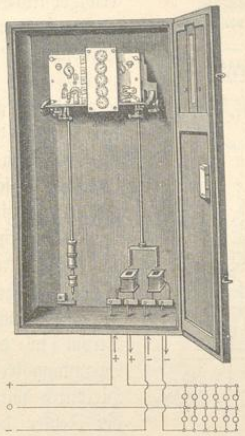


Fig. 88.



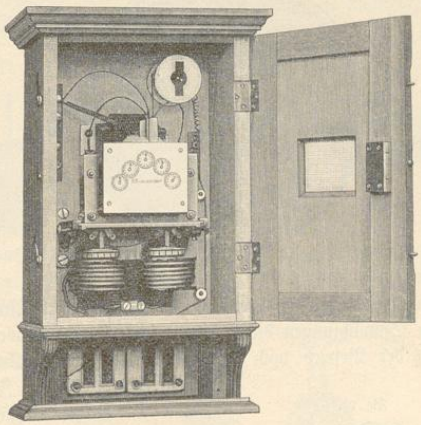
Dreileiteranlagen dargestellt. Der Zähler enthält zwei Uhrwerke, deren Pendel auf gleiche Schwingungsdauer abgeglichen sind. Das eine Pendel bei dem Ampèrestundenzähler trägt unten einen Stahlmagneten, bei dem Wattstundenzähler eine Spule mit dünndrähtiger Wickelung, die über einer Stromspule schwingt. 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)

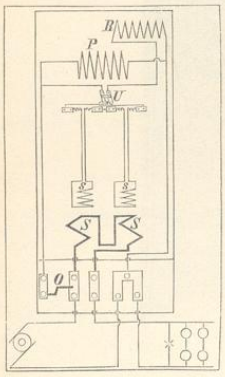
Fig. 90.



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 abzustoßen, die Gangfehler sind durch eine besondere Einrichtung eliminiert. Die Schaltung des Zählers ist aus Fig. 91 ersichtlich.

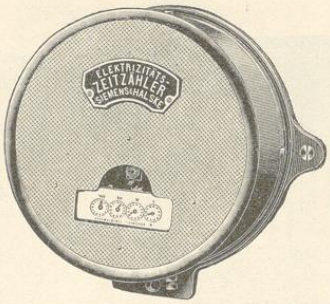
Der Zähler enthält zwei Uhrwerke mit Steigrad und Pendel, die auf ein Differentialwerk mit Planetenrad wirken, das die Bewegungen angiebt. Das Aufziehen erfolgt durch Vermittelung eines Elektromagneten, der durch die Windungen P erregt wird und periodisch in Thätigkeit tritt. Die beiden Pendel besitzen 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.

Fig. 91.



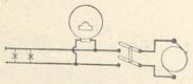
Die Zeitzähler sind ihrem Zweck entsprechend bedeutend einfacher hergestellt, da sie nur die Zeit, während der der elektrische Betrieb eingeschaltet ist, messen. Der Zeitzähler von Siemens & Halske (Fig. 92) besteht

Fig. 92.



aus einer durch einen Elektromagneten betriebenen Unruhe, 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 einzurichten, da nie sämtliche 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 Zähleranzeigen 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 Hebelausschalter Fig. 94 bis 96, deren Kontaktschneide beim

Fig. 94.

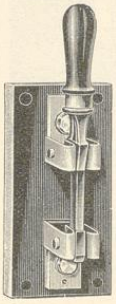


Fig. 95.

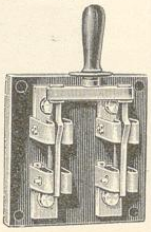
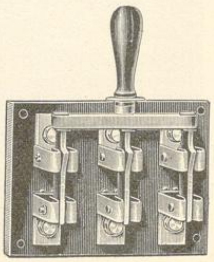


Fig. 96.



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

Fig. 97.

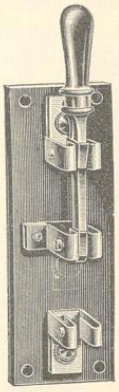


Fig. 98.

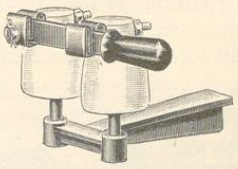
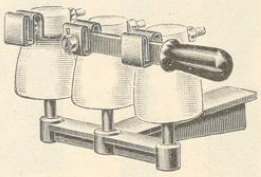


Fig. 99.



Isolatoren montiert sind. Für Hausinstallationen verwendet man gewöhnlich geschlossene Schalter, bei denen das Schaltwerk durch eine Kappe verschlossen ist, durch den nur der Ausschaltegriff 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 einfachster Herstellung, in Fig. 101 ein gleicher Schalter mit verzierter

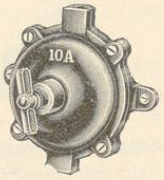
Fig. 100.



Fig. 101.



Fig. 102.



Kappe, 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 Kappe 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;

Fig. 103.

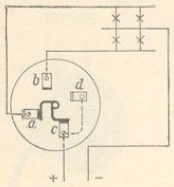
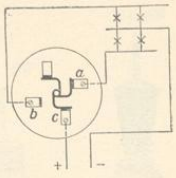
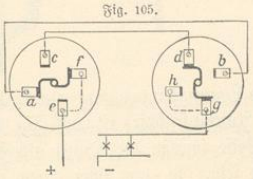


Fig. 104.



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

Fig. 105.



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 Anschlußstöpsels 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

Fig. 106.



Fig. 107.





Fig. 108.



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

Fig. 109.



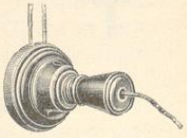
Fig. 110.



Fig. 111.



Fig. 112.



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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

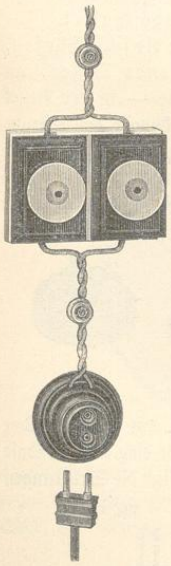


Fig. 116.



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.

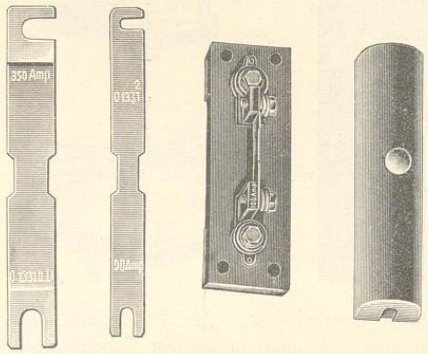


In Stromkreisen mit mehreren hintereinander geschalteten Bogenlampen werden häufig selbstthätige Ausschalter eingeschaltet, die den Stromkreis sofort selbstthätig unterbrechen, wenn die Stromstärke auf einen geringen Betrag gesunken ist. Bei mehreren, hintereinander geschalteten, Bogenlampen wird durch diese Anordnung verhütet, 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, Britaniametall oder Silber verwandt. Sicherungen aus Blei müssen Kontaktstücke aus Messing oder dergleichen nicht

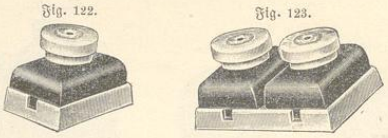
Fig. 118. Fig. 119 Fig. 120. Fig. 121.



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.

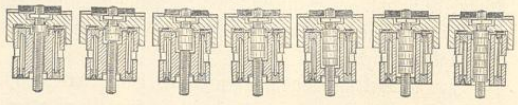
Die Konstruktion der in Fig. 122 u. 123 dargestellten, einpoligen und doppelpoligen Sicherungen ist aus Fig. 124

Fig. 122. Fig. 123.



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

Fig. 124.

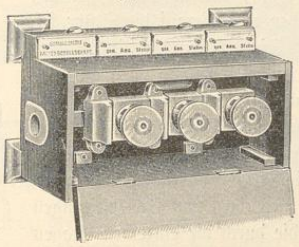


Patronen von zu starken Abschmelzdrähten auszuschließen, sind in den Patronen verschieden tiefe Aussparungen angebracht, denen „Ansätze“ von verschiedener Höhe auf den Patronenbolzen gegenüberstehen, wie aus Fig. 124 ersichtlich.

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

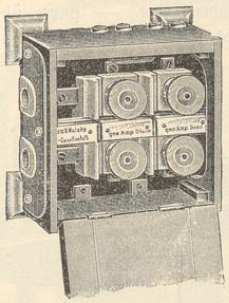
verschiedene Verteilungsleitungen in gemeinsamen Schutzkästen angeordnet. Die Leitungen läßt man mittels Porzellandurchführungen in den Schutzkasten einmünden.

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 abgezweigt 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:

Drahtquerschnitt qmm	Betriebsstrom-Ampère	Abschmelzstrom-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 einzusetzen 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 verwandt 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 Beruhigungwiderstand 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

Fig. 128.



Fig. 129.



Fig. 130.

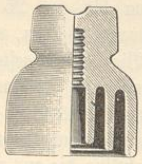


Fig. 131.

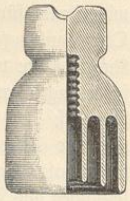
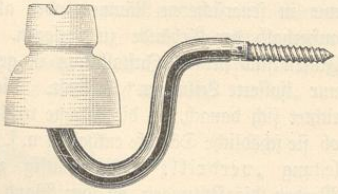


Fig. 132.



Fig. 132a.



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. 132a — 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.

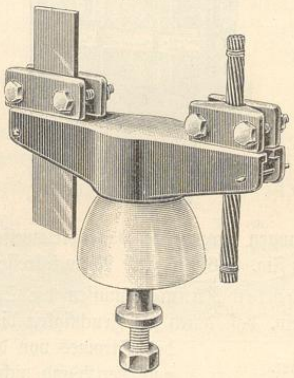
Fig. 133.



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

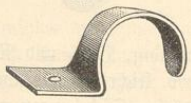


halb des Verputzes, verlegt werden. Diese Bergmann-Rohre werden in lichten Weiten von 7 bis 48 mm hergestellt und unter Verputz durch Eisendraht befestigt. Bei offener Verlegung pflegt man „Rohrschellen" aus verzinktem Eisen oder Messing, die durch Schrauben oder Drahtstifte befestigt werden, zu verwenden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

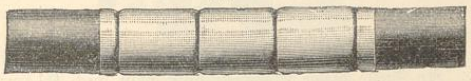
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

Fig. 137.

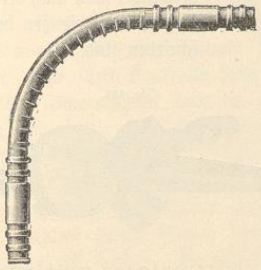


Fig. 138.



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 Stahlpanzerrohr zu verwenden. Zu bemerken ist noch hierbei, daß bei Wechsel- oder Drehstromleitungen

Fig. 140.



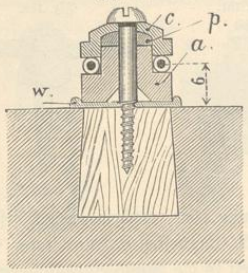
die Hin- und Rückleitungen stets in einem Rohre verlegt sein müssen, sofern die Rohre metallische Schutzhüllen haben. Die Verlegung der Rohre wird aus Fig. 140 ersichtlich gemacht. Die Leitung ist längs der Zimmerdecke und mit Abzweigungen, an welche Beleuchtungskörper abgeschlossen sind, verlegt. Die 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 „Isolit“. Man pflegt diese Rollen auf Holzdübel (Fig. 141) aufzuschrauben. Nach System Adt bestehen die Rollen aus einer cylindrischen Stütze a (Fig. 142), mit dem Kopfstück p und einem glockenförmigen Kopfe c. Die Rolle ist auf die Wandrosette w aufgeschraubt, die den Holzdübel

Fig. 141.



Fig. 142.



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

Fig. 143.

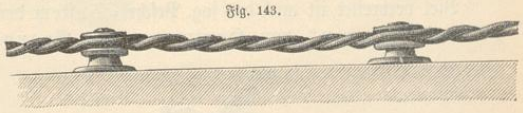


Fig. 144.



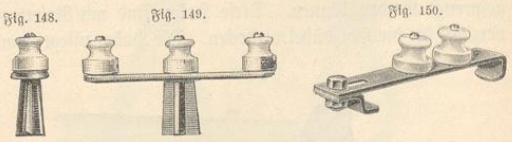
Einfache Porzellanrollen zur Verlegung von Einzelleitungen stellen Fig. 145, 146 in verkleinertem Maßstabe dar; in Fig. 147 sind drei derartige Rollen auf Flacheisen

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.

Fig. 151.



Fig. 152.



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.

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

Fig. 153.

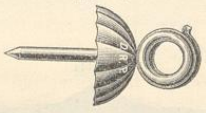
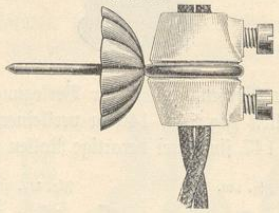
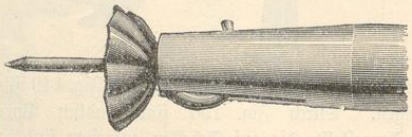


Fig. 154.



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

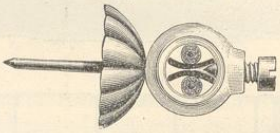
Fig. 155.



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 Preßkeilchen aus Isoliermaterial isolieren und festklemmen lassen.

Fig. 156.



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.

Fig. 157.

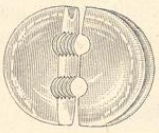


Fig. 158.



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 blanke Draht unmittelbar mit Krammen 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.

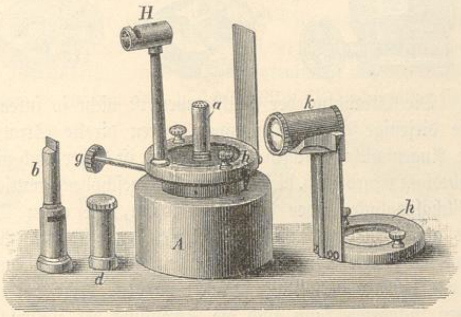
§ 13.

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 Flammenhöhe, 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

Fig. 159.



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 Krüßschen Flammenmaß k, das eine kleine Linse und Mattscheibe enthält, abgelesen werden. Links ist auf dem Ringe h das Hefner'sche Flammenmaß H befestigt; dasselbe 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 Abstande 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 Außengewinde, andererseits durch eine am Fuß angebrachte Kontaktplatte bewirkt. Der Siemenskontakt (Fig. 162 u. 163) wirkt auch bei starken Erschütterungen der Lampe stets sicher. Steckkontakte (Fig. 164) werden auch noch häufig verwandt.

Fig. 160. Fig. 161.

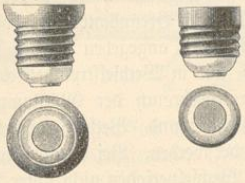
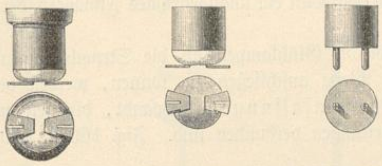
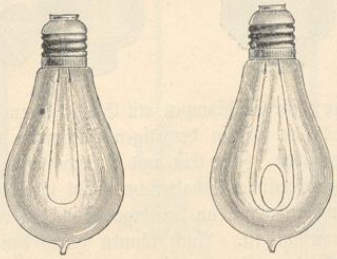


Fig. 162. Fig. 163. Fig. 164.



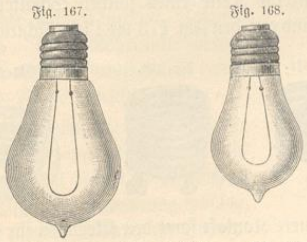
In den Fig. 165 bis 168 sind die gebräuchlichen Formen von Glühlampen mit Edisongewinde für verschiedene Kerzenstärken dargestellt. Für höhere Spannungen etwa 220 bis 250 Volt wird die Lampe häufig auch mit zwei hintereinander geschalteten Glühfäden hergestellt.

Fig. 165. Fig. 166.



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

Fig. 167. Fig. 168.



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 Pouillets 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* verwandt, die fest mit den Stromleitungen verbunden sind. Fig. 169 u. 170 stellen

Fig. 169.

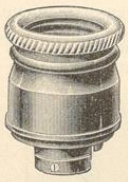
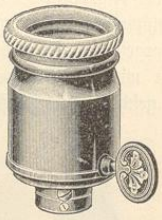


Fig. 170.



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) eingekittet. 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.

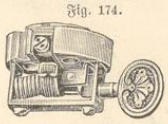


Fig. 175.

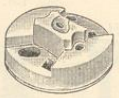


Fig. 176.



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, Glasschalen, 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.

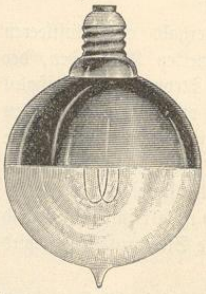


Fig. 183.

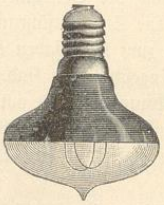


Fig. 184.



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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

Fig. 185.



Fig. 186.

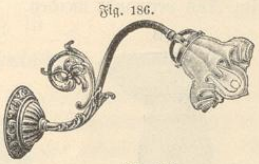


Fig. 187.

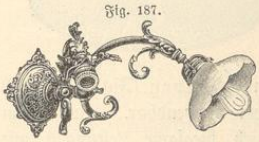


Fig. 188.



Fig. 189.

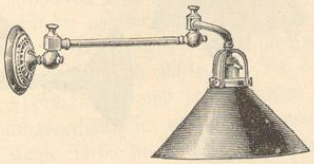


Fig. 190.



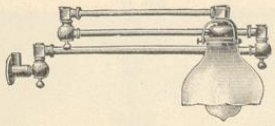
Die Wandarme werden je nach Anforderung und Geschmack in den einfachsten bis zu künstlerisch reich ausgeführten Formen ein- oder mehrarmig ausgebildet (vergl. Fig. 186 bis 189). Die Anordnung ist dem Gaslicht dadurch überlegen, daß man die Glühlampen beliebig, d. h. in horizontaler, vertikaler oder schräger 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.

Fig. 191.



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).

Fig. 192.



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

Fig. 193.



Fig. 194.

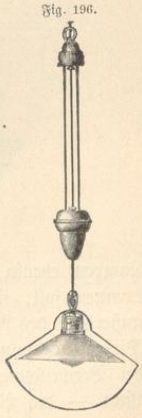


Fig. 195.



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.

Fig. 196.

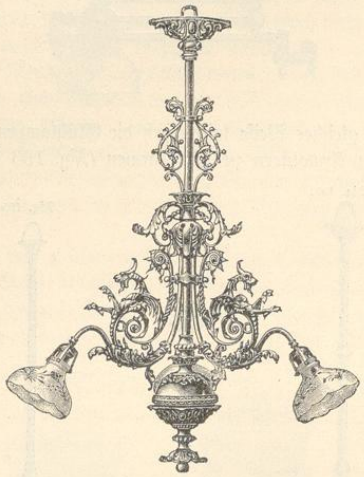


Sollen die Hängelampen der Höhe nach verstellbar angeordnet werden, so kann man, wie in Fig. 196 dargestellt, eine flaschenzugartige Anordnung wählen. Die Lampen werden alsdann an Doppelleitungen aufgehängt, die aus zwei gut voneinander isolierten Kupferlitzen bestehen. Diese Leitungen sind mit einer

zum Tragen der Beleuchtungskörper dienenden Drahtlitze verseilt.

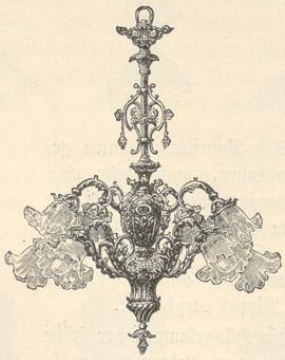
Es können auch beliebig viele Lampen zu einer Krone wie in Fig. 197, 198 vereinigt werden. Sollen in solcher

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 biegsame Leitungen mit

Fig. 201.

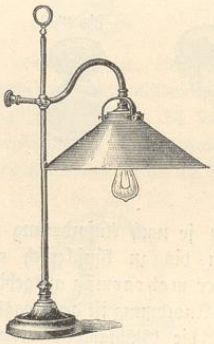


Fig. 202.



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

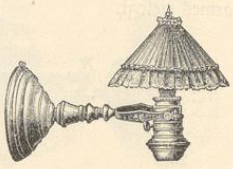
Fig. 203.



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 „Kipplampen" (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.

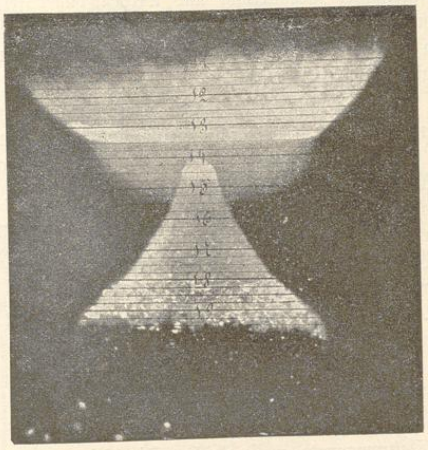
§ 15.

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.

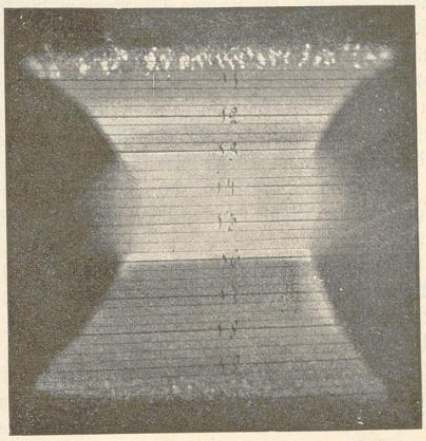
Fig. 206.



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 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.

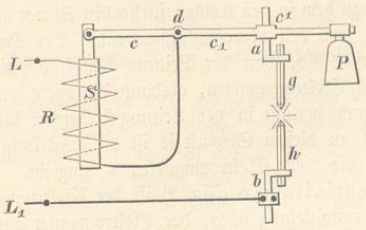


Wirkung des Reflektors brennt nun die obere Kohle etwas langsamer als die untere ab. Bei Verwendung von Reflektoren wird daher gewöhnlich die obere Kohle etwas dünner, als die untere gewählt.

Damit bei Abbrand der Kohlen die Enden derselben in stets gleicher Entfernung gehalten, d. h. also eine konstante Lichtbogenlänge erzielt werde, sind Regliermechanismen 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 c eines in d gelagerten Hebels hängt. An dem anderen Hebelarm c 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 urspüngliche Stellung einnimmt.

Bei den Nebenschlußlampen (Tafel 64, Fig. 1) wird der Elektromagnet nicht durch den die Lampenkohlen 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 Echappement 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 umgiebt. Bei der Differentiallampe (Fig. 2) ist der Elektromagnet mit Hauptstromwickelung oben, der Elektromagnet mit Nebenschlußwickelung 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.

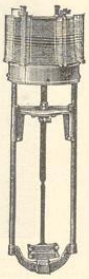
Bei der Wechselstrombogenlampe (Tafel 64, Fig. 3) sind die Kohlenhalter für die obere und die untere Kohle mechanisch derart verbunden, daß der untere Kohlenhalter sich um so viel hebt, als der obere sich senkt. Hierdurch wird erreicht, daß der Lichtbogen stets seine bestimmte Höhenlage beibehält. Außerdem ist in der Höhe des Lichtbogens an den beiden Führungsstangen 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 Effektbeleuchtung, 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 empfindlichster 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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

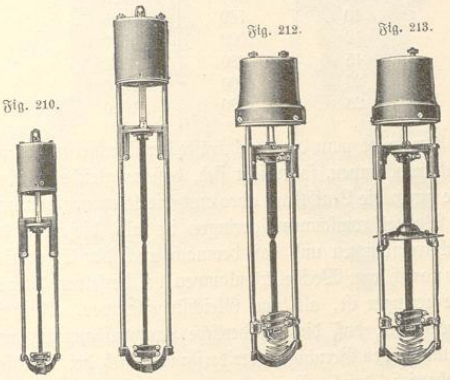
In Fig. 210 bis 213 sind „Bogenlampen mit Kappen" dargestellt, und zwar in Fig. 210 u. 211 Gleichstrombogenlampen für kleine und große Brenndauer (2 bis 10 Ampère),

Fig. 211.

Fig. 212.

Fig. 213.

Fig. 210.



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 Kohlenmateriales. 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 Sparvorrichtungen 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 Vorschaltwiderstände 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 Kohlematerial, 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 daselbst 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 aussendet, 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 Hefnerkerzen 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, Alabasterglasglocke und Opalglasglocke dargestellt. Die Klarglasglocke verschluckt nur wenig Licht, die Strahlungskurve ähnelt noch derjenigen der Lampe ohne Glocke; die Alabasterglocke, 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.

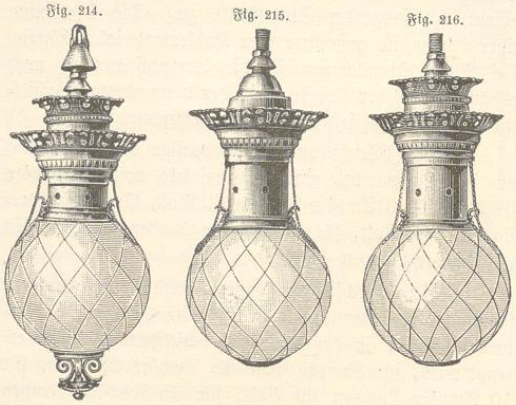
In nachstehender Tabelle sind die mittleren hemisphärischen Leuchtkräfte von Gleichstrom- und Wechselstromlampen bei verschiedenen Stromstärken angegeben.

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 ergiebt sich, daß bei gleicher Stromstärke zwar die Leuchtkraft aber auch die Klemmenspannung 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

Fig. 214. Fig. 215. Fig. 216.



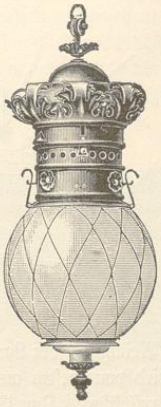
diese direkte Strahlung nicht vertragen können. Um solch' intensive Lichtwirkung in eine, dem Auge erträglichere zu verwandeln, und andererseits, um den Lichtbogen gegen

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

Fig. 217.



Fig. 218.

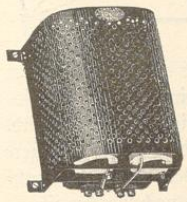


neue Kohlen eingesetzt und Glocke nebst Lampe gereinigt werden sollen. Zu diesem Zweck wird die Glocke mittels Haken an einem Zwischenringe mit Ösen aufgehängt. Ist die Glocke ausgehakt, so hängt sie an Ketten.

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 Kohlenteilchen aufgefangen werden. Gewöhnlich wird die Glocke noch besonders durch Drahtbespinnung geschützt.

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

Fig. 219.

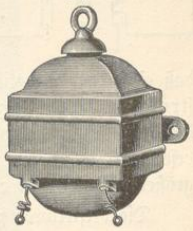


Damit die Bogenlampen ruhig brennen, muß in den Lampenstromkreis ein Beruhigungswiderstand (Fig. 219) geschaltet werden. Bei Nebenschlußlampen sind etwa 30 Proz. der Lampenspannung, bei Differentiallampen etwa 15 Proz. im Vorschaltwiderstand zu vernichten. Beträgt beispielsweise die erforderliche Spannung 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 $^{20}/_{15}$ 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.

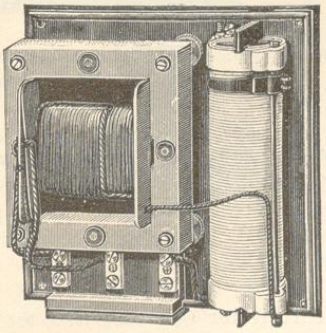
In Wechselstrombetrieben können an Stelle der Beruhigungswiderstände Drosselspulen eingeschaltet werden, wodurch an Energieverbrauch gespart wird. Diese Drosselspulen (Fig. 220) besitzen einen aus Eisenblechen, die voneinander isoliert sind, zusammengesetzten Kern. Um diesen Eisenkern sind Windungen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

Fig. 220.



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

Fig. 221.

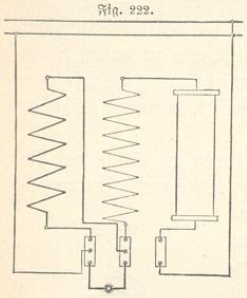


Transformator (Fig. 221) die Spannung auf den zum Brennen der Lampe erforderlichen Wert herabzusetzen.

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.

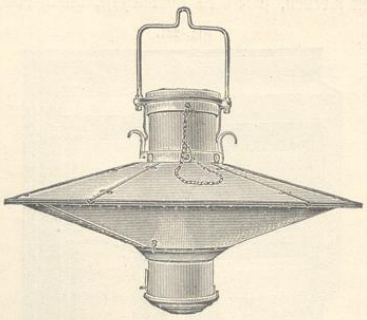
Fig. 222.



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.

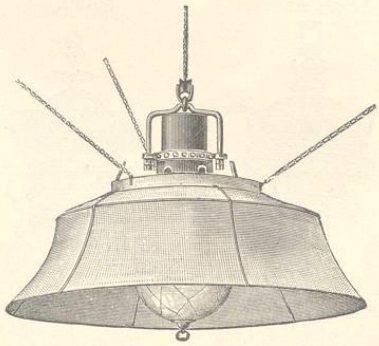
Die Reflektoren zur Erzeugung von zerstreutem Licht werden nach zwei verschiedenen Prinzipien hergestellt. Bei

Fig. 223.



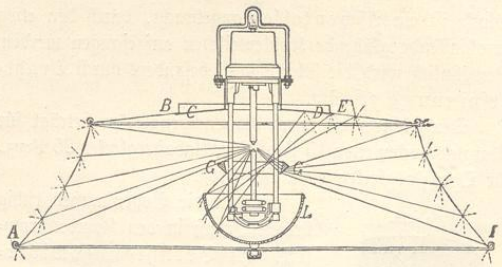
dem Deckenreflektor (Fig. 223) wird das Licht der Bogenlampe auf die Decke und bei dem Oberlichtreflektor (System Hrabowski, Fig. 224) auf einen weißen Schirm geworfen, von dem es zerstreut reflektiert wird. Bei den Deckenreflektoren fällt das von der Bogenlampe ausgestrahlte Licht zunächst auf einen 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 Hrabowski 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.



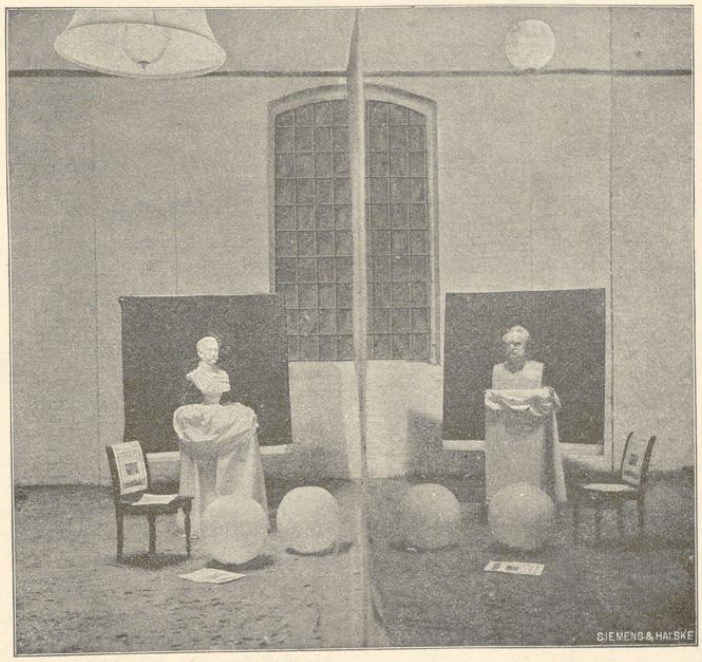
des Lichtstromes den Reflektor direkt trifft, ein anderer Teil durch Vermittelung eines Glasringes GG mit prismatischem Querschnitt auf den Schirm geworfen wird. Letzterer strahlt, da er durchscheinend ist, das Licht zerstreut aus, läßt jedoch einen Teil des Lichtes hindurchdringen, der für die Deckenbeleuchtung noch wirksam ist. — Ein geringer Bruchteil des von der Lampe ausgesandten Lichtstromes wird endlich von einer unten angebrachten, mattierten 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 vorbeschriebenen Deckenreflektor

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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 Schlagschatten 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 Lampe an einem Bügel fest aufgehängt und der Laternenständer für Freileitungen eingerichtet. — Bei der Anordnung Fig. 2 kann die an einem Stahlseil hängende Lampe herabgelassen werden. Die Leitungen sind von der Bogenlampe zu Isolatoren geführt, von diesen — und zwar durch das Innere des Ständers — zu unterirdisch verlegten Kabeln. Die Zuleitungen zur Lampe befinden sich zum Teil im Rohr der Lampe. Die Ausschalter für die einzelnen Stromkreise, in denen meist mehrere Lampen hintereinander geschaltet sind, werden unten im Rohre des Laternenständers 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 ausbalanziert. 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 ausbalanziert. Der Strom wird der Lampe durch zwei biegsame, isolierte Leitungen zugeführt. Bei der Aufhängevorrichtung (Fig. 229) sind die beiden Zuleitungen für

Fig. 227.

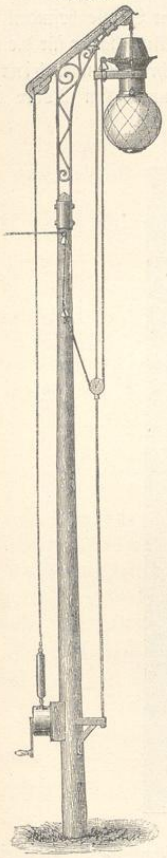


Fig. 228.

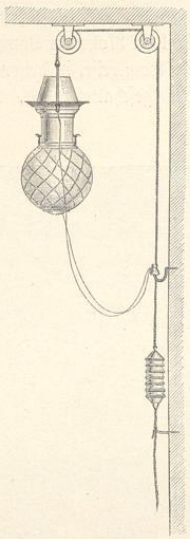
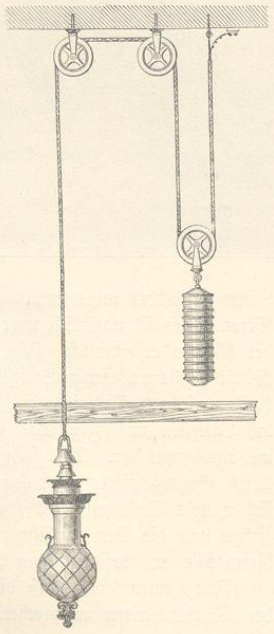


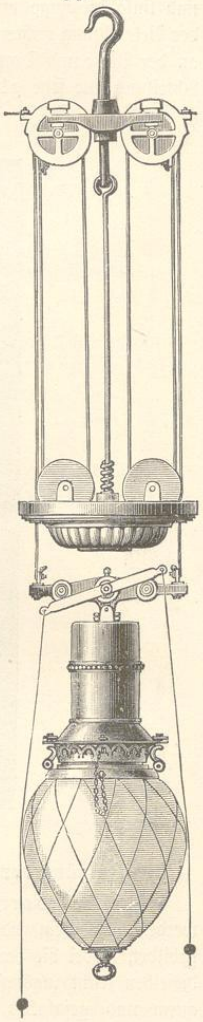
Fig. 229.



den Strom mit dem Aufhänge-Stahldrahtseil 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.

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.

Fig. 230.



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, — liest man so schnell wie bei Tageslicht; als hygienisches Minimum gelten 10 Meterkerzen. Für rohe Werkstattsarbeiten 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

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

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.

Durch farbige Glocken, 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 Auslöschen 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 Verbande 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 ätzende, 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 (Isolierglocken, 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

 Glühlampe mit Fassung ohne Hahn;

 Glühlampe mit Hahnfassung;

vorstehende Zeichen bedeuten zugleich hängende Lampen.

 Lampen auf Wandarmen;

 Lampen auf Kandelabern;

 Tragbare Lampen;

 Krone mit 5 Lampen; die beigefügte Ziffer bedeutet die Zahl der Lampen;

 Krone mit 5 Lampen ohne und 3 Lampen mit Hahn.

In blauer Farbe anzugeben:

Ⓐ Bogenlampe mit Angabe der Ampèrezahl.

In schwarzer Farbe anzugeben:

Wandfassung, Anschlußstelle;

Ausschalter;

Umschalter;

Zweileiterschalttafel;

Dreileiterschalttafel;

Sicherheitsschalter;

Widerstand;

Blitzableiter;

Elektromotor;

M M
2 3 Elektrizitätszähler für Zwei- bezw. Dreileitersystem;

Akkumulatorenbatterie.

In bunter Farbe anzugeben:

Leitungslinien in blau, soweit dieselben in anderen Geschossen verlaufen, in grün, gelb u. s. w.

Hin- und Rückleitung;

Einzeldraht;

Dreileiter.

Für Umhüllungen und Isolierungen:

B = blanker Draht; KB = blankes Bleikabel;
J = isolierter Draht; KA = asphaltiertes Bleikabel;
Gi = Gummileitung; KBA = asphaltiertes und armiertes Bleikabel.

§ 20.

Beispiel einer Beleuchtungsanlage

(mit Verteilungsplan auf Tafel 67).

Bei Herstellung einer Beleuchtungsanlage ist die Art der Beleuchtung der einzelnen Räume (ob Bogenlicht oder Glühlicht), auch die Lichtverteilung (ob Einzellampen, Kronen- oder Bogenlampen), die Leitungsführung und die Abmessung der Leitung genau festzustellen. Die Leitungen müssen so bemessen sein, daß kein höherer Spannungsverlust, als im Maximam 1,5 Volt, auftritt.

Bei der Hotelanlage, deren Verteilungsplan für das Erdgeschoß auf Tafel 67 dargestellt ist, wurde die Maschinenstation im Kellergeschoß untergebracht. Hier wird die Spannung konstant gehalten. Von der Hauptverteilungstafel im Erdgeschoß führen dann Steigleitungen nach den einzelnen Stockwerken. Dieselben bestehen aus Kupferschienen, die auf Porzellanschienenklemmen verlegt sind. In den einzelnen Stockwerken können sämtliche Leitungen von einer Verteilungstafel abgezweigt werden, wodurch man erreicht, daß die Sicherungen für die einzelnen Stromkreise centralisiert sind. Im vorliegenden Falle ist vorgezogen worden, in jedem Stockwerk drei bis vier Verteilungstafeln anzuordnen, zu denen von den Steigleitungen starke Stromzuleitungen führen. Diese Verteilungstafeln Nr. I bis IV des Erdgeschosses sind an geeigneten Stellen des Wintergartens angebracht. Hierdurch wird an Kupfermaterial gespart, und die Spannungsverluste in den Leitungen werden durch Verringerung der Abzweiglängen vermindert.

Von den Verteilungstafeln werden die mit Abschmelzsicherungen versehenen Doppelleitungen, die zu den einzelnen Lampen oder Kronen führen, abgezweigt. Die Leitungen pflegt man einzeln in Gummiröhren, doch so zu verlegen, daß sie in der Ansicht nicht störend wirken. Die Ausschalter für die einzelnen Lampenstromkreise sind an passenden Stellen, z. B. in der Nähe der Thüren, angebracht. Aus dem Plan Tafel 67 ist die Lichtverteilung und die Art der Lampen für die einzelnen Räume zu ersehen.

In den übrigen Stockwerken ist die Anordnung ähnlich, so daß der Plan des Erdgeschosses genügen dürfte, um ein Bild der Gesamtanlage zu erhalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Drittes Kapitel.

I. Gasbeleuchtungsanlagen in Gebäuden.

§ 1.

Geschichtliches. Um die Einführung der Gasbeleuchtung haben sich besonders verdient gemacht der Franzose Philipp le Bon und der Engländer William Murdoch. Letzterer beleuchtete bereits im Jahre 1802 das Etablissement von James Watt mit Gas; sein Schüler war der talentvolle Samuel Clegg. Mit Hilfe dieses genialen Ingenieurs gelang es dem deutschen Hofrat Winzer (Winsor), die von ihm unter dem Namen „London- & Westminster-Gaskompanie" gegründete Gesellschaft lebensfähig zu machen. Die Pfarrei St. Margareth in Westminster war derjenige Stadtteil Londons, welcher das erste Gaslicht erhielt, und der 1. April 1814 ist als das Datum der Einführung des Gaslichtes zur Straßenbeleuchtung in Europa[1]) zu betrachten.

In den größeren Städten Deutschlands erlangte die Gasbeleuchtung Verbreitung durch die Imperial-Continental-Gas-Association in London, welche im Jahre 1825 Hannover und 1826 Berlin mit Gaseinrichtung versah. 1828 erhielt Dresden (durch Blochmann) und Frankfurt a. M. (durch Schiele) Gasbeleuchtung. — Nach 1850 ist die Einführung des Gaslichtes auch in den deutschen Mittelstädten häufiger geworden.

Litteratur. Das erste und vollständigste Werk über diese Materie ist:

Dr. N. H. Schilling, Handbuch für Steinkohlen-Gasbeleuchtung. 2 Bde. 3. Auflage. München 1878.

Ferner nennen wir:

Em. Schreiber, Das Kochen und Heizen mit Gas. Weimar 1861.
Dr. F. Jahn, Die Gasbeleuchtung und die Darstellung des Leuchtgases. Leipzig 1862.
J. H. W. Ilgen, Die Gasindustrie der Gegenwart. 1874.
Redtenbacher, Resultate des Maschinenbaues. 6. Auflage. 1875.
Jul. Quaglio, Katechismus der Gasindustrie für Gasingenieure. 1876.
Friedr. Siemens, Bericht über die Smoke-Abatement-Exhibition. 1882.
J. G. Wobbe, Die Verwendung des Gases zum Kochen, Heizen und in der Industrie. 1885.
D. Coglievina, Handbuch der Gasinstallation. 1889.
L. G. Aschner, Der praktische Gasinstallateur. 1891.
Dr. E. Schilling, Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung des Steinkohlenleuchtgases (zugleich Nachtrag zu dem N. H. Schilling'schen Werke). 1892.
K. A. F. Töpfer, Der praktische Gasschlosser. 1893.
Dr. Homann, Die aichfähigen Gasmesser-Konstruktionen. 1894.
W. Gentsch, „Gasglühlicht". Dessen Geschichte, Wesen und Wirkung. 1895.
D. O. Pfeiffer, Das Gas als Leucht-, Heiz- und Kraftstoff. Mit Vorwort von Prof. Dr. Meidinger. 1896.
Journal für Gasbeleuchtung und verwandte Beleuchtungsarten. Herausgegeben von Prof. Dr. Bunte. 1899.
Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Heiz- und Lüftungstechnik. Berlin 1899.

[1]) Der Amerikaner Henfrey beleuchtete (mit Gas aus Braunkohle) schon im Jahre 1801 einen Saal in Baltimore und 1802 einen Belustigungsort zu Richmond in Virginien.

§ 2.

Die Intensität des Lichtes.

Aus der Lehre vom Licht ist bekannt: daß die Helligkeit einer beleuchteten Fläche sich mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle und dem Kosinus des Einfallswinkels der Lichtstrahlen ändert, d. h. die Intensität der Beleuchtung nimmt im umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernung und mit wachsendem Einfallswinkel ab.

Bezeichnet:
J die Intensität der Lichtquelle,
h die Höhe der Lichtquelle über der wagerechten Ebene,
a die Entfernung eines Flächenteilchens u der Ebene, vom Fußpunkt der Lichtquelle,
α den Einfallswinkel, unter dem der Lichtstrahl das Flächenteilchen u trifft,

so ist die Beleuchtung $L = \frac{J \cos. \alpha}{h^2 + a^2}$.

§ 3.

Meßapparate.

Zum Messen der Leuchtkraft des Gases bedient man sich der Photometer. Am gebräuchlichsten sind: Das Photometer von Bunsen und die Photometer von Lummer und Brodhuhn.

Das Bunsen'sche Photometer besteht im wesentlichen aus einem Papierschirm, in dessen Mitte sich ein aus Stearin oder Wachs gemachter Fettfleck befindet. Dieser Fleck erscheint hell auf dunklerem Grunde, wenn der Schirm von der Rückseite her stärker beleuchtet ist als von der

Vorderseite. Der Schirm wird auf einer graduierten Meßlatte, der sogen. „optischen Bank“ aufgestellt, an welcher drei Schieber angebracht sind. Der mittlere Schieber trägt den bereits erwähnten Papierschirm mit Fettfleck, die anderen beiden dienen als Träger der Lichtquellen L und l, mit denen man Versuche anstellen will.

Fällt nun auf den mit Fettfleck versehenen Papierschirm von zwei entgegengesetzten Seiten Licht, und ändert man die Stellung des Schirmes auf der Photometerbank so lange, bis der Schirm an beiden Seiten gleich stark beleuchtet ist, so verschwindet der Fettfleck.[1]) Diese Erscheinung wird zum Messen benutzt und mit Hilfe dieser Vorrichtung wird der Beweis geführt, daß die Intensitäten der beiden Lichtquellen L und l sich umgekehrt verhalten wie die Quadrate ihrer Entfernungen von dem Schirme.

Die Leuchtkraft einer Gasflamme von bekanntem, stündlichen Konsum kann nun mittels des Photometers verglichen werden mit einer bestimmten Lichteinheit, nämlich einer Paraffinkerzenflamme, einer Öllampe von bestimmtem Ölverbrauch, oder einer anderen, in atmosphärischer Luft freibrennenden Lampenflamme. Die als Lichteinheit benutzte Flamme nennt man „Normalflamme“.

Nach den Normen des Vereines der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands galt bis zum Jahre 1890 als Lichteinheit die Flamme einer reinen Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser, von denen sechs Stück genau 500 g wiegen. Sie wurde im Jahre 1865 als „Vereinskerze“ vorgeschlagen und offiziell eingeführt. Die Normalkerze hat die weiteste Verbreitung in Deutschland gefunden, aber die Übelstände, welche Kerzen als Lichtquellen besitzen, waren dadurch nicht beseitigt. Krüß[2]) fand bei seinen Versuchen, daß die Schwankungen in der Flammenhöhe der Paraffinkerzen bis 30 Proz. betrugen, ein Umstand, der wenig für die Kerze als Lichteinheit spricht; selbst bei geputztem Docht und normaler Flammenhöhe (50 mm) betrugen die Schwankungen im Mittel 7,7 Proz. Die Schwankungen der Lichtintensität stiegen bei Paraffinkerzen sogar bis 13 Proz.

Sollen Normalkerzen als Lichteinheit benutzt werden, so ist es also unbedingt nötig, die richtige Normalflammenhöhe mit einem optischen Flammenmaß herzustellen. Ein solches Flammenmaß ist von Krüß konstruiert und dargestellt im Nachtrage zu Schillings Handbuch von Dr. E. Schilling, Seite 148, Fig. 103.

Die Unsicherheit, welche auf dem Gebiete der Lichtmessung infolge der mangelhaften Einheiten herrschte, führte sodann zur Aufstellung einer neuen Einheit der Lichtstärke, und zwar in der Flamme der „Amylacetatlampe“ von Hefner-Alteneck. Dieselbe ist bereits im vorhergehenden Kapitel unter § 13 beschrieben und in Zeichnung dargestellt. Sie besteht aus einem mit reinem, essigsauren Amyl gefüllten Behälter, dessen aufgeschraubter Kopf ein Neusilberröhrchen von 8 mm lichter Weite und 25 mm Höhe mit darin befindlichem Docht trägt. Die Flammenhöhe wird an einem Visier abgelesen und die Lichtstärke, welche dieselbe in reiner Luft brennend in wagerechter Richtung giebt, nennt man „Hefnerlicht“.

Nach den Beschlüssen des Vereines der Gas- und Wasserfachmänner, der im Jahre 1890 zur Einführung des Hefnerlichtes als Lichteinheit Stellung nahm, wurde das Verhältnis der Leuchtkraft einer Hefnerlampe, verglichen mit der Leuchtkraft der Vereinsparaffinkerze, festgestellt wie 1 : 1,20.

Anm. Nach den Versuchen der Lichtmeßkommission des Deutschen Vereins hat sich ergeben, daß für gleiche Helligkeit:

1) eine deutsche Paraffinkerze gleich ist 1,22 Hefnerlicht,[1])
2) „ englische „ „ „ 1,15 „

In Frankreich dient als Normalflamme die Flamme einer Carcellampe mit 42 g stündlichem Ölverbrauch. Es soll das Pariser Gas bei einem stündlichen Konsum von 105 l in einem Argand-Bengel-Brenner so viel Licht entwickeln, wie die vorgenannte Carcellampe.

Die Lichteinheit in England ist die Normalspermacetikerze, welche 120 grains (7,78 gr) Spermacet pro Stunde verbrennt. Normalbrenner ist Suggs London-Argand-Brenner Nr. 1.

Aus nachstehender Tabelle sind die Äquivalente gleicher Leuchtkraft, bezogen auf das Hefnerlicht als Einheit, zu entnehmen.

Hefnerlicht 40 mm Flammenhöhe	Deutsche Vereins-Paraffinkerze 50 mm Flammenhöhe	Englische Wallrathkerze (sperm. candle) 120 grains Konsum pro Std. = 45 mm Flammenhöhe	Münchener Stearinkerze 52 mm Flammenhöhe	Carcellampe 42 g Ölverbrauch pro Stunde
1,000	0,833	0,910	0,733	0,095
1,200	1,000	1,092	0,887	0,114
1,099	0,915	1,000	0,806	0,104
1,364	1,136	1,241	1,000	0,130
10,526	8,768	9,600	7,716	1,000

1) Man wird jedoch den vom Verein festgesetzten Wert als richtig annehmen dürfen, daß

1 deutsche Paraffinkerze = 1,2 Hefnerlicht.

1) Die Empfindlichkeit des Bunsen-Photometers wird aber — wie Weber nachgewiesen hat — dadurch bedeutend vermindert, daß der Fettfleck einen Teil des darauffallenden Lichtes hindurchläßt. Diesen Mangel hat Lummer zu beseitigen gesucht, indem er den Schirm durch zwei geeignet behandelte Papierblätter ohne Fettfleck ersetzt. Das vom Schirm ausgehende Licht fällt auf die Spiegel im Photometerkopf, welche es auf die Kathetenflächen einer Prismenkombination werfen. Vergl. E. Schilling. Nachtrag. München 1892. S. 139. Auch Elster suchte den Fettfleck durch einen unveränderlichen Körper zu ersetzen.

2) Journal für Gasbeleuchtung 1883, S. 511.

Auch die Flächenhelligkeit wird in Meterkerzen ausgedrückt; sie giebt diejenige Helligkeit an, mit der eine weiße Fläche in 1,0 m Abstand und bei senkrechtem Lichteinfall von der gleichen Anzahl Kerzen beleuchtet werden würde. In der Praxis handelt es sich nun meistens um Flächenhelligkeiten und eine rechnerische Vorherbestimmung ist selten möglich, weil ein Teil des Lichtes verschluckt, ein anderer Teil reflektiert und die Farbe der Umschließungswände von unmeßbarem Einfluß ist. Endlich muß bei Verteilung der Lichtquellen berücksichtigt werden, daß dieselben unter verschiedenem Winkel sehr verschiedene Lichtstärken ausstrahlen (vergl. die ausführliche Behandlung dieser Materie in § 16 des II. Kapitels und die graphische Darstellung der Strahlungskurven auf Taf. 65). Der Leser wird aus diesen interessanten Mitteilungen ersehen haben, daß es sich bei der Beleuchtung von Innenräumen in der Regel nur um die „nach unten" ausgestrahlte Lichtmenge handelt, da die Decken und höher gelegenen Wandteile genügendes Licht mittelbar empfangen. Auch die Farbe der Lichtquelle ist von großer Wichtigkeit in Bezug auf die Beleuchtung von Innenräumen. — Vergleiche zwischen den einzelnen Lichtarten, insbesondere zwischen elektrischem und Gaslicht findet der Leser im § 18 des II. Kapitels unter der Überschrift „Lichtverteilung".

§ 4.

Zur Herstellung des Leuchtgases im großen Maßstabe bedient man sich meist der Steinkohlen; aber auch aus Holz, Torf und Braunkohlen, sowie aus Erd- und Mineralölen, Fettabfällen u. s. w. wird im kleineren Maßstabe Gas bereitet, wobei der Herstellungsprozeß in der Regel auf der trockenen Destillation der zur Verwendung gelangenden Stoffe und einem sich anschließenden Reinigungsverfahren beruht. Hierbei ist die Natur des zu vergasenden Rohstoffes maßgebend für die Konstruktion der Anlage.

Die Vergasung der Steinkohlen[1]) erfolgt bekanntlich in Retorten aus feuerfestem Thon (Chamotte), während man zur Vergasung der Öle und anderer Substanzen in der Regel gußeiserne Retorten verwendet. Die neuere Gastechnik bedient sich zum Betriebe der Retortenöfen meistens der Gasfeuerung, wobei an Brennmaterial gespart und eine gleichmäßige Ofentemperatur erzielt wird.

Um das in den Retorten entwickelte Leuchtgas von Teer, Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff zu befreien, muß dasselbe sorgfältig gereinigt werden. Die Entfernung des Teeres erfolgt durch Abkühlung des Gases im Teerscheider, wobei sich der Teer verdichtet. Ammoniak und andere verunreinigende Bestandteile werden aus dem Gase durch Auswaschen desselben im sogenannten Skrubber oder anderen Waschapparaten entfernt.

Auf anderen Grundlagen als das gewöhnliche Verfahren der Vergasung von Steinkohlen beruht das sogenannte Wassergasverfahren und tritt dieser Herstellungsprozeß eigentlich aus dem Rahmen der Steinkohlengasbereitung heraus. Das Wassergas wird nämlich dargestellt durch Zuleiten von Wasserdampf über glühendes, kohlehaltiges Material; das gewonnene Gas besteht im wesentlichen aus Wasserstoff und Kohlenoxyd nebst Beimischung von Kohlensäure und Grubengas. Es hat also nur geringe Leuchtkraft, auch geringere Heizkraft als das gewöhnliche Leuchtgas. Aber die Herstellungskosten sind niedrig und können dadurch bis 50 Proz. Ersparnisse erzielt werden. Die Leuchtkraft wird durch leicht zu verflüchtigende Kohlenwasserstoffe (Benzin, Petroleumäther u. s. w.), mit denen sich das Gas schwängert, gewonnen, oder es wird das Gas durch ein Gefäß mit Naphthalin geführt, bevor es in den Brenner eintritt; durch die Flammenwärme verdunstet hier das Naphthalin.

Wo der Anschluß einzelner Häusergruppen, Krankenhäuser u. s. w. wegen Beschaffung umfänglicher Rohrleitungen die Anlage eines eigenen Gaswerkes erfordert, da wird es sich in der Regel nur um Herstellung von Wassergas oder Ölgas handeln; ersteres ist vorzuziehen, wenn lediglich Leuchtzwecke in Betracht kommen.

Über die Zusammensetzung des Leuchtgases an verschiedenen Produktionsorten giebt nachstehende Tabelle Aufschluß:

	Schwere Kohlenwasserstoffe	Grubengas	Wasserstoff	Kohlenoxydgas	Kohlensäure	Sauerstoff
Berliner Leuchtgas aus Oberschlesischer Kohle	0,051	0,340	0,497	0,095	0,025	—
Dresdener Gas . . .	0,030	0,334	0,487	0,080	0,015	0,014
Frankfurter Gas . .	0,040	0,326	0,498	0,088	0,023	—
Pariser Gas	0,058	0,331	0,501	0,063	0,015	0,005
London, Gas Light & Coke Co.	0,044	0,376	0,480	0,037	—	0,003
Gas aus Cannelkohle .	0,245	0,584	0,105	0,066	—	—

1) Holz- und Torfgasanstalten haben in Deutschland heutzutage kaum eine wirtschaftliche Bedeutung, weil die betreffenden Gase sehr geringen Leuchtwert besitzen. Erst durch Zusätze oder Glüheinrichtungen gewinnen sie an Leuchtkraft, wie dies beim Wassergas nachstehend beschrieben ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 5.

Das Leuchten der Flamme.

Wenn man die Verbrennung eines Gases, beispielsweise diejenige eines entzündeten, wasserstoffhaltigen Gasstromes untersucht, findet man, daß die an sich wenig leuchtende Flamme aus drei verschiedenen Teilen besteht, nämlich:

1) Einem inneren, dunklen Kerne a, in dem das brennbare Gas noch unverändert ist. Hält man das Ende eines Metallröhrchens in diesen Teil der Flamme, so tritt am anderen Ende desselben Wasserstoffgas aus;

2) einer Flammenhülle b, welche a umgiebt und den am stärksten leuchtenden Teil der Flamme bildet. Hält man ein leicht reduzierbares Metalloxyd in die Flamme, so wird der Sauerstoff desselben ausgeschieden: man nennt daher diesen Teil den reduzierenden Teil der Flamme;

3) der äußersten, wenig leuchtenden, die Teile a und b umschließenden Flammenregion c. Hier ist der Sauerstoff im Übermaß vorhanden und die Verbrennung eine vollständige; man nennt diese Region den oxydierenden Teil der Flamme.

Wir unterscheiden nun an der Flamme zunächst die Leuchtkraft. Eine Flammenbildung tritt nur da auf, wo gasförmige Körper (z. B. Wasserstoffgas oder Sumpfgas) verbrennen; jede Flamme ist also ein glühendes, brennendes Gas.

Wir haben aber zu unterscheiden: leuchtende und nichtleuchtende Flammen. Die Wasserstoffflamme leuchtet nicht, die Sumpfgasflamme nur sehr wenig; dagegen leuchten Kerzen-, Petroleum-, Leuchtgasflammen, weil sich in denselben fast ausnahmslos ein fester Körper ausscheidet, der, zum Glühen erhitzt, Licht ausstrahlt. Bei den gewöhnlichen Flammen scheidet sich Ruß, d. h. Kohlenstoff in mikroskopisch feiner Zerteilung, aus, der, durch die hohe Verbrennungstemperatur der Flamme erhitzt, zum Glühen kommt und demzufolge Licht ausstrahlt. Diese Thatsache hat zuerst Sir Humphrey Davy ausgesprochen; seine Versuche „über die leuchtenden Kerzenflammen" sind beschrieben in den Phylosophical-Transactions 1817.

Bei den gewöhnlichen leuchtenden Flammen kommt ganz besonders die Bildung von Aethylen, einem Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung C_2H_4, in Betracht. Aethylen entsteht bei der trockenen Destillation von Steinkohlen.[1]) Leitet man dasselbe durch glühende Röhren, so zerfällt es in Methan und Kohlenstoff.[1]) Jedenfalls beruht das Leuchten gewöhnlicher Flammen auf der Zersetzung des Äthylens und gleichwertiger Kohlenwasserstoffe in der Hitze.

Es ist nun zwar bekannt, daß unter Umständen auch Flammen, in denen feste Körper nicht zugegen sind, auch ein glänzendes Licht ausstrahlen, aber in gewöhnlichen Fällen, namentlich bei allen in der Beleuchtungsindustrie vorkommenden Methoden, kommt das Leuchten der Flamme nur dadurch zu stande, daß sich aus derselben feste Körper ausscheiden, oder daß solche in die Flamme hineingebracht werden, die dann, zum Glühen erhitzt, Lichtstrahlen emittieren. Bringt man z. B. in die nicht leuchtende Flamme eines sogenannten Bunsenbrenners[2]) einen festen Körper, z. B. eine Spirale aus Platindraht, so entsteht schon ein gewisser Lichteffekt. Das Hauptprinzip der Beleuchtungstechnik besteht also darin, daß feste Körper in den Zustand der Weißgluth versetzt werden, denn nur feste, weißglühende Körper strahlen ein Licht aus, das dem Sonnenlicht ähnlich ist, Strahlen von jeder Brechbarkeit und ein kontinuierliches Spektrum zeigt. Zur Weißgluth läßt sich aber fast jeder feste Körper bringen, wenn er nicht schon unter dieser Temperatur schmilzt. In den meisten Flammen scheidet sich jedoch Kohlenstoff freiwillig in feiner Verteilung aus und nachdem er seine Aufgabe (nämlich die des Leuchtens) erfüllt hat, verbrennt er zu gasförmiger Kohlensäure (CO_2). — Ist der Gasdruck im Brenner zu hoch und kann die zur Flamme hinzutretende Verbrennungsluft sich nicht genügend mit dem Gase mischen, so verbrennen die Kohlenteilchen nicht vollständig zu Kohlensäure, sondern zu Kohlenoxyd und geben nicht eine hellweiße, sondern eine gelbrötliche Flamme, oder aber, es wird Kohlenstoff unverbrannt ausgeschieden; in diesem Falle „rußt" die Flamme.

Es ist nun für die Theorie von hohem Interesse, festzustellen, ein wie großer Teil der durch die Verbrennung gewöhnlicher Leuchtflammen entwickelten Energie in Licht und welche Energiemenge in Wärmestrahlen umgewandelt wird. Hierüber giebt uns, außer älteren Arbeiten von **Tyndall**, die preisgekrönte Schrift von Helmholtz[3]) Aufschluß. — Nach den Versuchen desselben beträgt die Licht- und Wärmestrahlung bei leuchtenden Gasflammen 8,5 Proz. der insgesamt entwickelten Verbrennungswärme.

1) Auch bei der trockenen Destillation des Wachses und Stearins wird Äthylen entwickelt.

1) $C_2H_4 = CH_4 + C$. Der Kohlenstoff bedingt im glühenden Zustande das Leuchten, während das Methan für die Leuchtkraft unwirksam bleibt, da es zu CO_2 und Wasser verbrennt.

2) Durchschnitt und Ansicht eines gewöhnlichen Bunsenbrenners findet der Leser dargestellt in J. Lorscheid, Lehrbuch der anorganischen Chemie, Fig. 58 u. 59, S. 114.

3) Helmholtz, Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase. Berlin 1890.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei einem gewöhnlichen Argandbrenner wurden, im Vergleich zu seiner Verbrennungswärme, 12 Proz. in Wärmestrahlen umgesetzt. Die Ausbeutung der im Gase aufgespeicherten Gesamtenergie ist also bei der Gasbeleuchtung sehr gering und es mußte das Bestreben der Beleuchtungstechnik dahin gerichtet sein, die in Form von Wärmestrahlen verloren gehende Energie wenigstens teilweise in Licht umzusetzen, zu welcher Maßnahme die Konkurrenz mit dem elektrischen Licht entschieden hinwies.

§ 6.

Zur Erhöhung der Leuchtkraft der Flammen können die verschiedensten Wege eingeschlagen werden. Zunächst hat man versucht — durch die Hitze der abgehenden Gase — das Leuchtgas und die Verbrennungsluft vorzuwärmen, wodurch der ausgeschiedene Kohlenstoff infolge höherer Flammentemperatur auf helle Weißgluth erhitzt wird. Auf diesem Prinzip beruhen die sogenannten „Regenerativbrenner", welche im § 10 eingehender Besprechung unterzogen werden sollen.

Man hat auch versucht, das Leuchtgas zu „karburieren", d. h. mit Dämpfen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen zu imprägnieren („karburiertes Gas"). Daß man in der Praxis Wassergas durch Mischung mit Benzoldämpfen zum Leuchten bringt, wurde bereits oben (§ 4) besprochen.

Endlich war man seit Jahren bestrebt, in die nicht leuchtende Flamme fremde, feste Körper von geeigneter Form hineinzubringen, die ein intensives Licht ausstrahlen, wenn sie zum Glühen erhitzt werden. Diese Beleuchtungsart wird Incandescenz- oder Gasglühlicht-Beleuchtung genannt und bezeichnet in theoretischer Beziehung einen hochwichtigen Fortschritt, da die Oberfläche der ausgeschiedenen Kohlenstoff-Partikelchen, welche das Leuchten der Gasflammen bedingen, im Vergleich zur Oberfläche eines festen Glühkörpers verschwindend gering ist.

1) Der erste, der einen Glühkörper beschrieb, war der englische Ingenieuroffizier Thomas Drummond; er schlug zur Erzeugung eines intensiven Lichtes vor, in der Flamme eines Knallgasgebläses Kalk [1]) bis zur Weißgluth zu erhitzen. Eine technische Anwendung für Beleuchtungszwecke hat das Drummond'sche Kalklicht (Hydrooxygenlicht) aber nicht erlangt, weil die Verwendung von Knallgas leicht Explosionen im Gefolge haben kann.

2) Es wurde oben erwähnt, daß man eine nicht leuchtende Flamme zum Leuchten bringt, indem man feinen Platindraht in dieselbe einführt. Auf eine derartige Vorrichtung wurde i. J. 1839 dem Engländer Cruckschanks ein Patent erteilt. Cruckschanks stellte ein Körbchen aus feinster Platindrahtgaze her, welches mit einem Kalküberzug versehen und in Wasserstoffflammen bis zur intensiven Lichtausstrahlung erhitzt wurde.

3) Erwähnenswert ist auch das amerikanische Patent von de Khotinsky aus dem Jahre 1881 (patentiert im Deutschen Reiche unter Nr. 14689). Als Glühkörper werden massive Stifte aus den Oxyden des Calciums, Bariums und Strontiums u. s. w. benutzt. In seinem Patent legt de Khotynsky besonderes Gewicht auf seine Sauerstofflampe, wodurch sich das Patent schon von vornherein von der späteren Auer'schen Erfindung — die überdies fein zerteilte Glühkörper benutzt — unterscheidet.

4) C. Clamond [1]) in Paris, der Körbchen aus Magnesia herstellte und diese durch die Bunsenflamme erhitzte, mag nicht unerwähnt bleiben; ein intensives Licht geben die Körbchen allerdings nicht.

5) Ein wichtiger Vorschlag auf dem Gebiete der Beleuchtung mit Incandescenzlicht rührt her von Otto Fahnehjelm [2]) in Stockholm. Seine Glühkörper aus Magnesia sind in der That technisch verwendbar, falls Wassergas zur Verfügung ist. Sie bestehen aus einer großen Anzahl nebeneinander gestellter glatter, runder Nadeln aus Magnesia, die zu kammförmigen Glühkörpern zusammengesetzt und über Gasflammen gehängt werden. Ihrer allgemeinen Anwendung steht der Umstand entgegen, daß man Wassergas bisher nur in seltenen Fällen zur Verfügung hat.

Nach diesen geschichtlichen Bemerkungen über die wichtigeren Vorgänger der Gasglühlichtbeleuchtung wenden wir uns nunmehr zu den für die moderne Beleuchtungstechnik bahnbrechenden Erfindungen des Dr. Karl Auer v. Welsbach. Auer verwendet verbrennliche Gewebe aus Pflanzenfasern, imprägniert dieselben mit Salzlösungen bestimmter, seltener Erden, die sich beim Glühen zersetzen und das Oxyd zurücklassen. Als Imprägnierungssalze werden die Nitrate, Sulfate und Acetate der Erden benutzt. Charakteristisch für die Auer'schen Glühkörper ist die höchst feine Verteilung der beim „Veraschen" der Gewebe entstehenden Oxyde. Für die Oxydgemische der Glühkörper kommen neuerdings nur Thoroxyd und Ceroxyd in Betracht. Die Imprägnierungsflüssigkeit ist eine etwa 30proz. Lösung von Thornitrat mit mehr oder weniger Cernitrat. Die weiteren Angaben über Herstellung der Glühkörper, deren Aufhängung und die dazu erforderlichen Formen des Brenners sind eingehend besprochen und zeichnerisch dargestellt in § 11.

1) An Stelle des Kalkes schlug C. Tessié de Motay vor, Zirkonsäure zur Incandescenzbeleuchtung zu benutzen und nahm darauf im Jahre 1868 ein französisches Patent. Wegen der Schwierigkeiten fabrikmäßiger Herstellung von Sauerstoff hat dieses Verfahren — außer zu wissenschaftlichen Zwecken — Verwendung nicht gefunden.

1) Vergl. D. R. P. Nr. 16640 u. ff.

2) Vergl. D. R. P. Nr. 29498 v. 18. Novbr. 1883.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

§ 7.

Zuleitung des Gases ins Innere der Gebäude.

Die Abgabe des Leuchtgases von der Gasanstalt an die Konsumenten wird durch ein unterirdisches Netz von gußeisernen Röhren — die Hauptröhrenleitung — vermittelt. An den Häusern der Konsumenten und wo Straßenflammen brennen, gehen „Abzweigungen" von geringerem Durchmesser ab, welche am besten ebenfalls aus mit Blei verstemmten gußeisernen Muffenrohren bestehen.[1]) Weniger als 19 mm im Lichten soll keine Abzweigung haben, selbst wenn der Bedarf nur 1 bis 2 Flammen erfordert.

Die Abzweigungen erhalten Gefälle nach der Hauptleitung zu und liegen mit dem höchsten Punkte mindestens 0,50 m unter dem Boden. Der Anschluß an die Hauptrohrleitung geschieht entweder durch in dieselbe eingesetzte ┬Stücke oder durch Anbohren des Hauptrohres und Umlegen einer Rohrschelle, in deren Muffe das Zuleitungsrohr auf gewöhnliche Weise eingebleit wird. — Die Zuleitungsrohre müssen von der Straße her abschließbar sein (bis zu 50 mm Weite durch Hähne); diese Absperrvorrichtung dient jedoch nur den Zwecken der Gasanstalt.

In Berlin muß laut Polizeivorschrift eine weitere Absperrvorrichtung in Form eines hydraulischen Wasserverschlusses angebracht werden, sofern die Zuleitung mehr als 25 Gasausläße speist. Derselbe muß frostfrei in der Erde eingebettet sein. Bei einem ausbrechenden Brande wird alsdann der Gaszufluß durch Zugießen von Wasser in den hydraulischen Verschluß (Wassertopf) sofort aufgehoben.

In größeren Gebäudekomplexen ist es stets ratsam, auch die Flügelbauten mit besonderen Zuleitungen zu versehen. Letztere sind im Innern miteinander verbunden, können aber durch Absperrhähne getrennt werden. Dies bietet den Vorteil, daß die lichten Rohrweiten enger gewählt werden können und daß dabei doch eine gleichmäßige Druckverteilung gesichert ist, wenn etwa in einem Gebäudeteile zeitweise ein größerer Gaskonsum stattfindet. — Endlich werden, wenn Reparaturen oder Änderungen in einem Gebäudeteile vorzunehmen sind, Störungen in den übrigen Annexen vermieden.

---

1) Die Zuleitungsrohre erhalten folgende Durchmesser:

für 1 bis 24 Flammen 35 mm, für 151 bis 200 Flammen 80 mm,
„ 25 „ 100 „ 50 „ „ 201 „ 300 „ 105 „
„ 101 „ 150 „ 65 „ „ 301 „ 500 „ 140 „

wobei ein stündlicher Gasverbrauch von 130 bis 150 l pro Flamme zu Grunde gelegt ist.

Bei einer geringen Flammenzahl verwendet man schmiedeeiserne gezogene Rohre mit nachstehenden Lichtweiten:

für 1 bis 5 Flammen 19 mm, für 16 bis 25 Flammen 30 mm,
„ 6 „ 15 „ 25 „ „ 29 „ 35 „ 35 „

Flammen und Kronen resp. Öfen mit mehr als 125 l stündlichem Gasverbrauch werden doppelt, solche mit mehr als 250 l Konsum dreifach gezählt.

Die Zweigröhren leiten nun das Gas durch den Konsum-Gasmesser ins Innere der Lokale. Letzterer soll geschützt im Keller stehen; andernfalls ist das Aufsteigerohr mit einer Erweiterung von 40 bis 60 mm Weite, dem sogenannten Eisaufhalter, zu versehen.

A. Die Gasmesser oder Gaszähler haben den Zweck, den Gasverbrauch in den von den Konsumenten benutzten Lokalitäten festzustellen, d. h. den durch sie hindurchgegangenen Gasstrom der Quantität nach zu messen. Hierzu sind trockene und nasse Gasmesser in Gebrauch; die letzteren sind die gebräuchlicheren. Bei den nassen Gasmessern geschieht die Messung durch eine rotierende Trommel, welche zum größeren Teil in eine Flüssigkeit taucht; bei trockenen Messern erfolgt die Messung dadurch, daß Meßkammern, welche zum Teil von einer elastischen Membrane gebildet werden, sich wie Blasebälge öffnen und schließen. Jede dieser beiden Gattungen umfaßt verschiedene Konstruktionen, die nach dem hierbei angewandten System unterschieden werden.

Für die Größe der Gasmesser ist die Anzahl der Flammen maßgebend, die gespeist werden sollen, denn jeder Flammenzahl entspricht ein bestimmter Gaskonsum pro Stunde. Als stündlichen Mindestverbrauch einer Gasflamme giebt die Aichordnung 142 l an, doch hat man dafür neuerdings die runde Zahl 150 gesetzt.

Üblich sind Gasmesser für 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 150 und mehr Flammen, die einem stündlichen Verbrauch von 0,45, 0,75, 1,50, 3, 4,50, 6, 7,5, 9, 12, 15, 22,5 cbm entsprechen.

Als Material für die Gasmesser kommt in erster Linie verzinntes Eisenblech in Betracht, und zwar zu den Gehäusen der kleineren Gasmesser und zu den Trommeln der größeren. Dasselbe Material wird auch zu den trockenen Gasmessern verwandt. Die Wellen, Wellenlager, Räder u. s. w. werden gewöhnlich aus Rothguß hergestellt, die Ventile und Ventilsitze aus Zinn.

Auf jedem Gasmesser soll — in der Regel auf einem Blechschild — angegeben sein:

der Name des Fabrikanten,
die Fabriknummer und Jahreszahl der Anfertigung,
der Inhalt des Maßraumes nach Litern,
der größte stündliche Gasverbrauch, und zwar nach dem Volumen und nach der Flammenzahl.

Die Zählwerke sollen die Angabe enthalten, daß sie nach metrischem Maße registrieren.

Nasse Gasmesser. Dieselben werden mit und ohne Absperrvorrichtung fabriziert und es sind daran folgende Constructionsteile zu unterscheiden:

das Gehäuse,
die Meßtrommel,

die Einrichtung für Zu- und Ableitung des Gases,
die Einrichtung für Wasserzuführung und Ablauf des überschüssigen Wassers,
das Zählwerk nebst Übertragungsmechanismus.

Das Gehäuse, Taf. 68, Fig. 1, ist von cylindrischer Form, mit horizontaler Achse. Vor demselben liegt die Zählkammer R_2, in die das Einlaßrohr a mündet, während das Auslaßrohr b vom Mantel des Gehäuses ausgeht. Letzteres wird bis zu zwei Drittel der Höhe mit Wasser, Glycerin oder dergl. gefüllt und trägt die Lager für die Achse der Trommel. Die Vorkammer R_2 enthält die Gas- und Wasserzuführung, sowie die Absperrvorrichtung und setzt sich nach unten hin als Sammelkasten R_4 fort. Die Trommel des Systemes, nach ihrem Erfinder Coosley'sche Trommel genannt, besteht aus einem, um eine horizontale Achse sich drehenden Cylinder, der durch vier gegen die Achse geneigt liegende Schaufeln in vier Kammern geteilt wird. Die Schaufeln sind vorn und hinten flügelartig fortgesetzt und diese Fortsetzungen oder Deckschaufeln bilden die Flächen des Trommelcylinders.

Die Trommel wird dadurch in Drehung gesetzt, daß das zuströmende Gas einen höheren Druck hat, als das ausströmende. Diese Druckverminderung setzt sich bis in die Kammer fort, die mit dem Ausgangsrohr des Gasmessers in Verbindung steht und so lange dieselbe hinter dem Ausgangsrohr des Gaszählers andauert, bleibt auch die Drehung im Gange.

Durch das Zuführungsrohr a gelangt das Gas in die Vorkammer R_2, die durch das Knierohr y mit dem Innern der Trommel kommuniziert. Das aus der Trommel entweichende Gas gelangt sodann unmittelbar in das Gehäuse und wird durch das Rohr b dem Konsumenten zugeführt.

Zwecks Wasserzuführung ist ein Raum R_3 von der Vorkammer abgetrennt; derselbe wird durch die mit einer Schraube verschließbare Füllöffnung mit Wasser gefüllt. Die Oberkante des Rohres y giebt die Höhe des Wasserstandes im Gasmesser an. Durch die Schraube z kann andererseits das in dem Behälter R_2 angesammelte Wasser entfernt werden.

Die oben erwähnte Absperrvorrichtung dient dazu, beim Sinken des Wasserstandes den Gaszufluß selbstthätig abzusperren, um die dadurch bedingten Minderangaben des Gaszählers in bestimmten Grenzen zu halten. Sie besteht aus einem Schwimmer, mit dem das Ventil v durch eine senkrechte Stange verbunden ist. Mit dem Wasserstande sinkt auch der Schwimmer, bis das Ventil auf dem Boden der Pfanne aufsetzt und den Zutritt des Gasstromes vorübergehend hemmt.

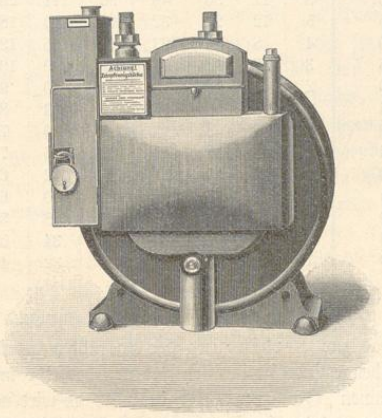
Das Zählwerk eines Gasmessers für drei Flammen ist auf Taf. 68, Fig. 4 bis 4c in halber Naturgröße dargestellt. Die Hauptwelle trägt eine Schraube ohne Ende w_2, die in ein vertikales Zahnrad R_2 eingreift; auf der Achse desselben sitzt der Trieb T_2, mit dem das Rad R_2 in Eingriff steht und auf der Achse des letzteren sitzt der Zeiger, der die einzelnen Kubikmeter mißt, befestigt. Die weitere Übertragung erfolgt durch je einen Trieb von 6 Zähnen und ein Rad von 60 Zähnen.

Um die durch Verdunstung des Wassers bedingten Fehler des Gasmessers zu beseitigen, hat man andere Flüssigkeiten gewählt, so Glycerin, oder die Coosley'sche Trommel wurde dahin umgestaltet, daß man ihr eine sogenannte „Rückmessung" des Gases beifügte. Die rückmessenden Gaszähler sind in ein besonderes System gebracht, können jedoch einer eingehenden Besprechung hier nicht unterzogen werden.

In Betreff der trockenen Gasmesserkonstruktion wird auf die Veröffentlichung verwiesen, welche Dr. Homann im Auftrage des deutschen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern in Schillings Journal für Gasbeleuchtung bewirkt hat. Dieselbe ist in Separatabdruck erschienen bei R. Oldenbourg, München 1894.

Außer diesen älteren Konstruktionen sind neuerdings auch automatische oder Vorausbezahlungsgasmesser in den Handel gelangt. Dieselben erhalten entweder eine einfache oder eine Doppeltrommel aus Brittaniametall. Vorläufig sind sie nur in der Größe der fünfflammigen Gasmesser zu haben. — Das am Gasmesser angebrachte Vorausbezahlungswerk ist von denkbar einfachster Konstruktion und funktioniert sicher. Der Geld-

Fig. 231.



einwurf ist so eingerichtet, daß nur Zehnpfennigstücke das Öffnen und Schließen des im Gasmessereingang vorgesehenen Ventiles bewirken.

Derartige automatische Gasmesser liefert die Firma Julius Pintsch, Berlin O., nach ihren bezüglichen Patenten 91682 und 91685. Die äußere Anordnung weicht wenig ab von der sonst gebräuchlichen und ist in Fig. 231 zur Darstellung gebracht.

Von der Gasuhr gelangt das Gas durch die innere oder Privatleitung in die Heiz- resp. Beleuchtungsapparate. Die Gaszuströmung wird durch einen Haupthahn reguliert resp. abgesperrt; zum Absperren einzelner Gebäudeteile dienen sogenannte Extrahähne. Endlich ist an jeder Gasflamme ein Hahn, der sogenannte Brennerhahn, angebracht.

§ 8.

Verbindung der Privatrohrleitung.

Die vom Gasmesser ausgehende Leitung wird aus schmiedeeisernen, gezogenen Röhren hergestellt, welche — wie die Perkinsrohre — durch Verschraubung mittels besonderer Façonstücke, sogenannte Fittings, verbunden werden und in den verschiedensten Dimensionen im Handel vorkommen. Die Rohrweiten richten sich nach dem hindurchzuführenden Gasquantum, d. h. nach der Zahl der zu speisenden Flammen.[1]) Der Durchmesser der Rohre ist so groß zu wählen, daß der Druckverlust vom Gasmesser bis zur letzten Flamme in der Regel nur 3 mm Wassersäulenhöhe beträgt. Einen ungefähren Anhalt zur Bestimmung der Rohrweite mit Rücksicht auf die Rohrlänge giebt nachstehende Tabelle:

Lichte Rohrweite mm	Flammenzahl bei einer Rohrlänge von:									
	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m	27 m	30 m
9	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—
13	10	7	5	4	3	2	1	—	—	—
19	25	14	10	8	6	5	4	3	3	2
25	60	38	26	19	15	12	10	8	7	6
31	100	64	42	32	25	20	16	13	10	8
38	150	95	65	48	37	30	25	20	16	13
50	350	228	156	114	90	70	60	50	40	25

Anm. Diese Angaben gelten für wagerechte Rohre, absteigende Rohre erfordern einen größeren, aufsteigende einen geringeren Durchmesser, da der Gasdruck im Rohre pro Meter Steigung um $^3/_4$ mm zunimmt. Nachstehende, dem Werk von D. Coglievina — Handbuch der Gasinstallation — entnommene Tabelle, welche für Leitungen bis zu 200 m Länge berechnet ist, ergiebt bedeutend geringere Rohrweiten.

Abmessungen für schmiedeeiserne Rohrleitungen.

Länge der Leitungen m	Durchmesser der Röhren in mm								Länge der Leitungen m	Durchmesser der Röhren in mm							
	9,5	13	16	19	25,5	32	38	51		9,5	13	16	19	25,5	32	38	51
	Flammenzahl bei 150 l stündlichem Verbrauch																
2,5	8	17	30	46	96	171	261	546	80	1	3	5	8	17	30	46	96
5	5	12	21	32	68	120	185	386	90	1	3	5	7	16	28	43	91
10	4	8	15	23	48	85	130	273	100	1	2	4	7	15	26	41	86
15	3	7	12	18	39	69	106	223	110	1	2	4	7	14	25	39	82
20	2	6	10	16	34	60	92	193	120	1	2	4	6	13	24	37	78
25	2	5	9	14	30	53	82	172	130	1	2	4	6	13	23	36	75
30	2	5	8	13	27	49	75	157	140	1	2	4	6	12	22	35	73
35	2	4	8	12	25	45	70	146	150	1	2	3	6	12	22	33	70
40	2	4	7	11	24	42	65	136	160	—	2	3	5	12	21	32	68
45	1	4	7	10	22	40	61	128	170	—	2	3	5	11	20	31	66
50	1	4	6	10	21	38	58	122	180	—	2	3	5	11	20	30	64
60	1	3	6	9	19	34	53	111	190	—	2	3	5	11	19	30	62
70	1	3	5	8	18	32	49	103	200	—	2	3	5	10	19	29	61

B. Verbindung der Gasröhren.

Das zur Verbindung der Gasröhren gebräuchliche Schraubengewinde ist in allen Fabriken dasselbe und unter dem Namen „Gasgewinde“ bekannt; es wird nach dem inneren Rohrdurchmesser benannt, während das Messinggewinde nach dem äußeren Durchmesser bezeichnet wird.

Um Verwechselungen vorzubeugen, thut man gut, bei Bestellungen vor die in Millimetern angegebene Durchmesserzahl die Bezeichnung „A“ für Außengewinde und „I“ für Innengewinde zu setzen.

Messingrohre werden nur für kurze Abzweigungen zu einzelnen Beleuchtungsgegenständen verwendet; Kupferrohre sind für Leitungen nicht gebräuchlich.

1) Als Flamme ist ein Argandbrenner mit 150 l stündlichem Gaskonsum zu Grunde gelegt.

In Berlin dürfen zu den Leitungen in Gebäuden nach Polizeivorschrift nur schmiedeeiserne Rohre verwendet werden. Dieselben sollen aus gutem, biegsamen Eisen gezogen, im äußeren und inneren Durchmesser gleichmäßig und ohne Riffeln sein.

Die Verbindungsstücke (Fittings) der Privat-Rohrleitung bestehen aus den in Fig. 232 dargestellten Façonstücken, nämlich: den Bogenstücken a, Kniestücken c, ⊤Stücken d, Kreuzstücken e, geraden Muffen h, Reduktionsmuffen k, Fig. 233 (zur Verbindung zweier Rohre von verschiedenem Durchmesser). — leichteren Hantierungen: als Gewindeanschneiden, Biegen leicht zu krümmender Rohre, Befestigen derselben gegen das Deckengebälk oder die Mauerflächen.

Zum Abschneiden der Rohre dienen sogenannte „Rohrschneider" oder auch „Klinkmesser". Beim Einschrauben der Rohre in die Verbindungsstellen (Muffen) sind besondere Rohrzangen in Gebrauch.

Zur Befestigung der Rohrleitungen an den inneren Wänden der Gebäude werden Rohrhaken oder Kloben i (Fig. 232) gebraucht, welche man durch Schläge gegen die Nase des Hakens in die Mauerfuge eintreibt

Fig. 232 a–i.

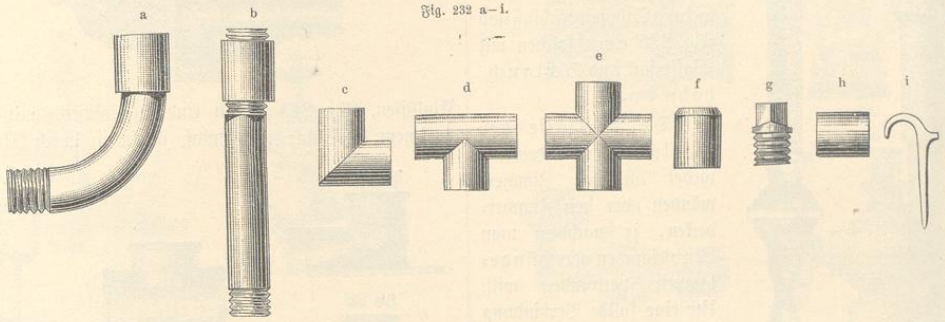
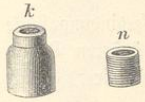


Fig. 233 u. 233a.



Das Ende einer Zweigleitung verschließt man entweder durch einen Pfropfen g mit Vierkant oder durch die Kappe f, Fig. 232; ersterer läßt sich in die Muffe hineinschrauben. — Langgewinde b kommen zur Anwendung, wenn in einem Rohrstrang ein kurzes Stück einzuschalten ist oder zwei festliegende Teile eines Stranges verbunden werden sollen. Langgewinde und Verlängerungsstücke sollen nur zwischen Muffen eingefügt oder die Rohre so weit gewählt werden, daß Veranlassung zu Verstopfungen nicht zu besorgen ist. Nippels n, Fig. 233a, endlich sind kurze Rohrstücke, welche außen in ihrer ganzen Länge mit Gewinden versehen sind und zum Einschrauben in die Muffen dienen, wenn zwei der letzteren aneinanderstoßen müssen. Außer den unter a dargestellten Bogenstücken mit Außengewinde fertigen die Röhrenwalzwerke auch kurze Bogen, sogenannte Krümmer und Kniestücke, beide mit Innengewinde, ferner Flanschen und Contremuttern an.

Die vorbesprochenen Façonstücke werden aus Schmiedeeisen, wohl auch aus schmiedbarem Eisenguß gefertigt und von den deutschen Röhrenwerken mit angeschnittenen Gewinden in vorzüglicher Güte geliefert.

Da der Rohrleger unter diesen Umständen fast ausschließlich nur fertige Verbindungsstücke verwenden kann, beschränkt sich seine Arbeit bei Neubauten mehr auf die

und in 1,0 bis 1,25 m Abstand anbringt. Die Befestigung der Rohre an der Decke erfolgt in Neubauten direkt gegen die Balkenlage, und zwar vor Anbringung der Deckenschalung, was den Vorteil bietet, daß die Gasrohre geschützt und vertieft zwischen den Schalbrettern liegen und durch den Rohrdeckenputz verdeckt werden, so daß nur die Mündung des Auslasses über die Putzfläche hervorragt. — Zum Befestigen der Gasrohre am Deckengebälk dienen Rohrbänder oder Rohrbügel. Sehr starke Zuleitungen werden mit Rohrschellen, die man eingipst, oder deren Dorn man in die Mauerfuge einschlägt, befestigt.

Bei Installation neuer Gebäude vertieft man die an Mittel- und Scheidewänden anzubringenden Leitungen derart in das Mauerwerk, daß sie vom Wandputz verdeckt werden und nur die Ausläße hervortreten. Dies bedingt, da hinterher Fehler schwer zu entdecken sind, eine sehr sorgfältige Ausführung und sollte dieselbe nur zuverlässigen Händen anvertraut werden. Die Rohrleitungen müssen auch möglichst unverputzt und so lange zugänglich bleiben, bis eine vorläufige Prüfung mittels Manometer stattgefunden hat.

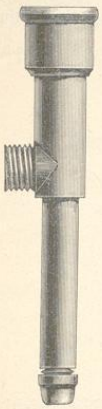
Wo Leitungen Wände u. s. w. durchdringen, sollte man stets auf Isolierung des Rohres mittels dünner Zinkhülsen Bedacht nehmen. Endlich ist es zweckmäßig, in langen, gradlinig geführten Leitungen, wenn dieselben häufig einem Wechsel in der Erwärmung unterliegen, sogenannte Com-

pensations-[1]) (Ausgleichs-) Stücke anzubringen, damit bei der unvermeidlichen Ausdehnung des Metalles durch die Wärme nicht die Befestigungsstellen gelockert werden.

Fig. 235.



Fig. 234.



Muß die Leitung aus erwärmten Räumen in einen kalten Raum eintreten, so ist in dem warmen Raume vor dem Austritt in das kalte Lokal ein Wassersack anzubringen.

Fig. 234 stellt einen Knieeinlaß mit Wassersack und Stöpselverschluß und Fig. 235 einen solchen mit Wassersack und Schlauchhahn dar.

Die Ausläße der Gasleitungen enden entweder an den Zimmerwänden oder den Zimmerdecken, je nachdem man Wandlampen oder Hängelampen verwenden will. Um eine solide Verbindung zwischen der Leitung und den Lampen herzustellen, bedient man sich der Deckenscheiben resp. Wandscheiben, welche an die Enden der Leitung, da, wo man die Lampe anbringen will, befestigt werden. Diese Befestigung erfolgt stets gegen Holzunterlage, welche bei Holzwänden und Rohrdecken durch die Schalung gegeben ist. Bei massiven Wänden und gewölbten Decken findet die Befestigung gegen hölzerne Dübel statt, welche in die Mauer eingegipst werden.

Eine solche Deckenscheibe hat 5 bis 6 cm Durchmesser, ist mit drei Löchern für die Holzschrauben und seitlichem Einlaß mit innerem Gewinde versehen, in welches das Ende des Eisenrohres eingeschraubt wird.

Die Fig. 236 u. 237 geben die Verbindungsstelle für einen Deckenauslaß. An die Deckenscheibe ist ein Winkelstück angegossen und in dieses das Leitungsrohr eingeschraubt, das in diesem Fall auf dem Deckenputz frei aufliegt. Eine Holz- oder Stuckrosette bildet die Verkleidung, aus welcher der Zapfen der Scheibe vorsteht.

Nachstehende Fig. 238 stellt eine Deckenscheibe mit angegossenem Einlaß in der Seitenansicht dar und Fig. 239 eine Kniedeckenscheibe mit zwei angegossenen

1) Vergl. Abschnitt I, 6. Kapitel, S. 166.

Fig. 236.

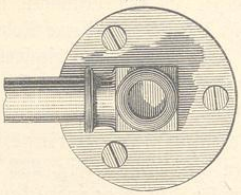
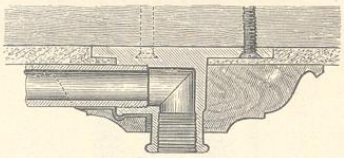


Fig. 237.



Einläßen, Fig. 240 endlich eine Deckenscheibe mit angegossenem ⊤Stück; ein Einlaß allein ist durch Fig. 241

Fig. 238.

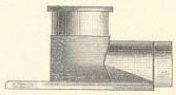


Fig. 240.

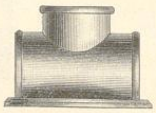
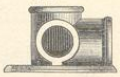


Fig. 241.



Fig. 239.



gegeben. Hierzu wird bemerkt, daß die Verbindungsstücke zu Fig. 238 und 239 für 6 bis 13 mm äußeren Durchmesser im Handel zu haben sind, während die ⊤Stücke vorrätig sind in nachstehenden Maßen:

10 × 6 × 6 mm	16 × 13 × 13 mm
10 × 10 × 10 mm	16 × 16 × 16 „
13 × 10 × 10 „	19 × 16 × 16 „
13 × 13 × 13 „	19 × 19 × 19 „

Die Verbindungsstelle für einen Wandarm zeigen die Fig. 242 u.

Fig. 242.

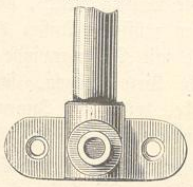
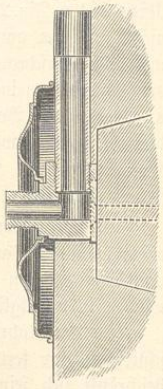


Fig. 242a.



242[a]. Das eiserne Leitungsrohr wird bündig mit dem Wandputz verlegt und ist in ein messingenes Winkelstück eingeschraubt, welches mit Ohren versehen und mit Holzschrauben befestigt ist. Eine

Rosette aus Messingblech oder Bronzeguß deckt die Verbindungsstelle bis auf den Zapfen des Winkelstückes, der aus der Rosette hervorsteht. An diesen Zapfen wird nachher die Wandlampe angeschraubt.

Es stellt ferner dar:

Fig. 243 eine Hinterbewegung mit Wandscheibe und Vierkant (ohne Hahn);

Fig. 243a eine dergl. ohne Scheibe;

Fig. 244 und 245 sind stehende Bewegungen mit und ohne Hahn;

Fig. 246 Koulissenhinterbewegung mit Flanschen und eisernen Gegenflanschen.

Fig. 243.

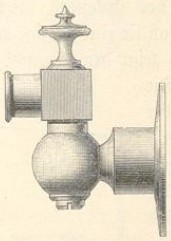


Fig. 243a.

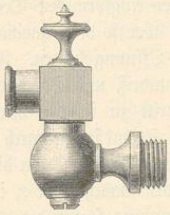


Fig. 244.

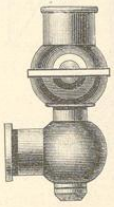


Fig. 245.

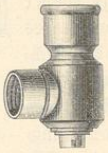
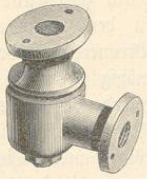


Fig. 246.



Bereits oben wurde bei Besprechung der Gasmesser auch der Absperrungs- und Regulierungshähne gedacht. Wir stellen nachstehend im Anschluß hieran die üblichsten Gashähne übersichtlich zusammen.

Es stellt dar:

Fig. 247 Haupthahn mit Hahnkappe und Muffe für Rohre von 10 bis 65 mm Durchmesser;

Fig. 247.

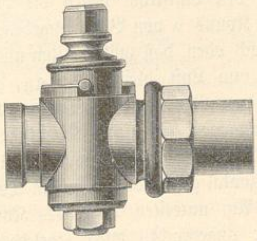


Fig. 248 Regulierungshahn mit Skala und Zeiger, D. = 19 bis 65 mm;

Fig. 249 Kniehahn (Hahn-Endstück für Messingrohr), D = 13 bis 16 mm;

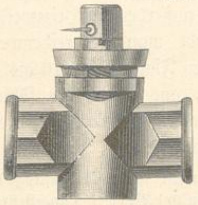
„ 250 Spitzhahn zu festem Schlüssel;

„ 251 Spitzhahn zu losem Schlüssel;

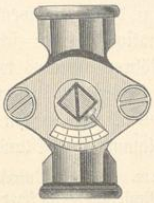
„ 252 Schlauchhahn mit festem Schlüssel und Außengewinde.

„ 253 Doppel-Schlauchhahn.

Fig. 248.



Seitenansicht.



Oberansicht.

Fig. 249.

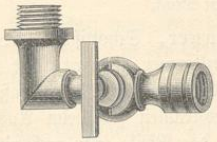


Fig. 250.

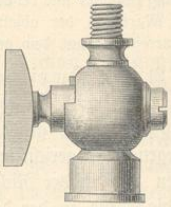


Fig. 251.



Fig. 252.

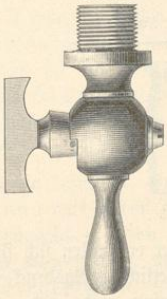
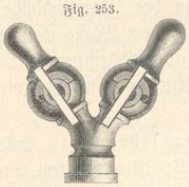


Fig. 253.



§ 9.

Die Brenner.

Man unterscheidet Brenner für offene Flammen, Flachbrenner oder Freibrenner, und solche für geschlossene Flammen, Rundbrenner, bei denen das Gas in einem Glascylinder eingeschlossen brennt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Brenner für offene Flammen.

1) Der Einlochbrenner oder Strahlenbrenner, Bougiesbrenner, ist eine kurze, cylindrische, mit kreisförmig durchbrochenem Deckplättchen versehene Röhre. Das Gas strömt aus einem runden Loche und die Flamme, die im Innern nicht genügend Luftzutritt hat, brennt mit schwacher Leuchtkraft. Einlochbrenner werden daher hauptsächlich nur für Nachtlämpchen, Zigarrenanzünder, Siegelleuchter u. dergl. angewendet, außerdem zu Heizzwecken. Zu Illuminationszwecken schraubt man sie reihenweise auf weite Röhren, oder es werden Figuren aus 10 bis 12 mm weiten Gasröhren gefertigt, aus denen die Flämmchen mit 1 bis 2 mm weiten Löchern brennen. Gasverbrauch einer Flamme pro Stunde circa 30 l.

Anm. Aus den Untersuchungen, welche im Auftrage der französischen Regierung durch Audouin und Berard[1]) angestellt wurden, geht hervor, daß die Leuchtkraft der Einlochbrenner mit der Weite der Öffnung zunimmt und bei derselben Öffnung mit dem Konsum wächst. Das Maximum der absoluten Leuchtkraft entspricht der größten Brenneröffnung und dem geringsten Druck.

2) Der Zweilochbrenner, Schottische Brenner (Fig. 254), auch Fischschwanzbrenner genannt, hat zwei schräg gestellte, so gegeneinander gerichtete Löcher, daß die entgegengesetzt gerichteten Gasstrahlen sich beim Austritt treffen und in der Richtung der Pfeile (also rechtwinklig auf die Ebene, in der die Löcher liegen) ausbreiten. Diese

Fig. 254.

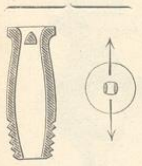
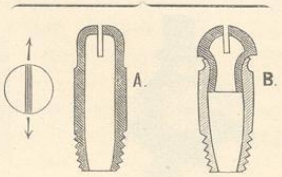


Fig. 255.



Brenner empfehlen sich für Straßenbeleuchtung, da sie bei veränderlichem Gasdruck nur geringen Schwankungen im Gaskonsum und in der Flammenhöhe unterworfen sind. Wegen der in reichlichem Maße stattfindenden Berührung der Flamme mit atmosphärischer Luft ist dieser Brenner geeignet für ein Leuchtgas, welches viel Kohlenstoff ausscheidet.

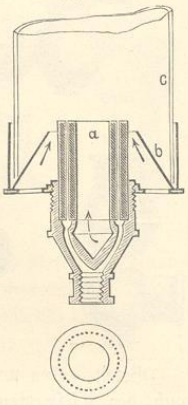
3) Der Schnittbrenner, Schmetterlingsbrenner, Fig. 255 A und B, ist mit einem Spalt oder Einschnitt im Kopf versehen und giebt eine breite, der Luft viel Fläche bietende Flamme von guter Leuchtkraft in Form eines Fledermausflügels (daher der Name Fledermausbrenner). Von sehr guter Wirkung sind auch die sogenannten „Hohlkopfbrenner“ (Fig. 255 B), bei denen sich das Brennerrohr am Kopfende erweitert; dieselben sind durch eine gleichmäßig starke, aber dünne Kugelschale abgeschlossen. — Diese Brenner mit weitem Kopf nennt man auch Kugelbrenner oder Globebrenner.

Anm. Schnittbrenner und Lochbrenner werden nach der Weite der Brennermündung in zehn verschiedene Nummern eingeteilt, und zwar wird die engste Nummer als Nummer 1 bezeichnet.

b) Rundbrenner.

Bei den in Glascylindern eingeschlossenen Brennern wird das Gas ringförmig verteilt (wie bei den sogenannten Argandlampen mit hohlem, cylindrischem Docht), man nennt sie daher „Argandbrenner“. Das Gas strömt aus der ringförmigen Deckplatte des Brenners, die Löcher liegen aber so dicht aneinander, daß sie eine einzige röhrenartige Öffnung bilden. Fig. 256 zeigt den Argandbrenner im Grundriß und Durchschnitt. Die Luft tritt zu in der Richtung der Pfeile, strömt innen durch den Hohlcylinder a und rings um die Flamme durch den Gascylinder c, in dem die Verbrennung stattfindet. Das Gas dagegen strömt aus dem Brennerrohr durch zwei gabelförmige Arme in den ringförmigen Raum des Brenners und sodann durch die gleichmäßig verteilten Löcher im Hohlcylinder a (einer doppelwandigen Porzellan-, Speckstein- oder Messingröhre) aus. Die Anzahl der Öffnungen in dem ringförmigen Deckplättchen beträgt 16, 24, 32 oder 40 und mehr; besonders empfehlenswert ist der 40-Lochbrenner, der bei geringem Druck eine ruhig brennende Flamme von heller Leuchtkraft liefert. Gewöhnlich wird der obere Teil des Brenners aus Speckstein hergestellt und auf dem unteren, aus Metall bestehenden Teile festgekittet; die Schlußplatte mit den Specksteinlöchern rundet man ab. Um den Luftstrom gegen die Flamme hinzulenken, ist der Konus b von Blech angebracht; er verengt sich so weit nach oben, daß zwischen ihm und dem Brenner nur 2 bis 3 mm Luft bleibt. Sugg, Silber u. a. haben den oberen Rand des Konus sogar noch stärker nach innen eingezogen, wobei der Konus selbstverständlich über den Rand des Brenners hinausragt und der Luftstrom fast horizontal gegen den untersten Teil der Flamme gelenkt wird. Am untersten Teile des Konus sind eine Anzahl Löcher angebracht, durch welche ebenfalls ein Teil des Luftstromes geht, der die Flamme erst oberhalb trifft.

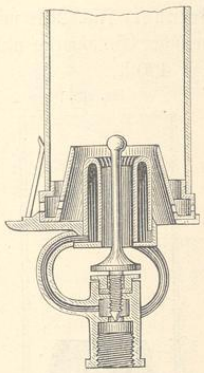
Fig. 256.



1) Annales de Chimie et de Physique, 3. Série, No. LXV.

Bei dem in Fig. 257 dargestellten Brenner von Sugg bleibt unter dem Cylinder eine Gallerie frei, durch deren Öffnungen Luft einströmt, die dem oberen Teile der Flamme zugeführt wird. Das Gas strömt nicht in der früheren Art (durch gabelförmige Arme) in den ringförmigen Brennerraum ein, sondern — nachdem es die kreisförmige Öffnung des Rohrdeckels passiert hat — in die drei bogenförmigen Zuleitungsrohre und sodann in den Brennerraum. Der Gaszufluß wird durch den verschieblichen Stift mit Gewinde und oberer kugelförmiger Endigung geregelt. Durch Heben oder Senken der Kugel läßt sich auch der Luftzutritt zur Innenfläche der Flamme regulieren, indem der früher cylindrische Kanal nunmehr in einen ringförmigen verwandelt und durch den Kopf des verschieblichen Stiftes der Luftstrom gegen die Flamme hingelenkt wird.

Fig. 257.



Einfluß des Gasdruckes auf die Brennerflamme.

Alle vorgenannten Brennerarten sind den bekannten Schwankungen im Druck des Gases unterworfen, welche teils dem Gasbehälter am Fabrikationsorte — der je nach der Tageszeit verschieden belastet ist — entstammen, anderenteils durch die verschiedene Flammenzahl an derselben Leitung hervorgerufen werden.

Anm. Der Druck des Gases wird mit dem Manometer gemessen und durch die Höhe einer Wassersäule in Millimetern ausgedrückt. Das einfachste Manometer ist eine zweischenklige Glasröhre, deren oberes Ende mit dem Gase in Verbindung steht, während das andere Ende offen und der atmosphärischen Luft zugänglich ist. Das Gas drückt auf das Wasser, mit welchem die Röhre bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist, und drückt dasselbe um ein gewisses Maß herunter, und andererseits um dasselbe Maß hinauf. Die Niveaudifferenz in Millimetern wird an einer Skala abgelesen und gilt als Maß für den Druck.

Bei Gas aus gewöhnlichen Steinkohlen soll der Druck vor dem Gasmesser etwa höchstens 16 mm betragen. Hiervon gehen verloren 3 bis 4 mm für die Bewegung im Gasmesser, ebensoviel in den Leitungen: demnach bleiben noch 8 bis 10 mm Druck an den Brennern, was vollkommen ausreicht, um offenen wie Argandbrennern eine volle Entwickelung der Leuchtkraft zu gestatten.

Zu starker Druck erzeugt das sogenannte Kochen, Zischen, Singen der Flammen, und am merkbarsten äußert sich der Wechsel im Gasdruck auf die Argandbrennerflammen, wie wir aus den Versuchen von Audouin, Berard u. a. ersehen können.

Wie nachstehende Tabelle zeigt, wurde das Maximum der Leuchtkraft = 100 Proz. für 0,7 mm weite Schnittbrenner bei 2,1 mm Gasdruck erreicht, während bei 0,3 mm Brennerweite nur 44 Proz. der Maximallichtstärke sich ergaben.

Schnittweite in mm	Druck in mm	Lichtstärke bei 100 l Gasverbrauch Normalkerzen	Prozente der Maximal-Lichtstärke
0,1	33,5	1,5	23
0,2	22,5	2,3	35
0,3	15,5	2,9	44
0,4	6,0	5,0	74
0,5	3,5	6,2	94
0,6	2,8	6,3	96
0,7	2,1	6,6	100
0,8	1,6	6,4	97
0,9	1,1	6,3	96
1,0	1,0	6,4	97

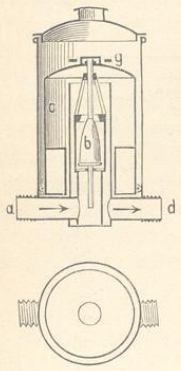
Beobachtet man den thatsächlichen Gasdruck, so übersteigt derselbe in den Gasleitungen in der Regel 25 mm und schwankt bis zu 45 mm aufwärts. Um daher den durch die Brennergattungen bedingten Druck zu erreichen und die unökonomische und unruhige Verbrennung zu verhindern, muß entweder konstant am Gashahn reguliert werden, oder es sind besondere Regulierungsvorrichtungen einzuschalten. — Statt dessen half man sich früher damit, daß man die Schnitte der Brenner möglichst eng machte, und so geschah es, daß bei 0,3 bis 0,4 mm Schnittweite und hohem Druck kaum 50 Proz. der normalen Lichtstärke erreicht und jahraus jahrein kolossale Gasmassen verschwendet wurden!

Um diesen großen Übelstand zu beseitigen, muß das Gas vor der Brennermündung auf einen **gleichmäßigen niederen Druck** gebracht werden, wofür verschiedene Apparate konstruiert worden sind, die man Druckregulatoren oder Druckregler nennt. Dieselben werden entweder dicht hinter der Gasuhr an der Leitung angebracht, und ihre Wirksamkeit erstreckt sich auf eine ganze Anzahl der zu speisenden Flammen, oder sie befinden sich direkt unter jedem Brenner. Die erstere Art der Regulatoren ist in ihrer Wirkung sicher, leicht anzubringen und zu handhaben und im Prinzip den von dem genialen Clegg eingeführten Gasanstalts- oder Distriktsregulatoren nachgebildet. Mit ihrer Anfertigung beschäftigen sich in Deutschland: S. Elster und J. Pintsch in Berlin, Riedinger in Augsburg, Faas in Frankfurt a. M.

a) Ein gewöhnlicher Druckregler ist in Fig. 258 dargestellt. Er besteht aus einer Gasbehälterglocke c,

welche in einen Cylinder eingeschlossen ist und sich in Leitrollen heben oder senken kann, und aus einem am Oberteil der Glocke angebrachten Konus b. Das Gas strömt ein durch das Zuleitungsrohr a, gelangt durch eine Öffnung, welche der Konus beim Aufsteigen verengt, in die Glocke c. Diese letztere wird aber gehoben, sobald der Gasdruck höher ist als das Gewicht der Glocke nebst Belastung g, und infolgedessen wird die Zuströmungsöffnung von dem mitgehobenen Kegel so lange verengt, bis der normierte Druck unter der Glocke hergestellt ist und das Gas durch das Rohr d nur mit dem verlangten Druck zu den Brennern strömt.

Fig. 258.



Anm. Solche Regulatoren sind u. a. bei den Straßenlaternen in Frankfurt a. O. von der Kontinental-Gasgesellschaft zu Dessau in Anwendung gebracht worden.

b) Die Regelung an den einzelnen Brennern bestand ursprünglich in der Einschaltung plötzlicher Verengungen und Erweiterungen des Röhrenquerschnittes kurz vor der Brennermündung, wobei diese selbst verändert, gewöhnlich aber erweitert wird. Die Wirkung äußert sich dadurch, daß zwischen der unteren Verengung und der oberen Erweiterung der Brennermündung das Gas sich ausdehnt, also mit geringerer Spannung aus der Mündung tritt.

Fig. 259.

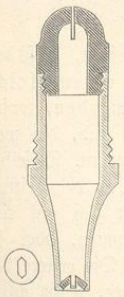


Fig. 260.

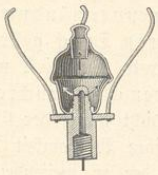


Fig. 261.

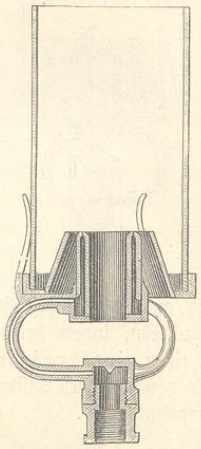


Hierher gehört Brönners Patentbrenner Fig. 259 (in Naturgröße). Die Verengung ist unterhalb durch eine Speckscheibe mit kleiner viereckiger Öffnung gebildet. Der oberhalb angeschraubte Schnittbrenner besteht aus gehärtetem Speckstein.

Es mag hier auch erwähnt werden der Globe- oder Kaiserbrenner, Fig. 260, bei welchem die Gasausmündung durch seitliche Öffnungen im Brennerkopf erfolgt. In dem stark erweiterten Hohlkopf dehnt sich das Gas erheblich aus und entweicht durch den eingeschraubten Speckstein-Schnittbrenner mit schwachem Druck.

Zu den offenen Brennern gehört endlich auch Brays Patentbrenner (Standard-Brenner) Fig. 261, mit bedeutender Kopferweiterung bei geringer Einlaßweite und für einen stündlichen Konsum bis zu 400 l.

Fig. 262.



Verbesserungen an den Argandbrennern, soweit solche die angemessene Regulierung des Luftzutrittes bezwecken, haben wir schon in Fig. 257 kennen gelernt. — „Suggs London-Argandbrenner Nr. 1" dient in London als Normalbrenner zur Prüfung des gewöhnlichen Gases und ist in Fig. 262 in halber Größe dargestellt. Diesem, wie den neueren verbesserten Sugg-Brennern, liegt das Prinzip zu Grunde, die Ausströmungs-Geschwindigkeit des Gases auf ein Minimum zu reduzieren. Bereits in dem patentierten Brenner Fig. 257 ist die gabelförmige Zuführung des Gases verlassen; statt der beiden weiten Zweigröhren sind nämlich drei enge Röhrchen angewendet von bedeutend geringerem Querschnitt als der Gesamtquerschnitt der 24 Ausströmungsöffnungen; letzterer beträgt 25 qmm für die Ausströmung gegen 10 qmm für die Zuführung.

Durch diese Regelung des Gaszuflusses wird der Druck des Gases nahezu auf Null gebracht, und das Gas strömt fast ohne Druck (nur infolge seines geringen Gewichtes) aus. Durch die gleichzeitige Regelung des Luftzutrittes bei entsprechend weiten Ausströmungsöffnungen ist aber auch die Lichtentwickelung bedeutend gesteigert, wie aus späteren Resultaten ersehen werden kann.

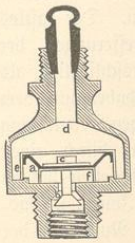
Flammenregler, Rheometer.

Vielfach werden die Argandbrenner mit besonderen Regulatoren versehen, wodurch jedes Stellen an den Hähnen unnötig wird. Sie erhalten ihren Platz dicht unter dem Brenner. Der innere Raum derselben wird durch eine bewegliche Zwischenwand in zwei Abteilungen zerlegt; nach der Natur dieser Zwischenwand unterscheidet man Membranregulatoren, Glockenregulatoren und Regulatoren mit beweglicher Metallscheibe.

Die ersten zweckmäßigen Regulatoren für Straßenlaternen wurden anfangs der sechziger Jahre von W. Sugg in London eingeführt. Fig. 263 stellt einen Membranen-

regulator mit seinem metallenen Gehäuse dar. Die dunkle Linie a repräsentiert die an einer Metallhülse e angebrachte Membran a; mit ihr ist ein Konus b und ein Blechuntersatz k verbunden. Bei eintretendem Gasstrom wird sich daher die Membran heben und durch den Konus b die Einströmungsöffnung verengen. Das Gas gelangt durch eine kleine Öffnung in e nach dem Raume d. Der resultierende Druck hängt von der Öffnung in e und dem Gewicht des Ventiles b ab, welches an der Membran hängt; es ist für 4 mm Druck gerichtet, kann aber nach Bedürfnis eingestellt werden. — Ist das Gewicht reguliert, dann strömt das Gas stets unter gleichem Druck zum Brenner und der Gaskonsum bleibt für denselben Brenner konstant.

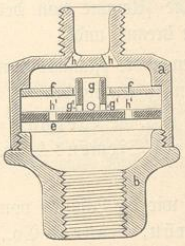
Fig. 263.



Der Rheometer von Giroud [1]) in Paris ist ein Glockenregulator. Hier ist nicht der Ausgangsdruck konstant, sondern das Gasquantum, welches durch die Öffnung der Glocken strömt. Dieser Apparat empfiehlt sich also für Laternen im Freien, die ohne Gasuhr brennen.

Als Beispiel der Regulatoren mit beweglicher Metallscheibe geben wir unter Fig. 264 M. Flürscheims [2]) Gaskonsum-Regulator für festen Konsum. (Deutsches Reichspatent Nr. 3092.)

Fig. 264.



Der Regulator besteht aus einem Cylinder a mit eingeschraubtem Boden b, in welchem die dicht eingepaßte Metallscheibe (oder Schwimmer) e sich frei auf und ab bewegen kann. Auf der Scheibe ist ein kleiner Rohrabschnitt g befestigt, welcher in der Öffnung einer zweiten, im Cylinder liegenden Scheibe f Führung hat. Beim Steigen des Druckes wird e vom Gas gehoben und dadurch der obere Rand von g dem Deckel des Cylinders genähert. Da das Gas durch zwei, für festen Konsum berechnete, Löcher h' h' in das Innere zwischen e und f, sodann nach dem Rohrabschnitt und von hier über den Rand von g nach dem Deckel des Cylinders a durch zwei seitlich zum Brenner führende Öffnungen h h gelangt, so verringert sich das durchpassierende Gasquantum offenbar in dem Sinne, wie die Kante von g sich dem Cylinderdeckel nähert, d. h. bei zunehmendem Druck, und vermehrt sich, wenn g (bei abnehmendem Druck) sich vom Cylinderdeckel entfernt. Dadurch bleibt also das dem Brenner entströmte Quantum konstant, einerlei ob der Druck steigt oder fällt.

Ein zweiter Patentregulator von Flürscheim ist für verstellbaren Konsum eingerichtet und eignet sich daher besonders für Straßenlaternen. Vergl. Patentschrift Nr. 3092.

1) Abbildung bei N. S. Schilling, Handbuch u. s. w., Fig. 333.

2) Eisenwerk Gaggenau (Baden). Vertreter für Deutschland sind Schäffer & Hauschner, Berlin.

Verbesserte Argandbrenner.

Außer der von Sugg eingeführten Zuleitung des Gases durch enge Zweigröhren zeigen die nachfolgenden Konstruktionen durchweg unterhalb des Brenners eine besondere Vorrichtung zum Regeln des Gasdruckes (Fig. 265 bei a); der Brenner ist weit und mit einer großen Zahl von Öffnungen versehen und in der Mitte über der ringförmigen Speckstein- oder Messingröhre sitzt die Brennerscheibe c. Dieser Argandbrenner ist bekannt als 25-Kerzen-Intensivbrenner mit Regelung.

Fig. 265.

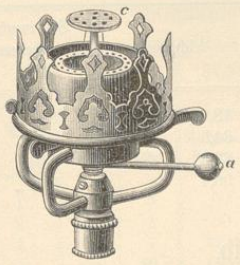


Fig. 266.

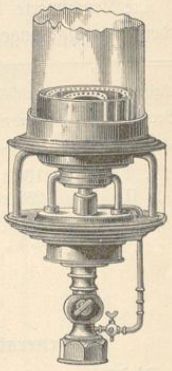
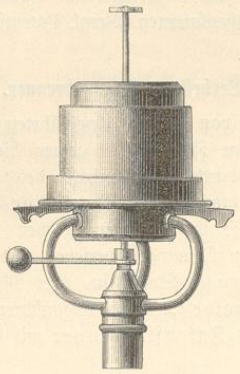


Fig. 266 stellt den Germania-Zwei-Ringbrenner mit Hahn und abstellbarer Zündflamme dar. Dieser Brenner entwickelt eine Leuchtkraft von 72 Hefner-Licht. Das Gas tritt hier durch eine äußere, doppelwandige Messingröhre aus, in welcher konzentrisch mit hinreichendem Zwischenraum der innere doppelwandige Argandbrenner sitzt. Der Gasstrom wird jedem der beiden Brenner durch zwei schwache Rohre zugeführt; die zur Verbrennung erforderliche Luft tritt von unten her in den Zwischenraum der konzentrischen Röhren und bestreicht aufsteigend die Außenflamme sowohl wie die Innenflamme bei hoher Temperatur, was gesteigerte Leuchtkraft der Verbrennungsgase hervorruft.

Der Präzisionsbrenner von Friedrich Siemens & Co. mit Regelungsvorrichtung ist in Fig. 267 dargestellt; (Lichtstärke 38 Hefner-Licht). Diese Argand-

brenner geben bei gesteigerter Gaszufuhr und entsprechender Konstruktion einen erheblichen Mehrgewinn an Leuchtkraft.

Fig. 267.



Die Leuchtwerte der Präzisions-Brenner Nr. 1 bis 4 werden wie folgt angegeben:

Präzisions-Brenner	Stündlicher Gasverbrauch	Lichtstärke	Verbrauch pro Hefner-Licht
Nr. I	160 l	18,6 Hefner-Licht	8,6 l
„ II	250 „	34,9 „	7,17 „
„ III	450 „	63,9 „	7,04 „
„ IV	675 „	96,4 „	7,00 „

§ 10.

Regenerativ-Gasbeleuchtung. [1]

Dieselbe verdankt ihre Entstehung der Generator-Feuerung mit vorgewärmter Luft und beruht auf demselben Grundsatz wie diese. Zwar hatte schon Faraday im Jahre 1819 auf die Vorteile der Vorwärmung aufmerksam gemacht, auch Chaussenot einen Brenner mit Vorwärmung konstruiert; dieser hat jedoch praktisch keine rechte Bedeutung erlangt.

Im Jahre 1879 brachte sodann Fr. Siemens in Dresden seine erste Lampenkonstruktion zur Durchführung; er schrieb der Flamme und der Luft ihren genauen Weg vor und sagte sich von den Regeneratoren aus Glas (System Chaussenot) los. Sein Regenerator umschloß nun das Rohr, durch welches die Verbrennungsgase abziehen und die Flamme wurde von einer unterhalb angeordneten weiten Glaskugel umschlossen. Der rastlos fleißige Mann gelangte rasch zu Verbesserungen der Brennerformen, welche jahrelang fast ausschließlich als Regenerativ-Brenner Anwendung gefunden haben und dem Gase den Weg erschlossen, mit der elektrischen Beleuchtung erfolgreich konkurrieren zu können. Denn durch einen einzigen Brenner ließen sich nunmehr Lichtquellen bis zu 700 Normalkerzen ermöglichen! Engler (Journ. f. Gasbeleuchtung 1883) fand sogar, daß der Nutzeffekt der Regenerativ-Brenner L doppelt so groß war, als derjenige der gewöhnlichen Beleuchtung mit Schnittbrennern. Zwar waren die Siemens-Lampen in ihrer Erscheinung nicht schön, auch theuer, aber sie bildeten damals wegen ihrer Eignung zur Erleuchtung größerer Plätze einen wichtigen Fortschritt im Beleuchtungswesen.

Die den Siemens-Lampen anhaftenden Mängel wurden dann durch bessere Konstruktionen ersetzt, der Regenerator nach oben verlegt und die ursprünglich frei brennende Flamme in eine Glaskugel eingeschlossen. Die so gewonnene Form bildete nun die Grundlage für die in den Handel gebrachten Regenerativ-Brenner, welche in zwei Klassen zerfallen, nämlich in:

a) Außenbrenner, bei denen die Flamme von der Mitte nach dem äußeren Rande brennt, und

b) Innenbrandlampen, bei denen die Flamme von außen her nach der Mitte hereingezogen wird.

Zu den Außenbrennern gehören u. a. die Wenham-Lampe, die Außenbrandlampe von Friedr. Siemens & Co. und die Delhaise-Lampe.

Von Innenbrandlampen nennen wir die Lampen von Siemens & Co., Butzke, Seegrün, Röhr & Co., Bergers Helios-Lampe und die Sylvia-Lampe, endlich die Regina-Lampe von Schülke, Brandholt & Co.

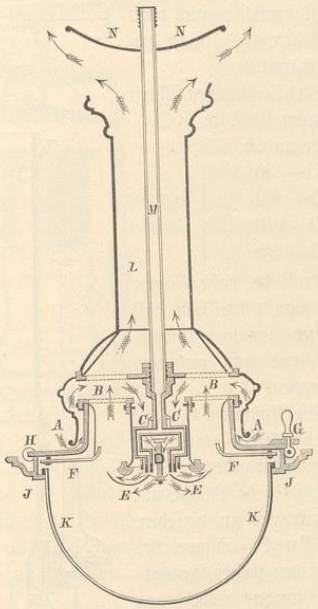
I. Die Wenham-Lampe.

Das Wesen der Regenerativ-Lampen beruht, wie erwähnt, auf der Zuführung nicht kalter, sondern auf dem Wege zur Flamme stark erhitzter (frischer) Luft. Dieselbe tritt in Fig. 268 bei A A unter dem gebogenen Metallmantel in den Zwischenraum B B, durchströmt die entsprechenden Fächer des Vorwärmers, gelangt nach C C, um den im Durchschnitt unterhalb C sichtbaren Brennerkörper und demnach den in der Richtung der Pfeile austretenden schüsselähnlichen Strom der Verbrennungsgase von außen und innen zu umhüllen. Die Verbrennungsluft steigt dagegen von E E aufwärts, durchdringt die

1) Vor Bekanntwerden der Regenerativ-Beleuchtung hat man zur Erhöhung der Leuchtkraft des Gases vielfach auch die Albocarbon-Beleuchtung angewandt. Das Carburieren des Gases wurde verschiedentlich versucht; aber die rasche Verbreitung der Regenerativ-Beleuchtung setzte jenen Bestrebungen so schnell ein Ziel, daß die Carburierung des Gases eine allgemeine Anwendung nicht fand. Aus diesem Grunde dürfte für die Ziele dieses Buches eine bloße Erwähnung dieser, bereits im § 6 berührten Methode genügen. D. Verf.

korrespondierenden Fächer des Mantels und gelangt, nachdem sie ihre Hitze an den Vorwärmer abgegeben hat, in den Schornstein L und aus diesem (durch den Blaker N N

Fig. 268.



abgelenkt) in den Beleuchtungsraum, wo sie sich der übrigen Luft beimischt. Eine besondere Abführung der Verbrennungsgase ist selten erforderlich, läßt sich aber mit den Doppelregenerativ-Brennern in einfachster Weise verbinden.

Fig. 270.

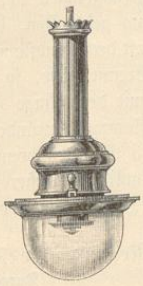


Fig. 269.

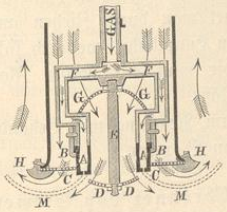


Fig. 269 zeigt die Anordnung des Brenners der Wenham-Lampe im größeren Maßstabe. Hierbei bezeichnet der Buchstabe A den Speckſteinbrenner, B den Brennerhalter, C den ſiebförmigen Boden, D ein an den Meſſingſtift E angeſchraubtes durchlochtes Plättchen, F den Brennerkörper, G die ſiebförmige Kuppel, H iſt ein Eiſenring mit Bajonettverſchluß, K (Fig. 268) die kugelförmige Glasglocke, ohne welche die Lampe nicht brennen kann.

Fig. 270 giebt die einfache Form der Wenham-Lampe für Räume, welche nur eine allgemeine Rundbeleuchtung erfordern. Für Comptoire, Leſezimmer u. dergl. tritt ein Opalglas-Strahlſchirm hinzu.

Die Vorzüge der Wenham-Lampe beſtehen darin, daß der Gashahn keine peinliche Nachregelung erfordert. Beim Anzünden wird nämlich der Haupthahn voll geöffnet und bleibt in dieſer Stellung ſtehen, ſo lange die Beleuchtung dauert. Schließt man den Haupthahn, ſo entzündet ſich eine kleine Zündflamme; beſondere Wartung iſt alſo nicht nötig. Weitere Vorteile ſind: größere Helligkeit, bedeutende Gaserſparnis, vollſtändig weißes Licht, vierfache Leuchtkraft im Verhältnis zu gewöhnlichen Brennern.

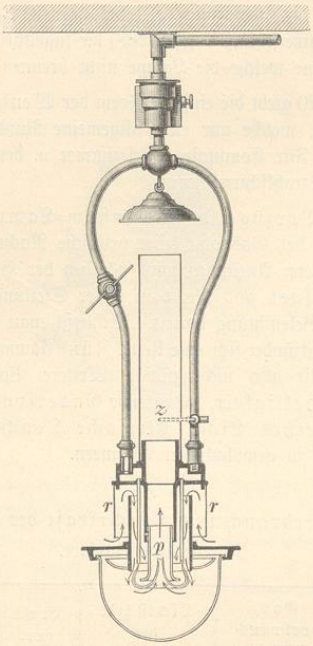
Gasverbrauch und Leuchtkraft der Doppel-Regenerativ-Brenner.

Brenner Nr.	Gasverbrauch ſtündlich in Litern	Pfg.	Lichtſtärke des Brenners Normalkerzen	Hefner-Licht	Erſetzt gew. Gasflammen	Genügt für eine Bodenfläche von Meter im Quadrat
1	200	3	50	62	3	4
2	300	5	80	96	5	6
3	400	7	120	144	8	7
4	600	10	180	216	12	9
5	1000	16	300	360	20	15

II. Siemens' invertierter Regenerativ-Brenner.

Bei dem in Fig. 271 dargeſtellten Einwärtsbrenner von Siemens ſtrömt das Gas aus einzelnen, kreisförmig geordneten Brennerröhrchen um die Kante eines Porzellancylinders p herum und zieht durch die Eſſe im Centrum ab. Die Verbrennungsluft wird in dem über der Flamme angebrachten Regenerator r r vorgewärmt. Die Umbiegung der Flamme um den Cylinder p bewirkt eine innige Miſchung des Gaſes mit der Luft: es iſt daher die Flamme blendend weiß. Die Entzündung der Flamme geſchieht mittels des in die Eſſe hineinragenden Zündflämmchens. Die Lampe wird in vier Größen für 320 bis 1245 l Gasverbrauch hergeſtellt. Der Siemens'ſchen Lampe ſehr ähnlich iſt die ſogenannte Sylvia-Lampe, auch die Weſtphal-Lampe von Breymann in Berlin gehört in dieſe Klaſſe.

Fig. 271.



Gasverbrauch und Leuchtkraft der invertierten Regenerativ-Brenner sind aus nachstehender Tabelle zu ersehen.

Brennergröße	Gasverbrauch Liter	Leuchtkraft in Hefner-Licht nach horizontaler Richtung	Leuchtkraft in Hefner-Licht nach vertikaler Richtung
J.-Nr. 3	320	58,7 H.-L.	81,4 H.-L.
„ „ 4	465	107 „ „	158 „ „
„ „ 7	760	174 „ „	267 „ „
„ „ 11	1245	260 „ „	429 „ „

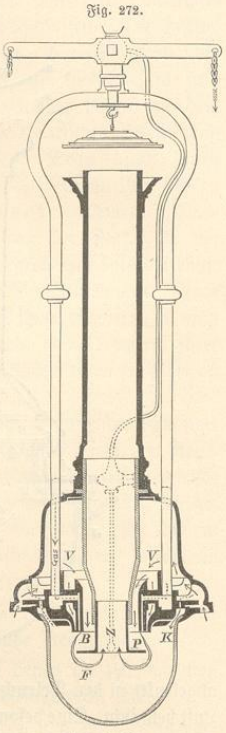
Der Minimalabstand der Flamme von der geputzten Rohrdecke muß 65 cm betragen; das Gasrohr, an welches der Anschluß erfolgt, soll 10 mm im Lichten weit sein. Der Brenner kann ohne Öffnung des Glockenverschlusses entzündet werden; andernfalls hängt man die Lampe so, daß der Verschlußwirbel $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ m über Fußboden, d. h. von einem Stuhle erreichbar liegt.

III. Der Butzke-Brenner.

(Patent Westphal.)

Derselbe ist dargestellt durch Fig. 272. Das Gas entströmt hier dem Ringbrenner B, der von einer Glasglocke umhüllt wird. Die Gasflamme F umspült den Teller P und entsendet die Verbrennungsgase in den Schlot, welcher die in den Vorwärmer V V seitlich eindringende Frischluft erwärmt. Die Zündung erfolgt mittels einer kleinen Zündflamme Z. Eine vollständige Vorwärmung wird dadurch leider nicht erreicht, auch wird das zugeführte Gas nicht genügend erwärmt.

Fig. 272.



Die Butzke-Lampen führen die Nummern 6, 7, 9, 10.

Es beleuchtet

Nr. 6 25— 35 qm
„ 7 35— 80 „
„ 9 80—140 „
„ 11 140—225 „

} Grundfläche.

Quadratische, hohe Räume beleuchtet man vorteilhaft mit einer großen Lampe, langgestreckte Räume mit mehreren kleinen Lampen.

Für die Nummern 6, 7, 9 ist der Gaseinlaß 10 mm i. L. Um die Druckschwankungen auszugleichen, ist jede Lampe mit einem Druckregler zu versehen.

Die Butzke-Lampe hat zwei Hähne, den großen Haupthahn mit langem Hebel, von dessen beiden Enden Ketten herabhängen, an welchen je ein Ring mit den Buchstaben A resp. Z befestigt ist, und ein Zündflammenhahn mit kurzem, am Ende umgebogenem Hebel. Der Haupthahn ist geschlossen, wenn der Ring mit Z möglichst weit herabgezogen ist; der Zündhahn ist bei wagrechter Stellung geschlossen. Um die Lampe zu entzünden, öffnet man erst den Zündflammenhahn und steckt die Zündflamme an. Brennt diese, so öffnet man durch Ziehen an der Kette mit dem Ringe A den Haupthahn, wodurch sich die Leuchtflamme entzündet, die man mit halber Flamme 2 bis 3 Minuten brennen läßt.

Ähnlich in äußerer Form, Regelung und Behandlung ist die Helios-Lampe von Berger.

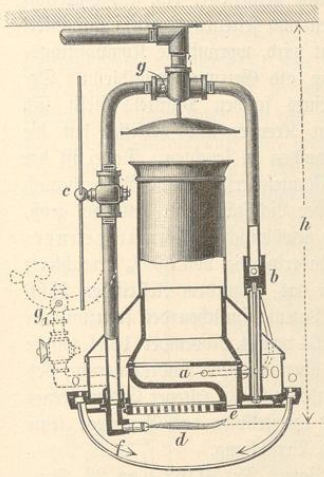
IV. Regenerativ-Flachbrenner von Siemens.

Dargestellt in Fig. 273.

Hier breitet ein Schnittbrenner f seine fächerähnliche Flamme unter einem Vorwärmer aus, dessen emaillierte untere Abschlußplatte durchlöchert ist. Durch die Schlitze der Platte wird dem Gase vorgewärmte Luft zugeführt, während die Verbrennungsprodukte, den Vorwärmer um-

spülend, in einen metallenen Schlot entweichen. Die Flamme ist nach unten hin durch eine schüsselförmige Glasglocke umschlossen; dadurch, daß ihr durch kleine Bohrungen im Rande frische Luft zuströmt, wird dieselbe vor dem Zerspringen geschützt. Eine kleine Zündflamme a muß vor Öffnung des Hahnes entzündet werden. Die Lampe wird in drei Größen zu 105, 220 und 500 l stündlichem Konsum hergestellt. In letzterem Falle besteht die Anordnung aus drei Schnittbrennern, welche von der Peripherie unter einem Winkel von 120° gegen das gemeinsame Centrum brennen. Die Lampe sendet ihre Lichtmenge am stärksten vertikal abwärts, sie erfordert einen Gasdruck von 14 mm. Gasverbrauch und Leuchtwerte (auf Dresdener Gas bezogen) sind nachfolgend zusammengestellt.

Fig. 273.



Schnittbrenner	Stündlicher Gasverbrauch	Lichtstärke	Verbrauch pro Hefner-Licht
Nr. 1 einflammig	105 l	30,2 Hefnerlicht	3,48 l
„ 2 „	220 „	93,0 „	2,37 „
„ 3 dreiflammig	500 „	188,0 „	2,66 „

V. Regenerativ-Glanzlicht-Lampe „Regina".

System Schülke, Brandholt & Co.

Fig. 274 stellt den Vertikalschnitt der Regina-Lampe dar, und zwar bezeichnet a den Regenerator im Vertikal-, unterhalb im Horizontalschnitt; b einen Sturz aus Nickelblech mit Asbestumhüllung und strahlenförmigen Ausbauchungen, in welchen sich die zuströmende Frischluft erwärmt, während die Abzugsgase durch den Verteiler d gespalten und auf der Rückseite der Rippen in den Schornstein e geführt werden, f ist der äußere Metallmantel, g die Glasglocke, h die Verschraubung mit Brennergewinde, i die Regulierschraube.

Sobald die Flamme angezündet ist, was direkt durch den Schornstein oder durch Abheben des Vorwärmers geschieht, steigen die Verbrennungsgase, wie die Pfeile andeuten, in die Falten des Vorwärmers a, geben ihre Hitze dort ab und gelangen durch diesen und den Schornstein ins Freie. Die kalte Luft tritt durch die Löcher x x des Metallmantels ein, steigt aufwärts über den Bord der Asbestbekleidung b und dann — dem Auftrieb der Verbrennungsgase nachstrebend — in die Glasglocke zur Flamme. Auf ihrem Wege zur Flamme bestreicht sie die

Fig. 274.

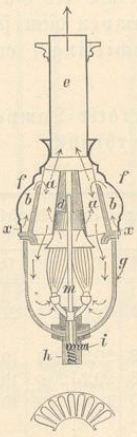
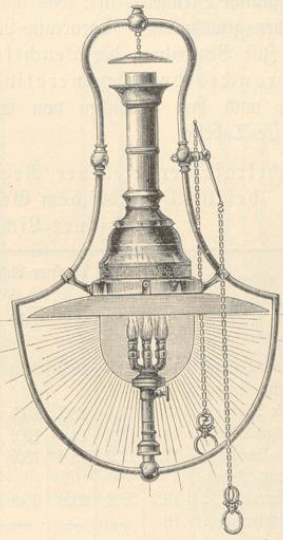


Fig. 275.



glühenden Fächer des Faltenrohres a und nimmt so eine Temperatur an, welche der des glühenden Metalles nahe kommt. Der Wärmeaustausch findet sehr schnell statt, da die Berührungsfläche relativ groß ist.

Fig. 275 stellt die äußere Ansicht der Regina-Lampe, Modell XV vor. Die Lampenlyra ist für Nr. 4 der Tabelle 76 cm hoch, 46 cm breit.

Die nachstehende Tabelle giebt die Größennummern, den Gasverbrauch und die Lichtstärke der Regina-Lampen an.

Größennummer der Regina-Lampe	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Gasverbrauch pro Stunde in Pf.	Lichtstärke in Hefner-Licht	Beleuchtet ein Quadrat, dessen Seite ist:	Höhe der Flamme über dem Fußboden
1	120	1,9	36	2—2,5 m	1,8—2,8 m
2	160	2,5	48	3—3,5 „	
3	210	3,3	78	4—5 „	
4	375	6	120	6—8 „	2,5—3,5 „
5	550	8,8	190	8—10 „	3,2—4,0 „
6	750	12	275	10—11 „	4,0—4,5 „
7	1000	17,6	420	12—15 „	4,5—6,0 „
Ein gewöhnlicher Argandbrenner	200	3,2	24		
Ein Schnittbrenner	150	2,4	12		

Die Lichtstärke der Regina-Lampe ist daher doppelt so groß als diejenige der gewöhnlichen Argandbrenner und viermal so groß als die der Schnittbrenner. Als besonderer Vorteil ist hervorzuheben, daß die Lampe von Schülke an Stelle jedes gewöhnlichen Brenners auf Gaskronen, Wandarme u. s. w. aufgeschraubt werden kann.

Bei Bruch der Glocke brennt die Lampe wie jeder gewöhnliche Brenner weiter, was ihr einen großen Vorzug vor den gewöhnlichen Regenerativ-Lampen giebt.

Zur Beurteilung der Leuchtkraft und des Gasverbrauches der Regenerativ-Lampen dient folgende nach den Versuchen von E. Schilling[1]) aufgestellte Tabelle.

Leuchtkraft verschiedener Regenerativ-Lampen bei 100 l stündlichem Gasverbrauch in Hefner-Licht.

Bezeichnung der Lampe	Leuchtkraft (Hefner-Licht) unter einem Winkel von							
	0°	35°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Wenham-Lampe	14,0	19,3	19,3	20,9	21,4	22,4	22,5	22,8
Siemens invertierte Lampe .	15,9	17,4	18,1	19,5	19,8	20,3	19,7	19,6
Westphal-Lampe	14,4	17,2	18,5	19,2	19,8	20,2	20,0	19,7
Sylvia-Lampe .	12,9	17,2	18,0	18,9	19,5	19,6	19,3	19,0
Siemens Flachbrenner	13,2	22,2	23,8	25,8	27,4	28,0	28,1	28,5
Schnittbrenner .	10	—	—	—	—	—	—	—

Die angegebenen Zahlen gestatten aber auch einen unmittelbaren Vergleich der Lampen, wenn man den Schnittbrenner = 1 setzt. So ist z. B. der Nutzeffekt unter 50°

für Schnittbrenner horizontal . . . . . = 1,00
Wenham-Lampe unter 50° . . . . . = 2,09
Siemens' invertierte Lampe unter 50° . = 1,95
Westphal-Lampe unter 50° . . . . . = 1,92
Sylvia-Lampe unter 50° . . . . . = 1,89
Siemens' Flachbrenner unter 50° . . = 2,58

§ 11.
Gasglühlicht.

Die erste Kunde von der Erfindung des Chemikers Dr. Auer von Welsbach brachte die Nr. 2 der Zeitschrift „Pharmaceutische Post" vom Jahre 1896 mit folgenden Worten:

> Das Prinzip des neuen Incandescenz-Lichtes beruht darauf, in der Flamme des von Dr. Auer verbesserten Bunsen'schen Brenners mittels Platindraht einen Mantel (Cylinder) glühend zu erhalten, welch' letzterer ungefähr dem Kalkcylinder des Drummond'schen[1]) Lichtes entspricht. Die chemische Zusammensetzung dieses Mantels ist Geheimnis des Dr. Auer. Der Mantel wird dadurch hergestellt, daß ein Gazestoff mit gewissen Salzen und seltenen Erden imprägniert und dann verbrannt wird, worauf die Kompositionsmasse in der Gaze als Gerippe zurückbleibt. Der Selbstkostenpreis eines solchen Mantels stellt sich ungefähr auf einen Kreuzer und derselbe hat die Fähigkeit, 1000 Stunden zu leuchten. Dabei ist der zur Erhitzung des Mantels erforderliche Gasverbrauch zur Erzielung gleicher Lichtstärke nur halb so groß, als derjenige einer gewöhnlichen Schnittbrennerflamme, also eine Gasersparnis von 50 % erreichbar; im Aussehen gleicht das Licht dem elektrischen Licht.
>
> Erst aus den Patentansprüchen des französischen Patentes Nr. 172 064 vom 4. November 1884 wurde genaueres bekannt über die zur Imprägnierung des Glühkörpers verwendeten Oxyde seltener Erden, ferner über die Form und Herstellung des Gewebes, seine Imprägnierung und Veraschung.
>
> Das deutsche Patent Nr. 39 162 vom 23. September 1885 stellt die von Dr. Auer gegebenen besten Zusammensetzungsverhältnisse der Mischungen für weißes und gelbes Licht fest, die hier übergangen werden können. Außer dem obigen Hauptpatent hat Dr. Auer im Jahre 1886 noch das umstrittene deutsche Zusatzpatent Nr. 41 945, das die Regenerierung der Glühkörper betreffende Zusatzpatent Nr. 44 016 vom 20. Januar 1887 und das dritte Zusatzpatent Nr. 74 745 erworben.

Die weiteren Entwickelungsstadien der Gasglühlichtbeleuchtung, wie solche sich nach dem Bekanntwerden der Auer'schen Erfindung vollzogen haben, werden wir nunmehr technisch erläutern.

Das Auer'sche Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern für Incandescenzbeleuchtung verläuft wie folgt:

1. Es werden Nitrate von seltenen Erden aus dem Rohmaterial, nämlich dem Monazitsand, früher dem Thorit, Gadolinit u. s. w. gebildet;
2. dieselben werden in Lösung gebracht;
3. mit der Lösung werden verbrennliche Gewebe aus Baumwollenfaser imprägniert und
4. die so imprägnierten Gewebe mittels der Bunsenflamme „verascht", wodurch das Baumwollengewebe verbrannt und die gelösten Nitrate zu Oxyden umgebildet werden. Das zurückbleibende Skelett bildet den Auer'schen Glühkörper. Derselbe zeigt unter dem

1) Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung des Leuchtgases. München 1892. Seite 103.

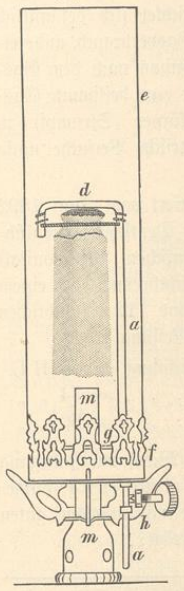
1) Vergl. § 6 (Erhöhung der Leuchtkraft des Gases).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mikroskop die innere und äußere Struktur des früheren Gewebes, auf welchem die Salze der seltenen Erden sich in höchst feiner, mikrokristallinischer Verteilung abgelagert haben und das Gewebe umhüllen.

Um diese bahnbrechende Erfindung auch gewerblich verwertbar zu machen, war es nötig, einen zu diesem Zweck geeigneten Brenner zu konstruieren, da die bisher bekannten Bunsenröhren sich fast gar nicht hierzu eigneten. Der alte Bunsenbrenner mit glattem Mischrohr, welchen Dr. Auer v. Welsbach bei Entnahme seiner Patente im Auge gehabt hatte, litt nämlich an dem Übelstande, daß die Flamme ein knatterndes Geräusch verursachte. Außerdem gestattet derselbe nur die Verwendung kleinerer Glühkörper als die jetzt im Handel befindlichen. Ein fernerer Übelstand war, daß die heißeste Zone der Flamme etwa 1 cm über der Brennermündung lag.

Fig. 276.



Infolgedessen war man gezwungen, den Glühkörper erst in dieser Höhe über der Mündung des Brennerrohres m, Fig. 276, aufzuhängen, so daß derselbe frei darüber „pendelte". Bei zufälligen Erschütterungen schwankte dann der Glühkörper aus dem Flammenmantel heraus und wurde von der Bunsenflamme nur einseitig berührt, weshalb das Licht des Glühkörpers bald heller, bald dunkler erschien.

Eine weitere Forderung der Technik war sodann die: trotz geringen Gasverbrauches den Leuchteffekt, gegenüber den bisher gebräuchlichen Argandbrennern, zu erhöhen. Dies ließ sich nur durch eine größere Oberfläche des Glühkörpers erreichen. Dazu waren aber die bisherigen Bunsenbrenner keineswegs geeignet, man mußte daher nach anderen Mitteln suchen.

Zunächst wurde der Versuch gemacht, die Brennermündung mit Einsätzen von verschiedenem Querschnitt zu versehen, wie solche in den Fig. 277 bis 279 dargestellt sind. Diese Brennerkonstruktionen hatten zwar den Erfolg, daß das lästige Geräusch während des Brennens verschwand, aber die Ausbreitung der Flamme war noch nicht hinreichend groß, um Glühkörper von größerer Mantelfläche zur Anwendung zu bringen. Dies wurde erst ermöglicht durch Einführung des neuen, der Firma Julius Pintsch durch Reichspatent Nr. 43991 vom Juli 1888 geschützten Brenners, den Fig. 280 im Vertikalschnitt zeigt. Das Brennerrohr A trägt eine Erweiterung o, auf welche eine sternförmige Scheibe aufgesetzt ist, die einen

Fig. 279.

Fig. 277. Fig. 278.

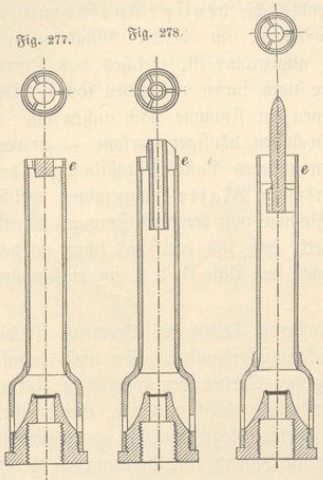
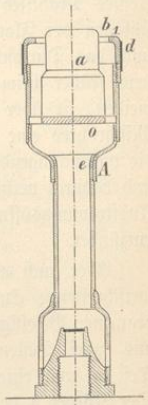
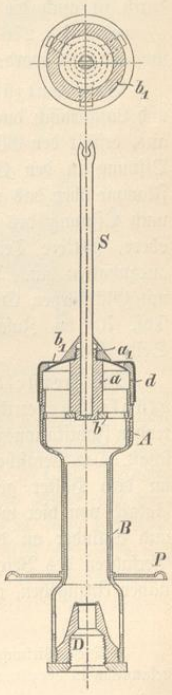


Fig. 280.



festen Körper a aus Speckstein trägt. Letzterer ist durch eine mit Flansch b_1 versehene Kapsel d umkleidet. Durch diesen erweiterten Brennerkopf wird die Flamme gegenüber älteren Brennerkonstruktionen bedeutend ausgebreitet und deren heißeste Zone nach der Peripherie der Brennermündung verlegt. Ein weiterer Vorteil ist, daß man den Glühkörper über den Brennerkopf ziehen kann, wodurch demselben an seiner unteren Kante ein zweckmäßiger Stützpunkt gegeben wird. Endlich wird die Flamme durch den Flansch b_1 entsprechend eingeschnürt, so daß der Glühkörper schon von der oberen Brennerkante an ins Glühen kommt und die Form und Oberfläche der Flamme möglichst mit derjenigen des Glühstrumpfes zusammentrifft.

Fig. 281.



Mittels dieser Brenner, welche nunmehr die Anwendung größerer Glühkörper gestatteten, wurde bei einem Gasverbrauch von circa 100 bis 110 l per Stunde ein Lichteffekt von 70 bis 80 Hefner-Licht erzielt. Gegenüber den Argand-

brennern, welche bei einem stündlichen Gasverbrauch von 250 l eine Leuchtkraft von nur 30 Hefner-Licht ergaben, liegt hierin ein gewaltiger, volkswirtschaftlicher Fortschritt.

Fig. 281 zeigt endlich die heutige Ausführungsform des Auerbrenners, in dessen Mündung ein kleines Drahtsieb b_1 angeordnet ist, welches das Durchschlagen der Flamme nach innen vermeiden soll.[1]) Um auch das Durchschlagen der Flamme nach außen hin — was früher beim Anzünden häufiger vorkam — zu vermeiden, ist über den unteren Lufteintrittsöffnungen des Mischrohres eine kreisrunde Platte P angeordnet, welche die durchschlagende Flamme von den Luftöffnungen ablenkt und dadurch verhindert, daß sich das Gas schon an den Ausströmungsöffnungen der Düse D, d. h. im Mischrohre, entzündet.

Aber auch an anderen Teilen des Brenners ist die fortschreitende Entwickelung erkennbar. So wird behufs bequemer Befestigung des Siebes der konoidische Körper aus zwei Teilen, nämlich einem unteren, cylindrischen Teil a und einem oberen, kegelförmigen a_1 hergestellt. Der Körper a besitzt im Innern eine Bohrung, in welche eine Stange aus Magnesia oder Schiefer hineingesteckt wird, dieselbe dient als Träger des Glühstrumpfes. Hierdurch ist auch die seitliche Aufhängung des Glühkörpers — welche Fig. 276 zeigt — verlassen und in eine centrale umgewandelt worden.

Beim Entzünden der Glühkörper tritt das Gas und Luftgemisch durch das Sieb b_1 (Fig. 281) unter Druck aus, erfüllt den Glühkörper und strömt durch dessen obere Öffnung in den Cylinder. Hält man nun eine offene Flamme über das obere Ende desselben, so entzündet sich, nach Öffnung des Gashahnes, der Gasstrom, wobei der obere, stärkere Teil des Strumpfes den ersten Anprall auszuhalten hat. Die Ansicht eines Gasglühlichtbrenners mit Glühkörper, Cylindergallerie und Glascylinder ist auf Taf. 70 im Zusammenhange dargestellt (vergl. § 13, Seite 356).

Die Herstellung von Glühkörpern für Gasglühlichtbeleuchtung bildet neuerdings einen bedeutenden Fabrikationszweig der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft. Das Veraschen der Glühkörper und deren Befestigung an dem Halter geschieht lediglich in den Räumen der Fabrik, von hier werden sie mit dem zugehörigen Brenner und Cylinder an die Konsumenten geliefert. — Auf das Verfahren des Veraschens und Befestigens der Glühkörper näher einzugehen, ist hier nicht der Ort.

1) Diese Wirkung eines Metallgewebes auf brennbare Gase ist bekanntlich in der Davy'schen Sicherheitslampe benutzt.

Anm. Es verdient Erwähnung, daß die Auer'sche Erfindung den Anstoß zu einer ungezählten Menge von Vorschlägen und Erfindungen gegeben hat, welche alle die „Konstruktion des Brenners" betreffen. Es kann nicht die Rede davon sein, auch nur die bemerkenswertesten dieser Erscheinungen hier in Betracht zu ziehen. Trotz der mancherlei in Vorschlag gebrachten Konstruktionsmethoden hat doch Auer nur es verstanden, ein Gasglühlicht zu schaffen, welches von einschneidender Bedeutung ist. In dieser Beziehung wird auf die schon im Eingange dieses Kapitels erwähnte Broschüre von Wilhelm Gentsch[1]) verwiesen.

§ 12.

Leuchtkraft des Auer'schen Gasglühlichtes.

Die Flamme eines Brenners richtet sich bekanntlich bei bestimmtem Gasdruck nach dem Gasverbrauch, andererseits aber auch bei konstantem Gaskonsum nach dem Gasdruck. Um die beste Kombination für eine bestimmte Gassorte und den Auer'schen Glühkörper (Strumpf) zu bestimmen, sind gründliche photometrische Versuche nötig gewesen.

Einer der frühesten Versuche datiert vom Juni 1892 und ist angestellt auf Ansuchen der Deutschen Gasglühlicht-A.-G. in der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg mit einem Glühlichtbrenner bei einem Gasdruck von 34 mm Wassersäule und 112 l stündlichen Gasverbrauch. Die photometrische Messung ergab:

eine mittlere Leuchtkraft in horiz. Richtung = 66 H L.
die größte Lichtstärke betrug . . . . . = 74 „ „
die niedrigste . . . . . = 60 „ „

Nachstehende von Fähndrich (Wien) im Jahrgang 1892 des Journals für Gasbeleuchtung mitgeteilte Tabelle giebt einige Vergleiche mit anderen guten Gasbrennern. Nach Fähndrich beträgt:

Brennergattung		Stündlicher Gasverbrauch Liter	Leuchtkraft in Normalkerzen	Eine Normalkerze beansprucht Liter Gas
1) Hohlkopfbrenner . . .		150	13	11,5
2) Argand (gewöhnlich) . .		160	16	10,0
3) Intensivlampe von Siemens	Nr. VI	200	33	6,0
	„ III	350	60	5,8
	„ II	600	130	4,6
	„ I	1400	300	4,6
4) Alter Auerbrenner . .		70	13	5,4
		100	20	5,0
5) Neuer Auerbrenner .		95	50	2,0
		120	80	1,5

1) Vergl. Wilhelm Gentsch, Gasglühlicht, dessen Geschichte, Wesen und Wirkung. Stuttgart 1895.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Renk fand (Bericht vom 12. November 1892) im Mittel aus einer größeren Zahl photometrischer Versuche bei 150 l stündlichem Gasverbrauch die Leuchtkraft

für Schnittbrenner . . 14,27 NK. = 16,69 HL.
„ Argandbrenner . . 29,01 „ „ = 35,53 „ „
„ Gasglühlichtbrenner 55,93 „ „ = 67,11 „ „

Das Leuchtgas wird also in dem Auer'schen Brenner doppelt so gut verwertet als bei Siemens Intensivbrennern,

4 mal besser als im Argandbrenner
und 8 mal „ „ „ Schnittbrenner.

Über die Lichtbeständigkeit und Dauerhaftigkeit der Glühkörper sind von der Deutschen Kontinental-Gasgesellschaft in Dessau Versuche angestellt und deren Ergebnisse durch den Generaldirektor v. Oechelhäuser mitgeteilt worden.[1]) Die Lichtmessungen sind in nachstehender Tabelle enthalten. Der Konsum betrug 110 l pro Stunde.

Art des Brenners	Druck in Millimetern Wasser	Anfängliche Lichtstärke HL	Brennstunden	End-Lichtstärke HL	Abnahme der Lichtstärke Proz.	Im Durchschnitt von Brennstunden	Im Durchschnitt von Lichtstärke HL
		i. M.					
Wiener und Berliner Nr. I . . .	20—40	58,3	500	45,2	22,4	500	50,4
			800	32,7	43,9	800	41,0
Berliner Nr. II	40	61,6	500	54,0	12,4	500	57,1
			800	—	16,3	—	—

§ 13.

Beleuchtungsapparate.

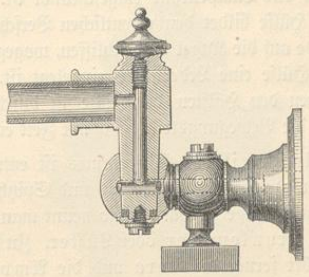
A. Die zur Innenbeleuchtung dienenden Apparate werden, wie aus § 5 hervorgeht, entweder an den Wänden oder an den Decken der Zimmer befestigt, resp. auf dem Fußboden placiert; im ersten Falle heißen sie Wand- oder Deckenlampen, im letzten Falle Stehlampen, Kandelaber. Feststehende Kandelaber kommen innerhalb der Gebäude in der Regel nur in Vestibülen, Treppenhäusern, auf Ladentischen und in Schaufenstern zur Verwendung.

Gegenwärtig werden die Lampen aus Messingrohr oder Eisenrohr fabriziert; die Verzierungen der Arme u. s. w. pflegt man dagegen aus Messing-, cuivre poli oder Zinkguß, aus Schmiedeeisen oder Eisenguß, aus Porzellan und Glas herzustellen, und zwar, sofern Metall zu den Verzierungen verwendet ist, entweder poliert oder bronziert, verkupfert, vernickelt, versilbert, echt oder unecht vergoldet.

a) Wandlampen haben entweder steife, d. h. feststehende oder bewegliche Wandarme. Die Arme werden von glatten, gewundenen oder façonnierten Rohren, beliebig verziert, gefertigt und der vordere Teil des Armes mit einem Gewinde zur Aufnahme des Brenners oder der Brennerhülse versehen. Auch der hintere Teil trägt eine Rosette mit innerem Gewinde, um den Arm damit auf den Zapfen der Wandscheibe festschrauben zu können. An die Rosette schließt sich der Hahn zur Regulierung resp. Absperrung der Gaszuströmung, dessen Griff am Küken so gestaltet ist, daß er sich mit der Hand drehen läßt.

Wünscht man, daß der Lampenarm eine horizontale Bewegung machen könne, so schließt sich, wie Fig. 282 zeigt, an den Hahn ein Gelenk an, dessen Hülse mit der Hahnenhülse und Rosette ein Gußstück bildet. Die Gelenkhülse ist mit einer ringförmig ausgedrehten Nut versehen,

Fig. 282.



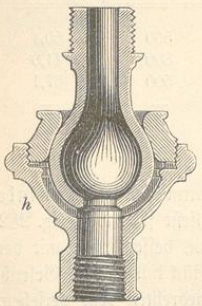
von demselben Querschnitt wie die Hahnenöffnung, so daß bei geöffnetem Hahne das Gas den Kanal ringsum durchströmen kann. Der in die Gelenkhülse eingeschliffene Zapfen hat seinerseits in derselben Höhe eine horizontale Durchbohrung und senkrecht zu dieser eine vertikale Bohrung, welche mit seitlicher Abzweigung in die Muffe des horizontalen Lampenrohres einmündet. Das Gas hat daher bei jeder Stellung des Lampenrohres freie Bewegung vom Hahn durch das Gelenk bis in das weite Lampenrohr. Solche mit Hinterbewegung versehene Wandlampen nennt man „einfache Gelenkwandlampen".

1) Verein für Gewerbefleiß, Berlin, November 1892.

Nicht selten giebt man den Wandarmen doppelte oder dreifache Bewegung von ganz ähnlicher Konstruktion wie die oben beschriebene und nennt dann die einzelnen Stücke „Zwischengelenke".

b) Hängelampen bestehen in der Regel aus einem von der Decke herabhängenden Rohre mit armförmigem Unterteil, an dem der Brenner befestigt wird; sie sind entweder „steif" oder beweglich. Die Steifrohre der festen Hängelampen sind aus 12,5 bis 19 mm weitem Messingrohr oder Schmiedeeisenrohr hergerichtet, welches oberhalb in einer Rohrschraube oder einem Gelenk mit Scheibe resp. einem Kugelgelenk festgehalten wird. Die Lampe mit Rohrschraube gestattet keine Bewegung; das Gelenk erlaubt die Bewegung in einer vertikalen Ebene und ist nach Fig. 282, doch ohne Hahn, konstruiert. Das Kugelgelenk endlich erlaubt Bewegungen nach jeder beliebigen Richtung und wird durch Fig. 283 repräsentiert. Der Rohrzapfen der Deckenscheibe hat nämlich eine kugelförmige Erweiterung. Diese hohle Kugel wird von einer aus zwei Teilen bestehenden Hülse umfaßt, in deren unteren Teil das Lampenrohr eingeschraubt ist. Der obere Teil h der Hülse bildet den eigentlichen Verschluß und ist zu dem Ende auf die Kugel aufgeschliffen, wogegen zwischen Kugel und Hülse eine Lederkappe eingelegt ist. Auch die Fuge zwischen den Hälften der Hülse ist durch Leder gedichtet und die Bewegungsteile sind mit Fett eingeschmiert.

Fig. 283.



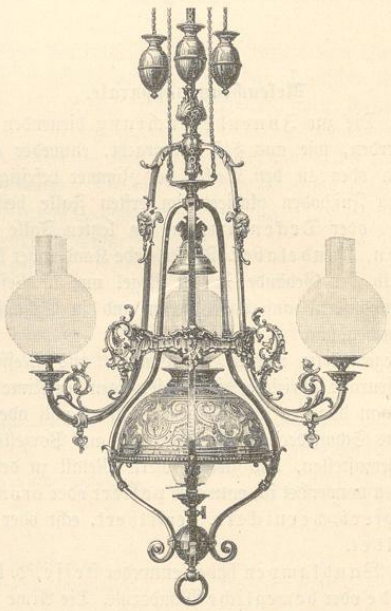
Das Unterteil des Hängearmes ist entweder einarmig oder zweiarmig mit Knie und Spitzhahn. Sind drei oder mehr Arme vorhanden, so nennt man die Hängelampe einen Kronleuchter oder Lüster. Zu den Hängelampen gehört ferner die Lyra und die Ampel.

Auch die Hängelampen werden beweglich konstruiert, in der Art, daß die Flamme auf- und abwärts geschoben werden kann; sie sind zu dem Ende mit Zugvorrichtung versehen. Man unterscheidet Korkzuglampen, Stopfbüchsenzuglampen und Wasserzuglampen. Bei den ersteren wird die Dichtung zwischen dem beweglichen inneren und dem feststehenden äußeren Rohr mittels eines durchbohrten Korkcylinders erreicht. Bei der zweiten Art wird sie mittels in Fett getränkter Wolle in einer Stopfbüchsenschraube hergestellt. Schwache Züge fertigt man aus 16 und 9,5 mm weiten Messingrohren, mittlere Züge von 17,5 und 11 mm und starke Züge aus 19,5 und 12,5 mm weiten Messingrohren.

Bei den Wasserzuglampen besteht der untere Teil aus zwei Röhren, deren Zwischenraum mit Wasser gefüllt ist. Zwischen diese beiden Röhren schiebt sich der feste Hängearm hinein, und da hier die Reibung fehlt, muß das bewegliche Unterteil in Ketten über Rollen aufgehängt und durch Gewichte abbalanciert werden. Die geringste Zahl von Aufhängepunkten, die man einer Wasserzuglampe giebt, sind zwei; enthält die Lampe drei, vier oder mehr Flammen, so entspricht die Anzahl der Rollen, Ketten und Gegengewichte der Zahl dieser Flammen.

Übrigens geben die Wasserzüge diesen Lampen ein reiches Ansehen, verlangen aber auch eine gute Aufsicht, damit das Sperrwasser nicht zu weit verdunstet und infolgedessen der hydraulische Verschluß aufgehoben wird. Aus letzterem Grunde ersetzt man das Sperrwasser durch Glycerin. Die in Fig. 284 dargestellte, dreiarmige Hängelampe mit Zugvorrichtung für die Mittelflamme

Fig. 284.



(aus der Bronzewarenfabrik von C. Kramme, Berlin) hat einen größten Durchmesser von 0,70 m bei 1,05 m Höhe. Im oberen Teil sind die Ketten und die über Rollen laufenden Gegengewichte sichtbar.

c) Die Stehlampen unterscheidet man als unbewegliche und transportable. Bei den ersteren findet die Gaszuleitung von unten her statt und die Stehlampe muß daher in ihrem hohlen Schachte dem Gasrohr hin-

reichenden Raum bieten, auch eine bequeme und solide Befestigung der Brennerhülse gestatten.

Transportable Gaslampen werden mittels eines Gummischlauches von der Rohrleitung her mit Gas gespeist und sind daher zur Aufnahme des Schlauches mit seitlich angebrachter messingener Schlauchhülse (vergl. Fig. 252) versehen. Die transportablen Lampen besserer Art erhalten, wie alle Argandlampen, einen Glascylinder, in dem die Verbrennung vor sich geht, und einen Lampenschirm oder Milchglasglocke. — Für Werkstätten hat man auch einfache Stehlampen aus Eisen unter der Bezeichnung „Werkstattleuchter".

Eine Zusammenstellung von Beleuchtungsapparaten enthält Taf. 69, und zwar stellt dar:

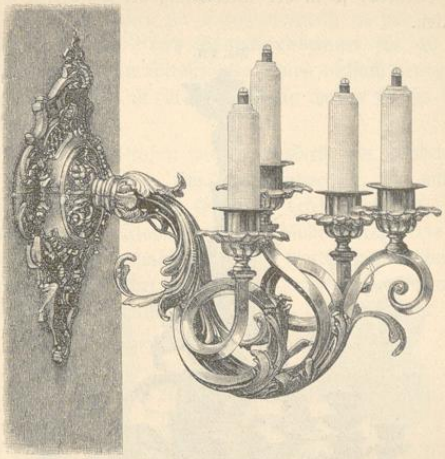
Fig. 1 einen Wandarm mit einfacher Hinterbewegung.
„ 2 „ „ „ dreifacher Bewegung.
„ 3 und 4 steife Wandarme.
„ 5 und 5ª einfachste Form der einarmigen Hängelampen (Pendants).
„ 6 Pendant mit Glocke und Cylinder.
„ 7 Lyra mit Schale und „Blaker".
„ 8 Ampel für Hausflurbeleuchtung (Absperrhahn bei a).
„ 9 zweiarmige Hängelampe von Messing oder Schmiedeeisen.
„ 10 fünfarmige Lüster von Bronze.
„ 11 Kandelaber (Treppenpfosten-Aufsatz) mit Milchglasglocke.
„ 12 gewöhnlicher Kandelaber für Hof- oder Gartenbeleuchtung mit Laterne.
„ 13 Hängelaterne zur Beleuchtung der Fassaden.

Da in neuerer Zeit die kunstgewerbliche Ausbildung sich auch auf die Beleuchtungskörper jeglicher Art erstreckt, so wollen wir diesem Fortschritt der Beleuchtungskunst hier Rechnung tragen und den in Tafel 69 dargestellten älteren, durch große Einfachheit gekennzeichneten Formen neuere, hervorragende Muster dieses Fabrikationszweiges hinzufügen.

Die festen Wandarme, Fig. 3 und 4 auf Tafel 69, sind nur für je eine Flamme bestimmt; wenn — wie in Konzert- und Versammlungssälen — eine reichere Seitenbeleuchtung verlangt wird, dann werden zwei-, drei- und mehrflammige Wandarme angeordnet. Ein Beispiel dieser Art ist der oben in Fig. 285 dargestellte Bronze-Wandarm zu vier Flammen. Die Gasausläße sind hier in Form von Kerzen gestaltet, so daß Glocke und Cylinder in Fortfall kommen. Die größte Ausladung beträgt 35 cm.

In Fig. 286 bringen wir die Abbildung einer modernen geschmackvollen Ampel aus Bronzeguß für Vestibül oder Flurbeleuchtung aus der bekannten Fabrik für Beleuchtungskörper von C. Kramme, Berlin.

Fig. 285.



Dieselbe kann — je nach Wahl — auch für Gasglühlichtbeleuchtung benutzt werden.

Der Durchmesser der Ampel beträgt 0,45 m.
Die Höhe . . . . . 0,90 m.

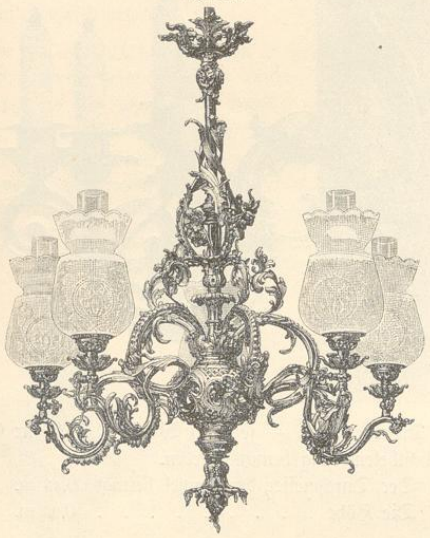
Fig. 286.



Fig. 287 stellt eine, im Barockstil reich entwickelte, fünfarmige Krone für Gas- resp. Gasglühlichtbeleuchtung dar. Die Durchbildung des Pflanzenornamentes zeigt stark naturalistische Auffassung, obwohl auch Barockmotive vielfach

wiederkehren, so in der Ausbildung der mattierten Glasglocken.

Fig. 287.



Kryſtallkronen (Kronen aus Glas) finden für reich geſchmückte Räume Verwendung und wirken wegen der Lichtbrechung in den Glasprismen äußerſt opulent, koſten aber auch bei guter Ausführung das doppelte der Bronzekronen. Die Gaszuführung erfolgt ſtets durch Meſſingrohre.

Gruppenbrennerlampen.

Wenn es ſich endlich um die Beleuchtung von größeren Werkſtätten, Maſchinenhäuſern, Montierſchuppen, Turnhallen und Gebäuden ähnlicher Art handelt, ſind die von der Deutſchen Gasglühlicht-Aktiengeſellſchaft konſtruierten, neuen Gruppenbrennerlampen empfehlenswert. Nach den in hieſigen Maſchinenfabriken angeſtellten Verſuchen größeren Maßſtabes iſt die Lichtwirkung der Gruppenbrenner vortrefflich, deren Handhabung bequem und der Gaskonſum, ſowie der Anſchaffungspreis verhältnismäßig gering.[1])

Auf Tafel 70 iſt ein Gruppenbrenner zu vier Flammen in $^1/_4$ natürlicher Größe dargeſtellt. Bemerkenswert an demſelben iſt die Anordnung eines cylindriſch-koniſchen Innenreflektors i, mit deſſen Hilfe die Leuchtkraft der nach innen gewendeten Seiten der Glühkörper nutzbar gemacht wird. — Das Eindringen von Staub und Zugluft in die Cylinder hindert der Deflektor d.

1) Eine 5flammige Gruppenbrennerlampe koſtet komplett 50 Mk.

Der Hauptauslaßhahn wird durch Ziehen an dem Kettchen H geöffnet, außerdem iſt jeder der vier Brenner mit einem beſonderen Hahn verſehen, ſo daß eine beliebige Zahl von Brennern in Benutzung genommen werden kann.

Das Entzünden der Brenner geſchieht mit einer gewöhnlichen Anzündevorrichtung (Spirituslampe), die man an den ringförmigen Schlitz S unterhalb des Deflektors hält; hier ſtrömt das Luft- und Gasgemiſch nach Öffnung des Hahnes aus und die Entzündung erfolgt ſofort.

§ 14.

B. Straßenbeleuchtung.

Eine gute Straßenbeleuchtung verlangt richtige und zweckmäßige Verteilung der Flammen in den Straßen. Man erreicht dies bei mäßigen Anſprüchen ſchon durch Brenner mit 150 l ſtündlichem Gaskonſum, wobei die Laternen in Entfernungen von 25 bis 30 m und in Nebenſtraßen ſogar bis zu 45 m entfernt geſtellt werden. Die beſte Höhe der Flammen über dem Straßenpflaſter iſt 3,3 bis 3,6 m. Als Laternenträger dienen Kandelaber und Wandkonſole.

Die Form der Straßenkandelaber iſt diejenige einer hohlen, gußeiſernen Säule mit durchbrochenem Fuß (Tafel 59, Fig. 12), ihre Höhe beträgt 2,9 bis 3,3 m über dem Erdboden, 150 bis 250 kg Gewicht. Der Fuß iſt 60 bis 100 cm lang und wird (gewöhnlich) in den Boden eingegraben; er iſt zur Vergrößerung der Baſis mit Flanſchen verſehen.[1]) Das Gaszuleitungsrohr wird durch eine ſeitliche Öffnung im Fuß eingeführt und ſteigt im Kandelaber ſenkrecht aufwärts. Der Kopf des Kandelabers muß ſo eingerichtet ſein, daß der Laternenfuß bequem und ſolid darauf befeſtigt werden kann. Dieſer gußeiſerne Fuß beſteht aus einem an der Unterfläche ſorgfältig abgedrehten Ringe, von dem aus Arme als Träger nach zwei Ecken der Laterne aufſteigen und mit dieſer feſt vernietet ſind. Der Ring wird mittels dreier Schrauben auf den horizontalen Flanſch einer gußeiſernen Buchſe, welche in den Kopf des Kandelabers eingelaſſen iſt, aufgeſchraubt. Die mittlere Öffnung im Flanſch der Buchſe iſt groß genug, um das Gaszuleitungsrohr durchzulaſſen.

Die Laternen beſtehen in der Regel aus einem oberen und unteren gußeiſernen Rahmen, welche durch zwei ſchmiedeeiſerne Rundſtäbe zuſammengehalten werden. Fig. 288 ſtellt eine ſolche Laterne von ſechseckiger Form dar. Sowohl der untere als der obere Rahmen hat einen rechtwinkelig umgebogenen Rand; dieſer letztere

1) Größere Kandelaber erhalten einen vollſtändigen Sockel und der Fuß wird bis zur Pflaſterhöhe eingemauert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist an vier Ecken durchbrochen, damit man die Glasscheiben von außen einschieben kann. Die Scheiben werden so geschnitten, daß sie außen 6 mm gegeneinander vorstehen; inwendig lehnen sie sich gegen aufgenietete Blechwinkel. Der Boden der Laterne besteht zur Hälfte aus einer festen, eingelegten Scheibe, zur anderen aus einer nach unten schlagenden Thür, die sich um zwei Scharniere dreht. Der Bodenrahmen endlich enthält die Ansätze zur Aufnahme der beiden Rundstäbe und ein Loch für das Brennrohr. Der gußeiserne Fuß (mit welchem die Laterne auf die Kapitälplatte des Kandelabers aufgeschraubt wird) ist ebenfalls am unteren Rahmen der Laterne festgenietet. Das Laternendach besteht aus zwei Teilen und der untere Teil aus zwei Rahmen, welche eine Scheibenverglasung zwischen sich aufnehmen. Der untere Rahmen greift über den Laternenrahmen und ist durch ein starkes Scharnier mit ihm verbunden, so daß das ganze Dach sich aufklappen und putzen läßt. — Über das erste Dach faßt ein gußeisernes Helmdach und bildet mit dem oberen Rahmen des Glasdaches ein Stück; zwischen beiden Dachteilen ziehen die Verbrennungsprodukte ab. Den Schluß des Daches bildet ein verzierter Knopf.

Fig. 288.

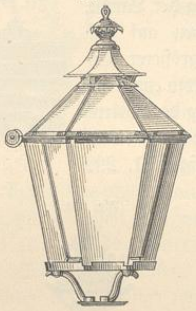
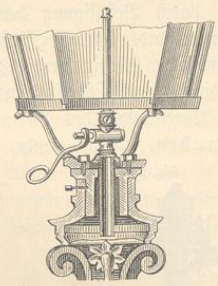


Fig. 289.



Das Brennerrohr ist meist ein Messingrohr von 9,5 bis 12,5 mm Weite, reicht abwärts durch den Boden der Laterne (Fig. 289) und ist dort in den Doppelhahn eingeschraubt, mittels dessen der Gaszufluß teils geregelt, teils abgesperrt werden kann. Unterhalb des Hahnes sitzt eine Verschraubung, mit welcher das Ganze auf das schmiedeeiserne Zuleitungsrohr aufgeschraubt wird. Um den Hahn zu öffnen, dreht der Laternenanzünder mit dem Laternenstock den herabhängenden Schlüssel nach oben, bis er horizontal steht; bei geschlossenem Hahn ist der Schlüssel vertikal abwärts gestellt. Der obere oder Regulierhahn wird ein- für allemal so gestellt, daß bei geöffnetem unteren Stellhahn die Flamme ihre richtige Größe erhält.

Als Brenner für Straßenbeleuchtung wendete man früher nur Schnittbrenner und Lochbrenner an und mit Vorliebe Speckstein brenner. Man stellte sie so, daß die Flamme parallel zur Straßenrichtung zu stehen kam. Sodann ist der Bray-Standard brenner für 40 bis 80 Kerzenstärke zur Straßenbeleuchtung vielfach verwendet worden; derselbe ist in Fig. 261 in halber Größe dargestellt.

In engen Straßen werden an Stelle der Kandelaber Konsole, Tafel 69, Fig. 13, angewendet, die mittels Schraubenbolzen an den Gebäuden befestigt werden. Die Entfernung der Flamme vom Gebäude beträgt 0,75 bis 1,25 m. Am zweckmäßigsten liegt hierbei das Leitungsrohr oben frei auf der Konsole und der Ring des Laternenfußes wird in ähnlicher Weise, wie Fig. 289 zeigt, auf der Deckplatte befestigt.

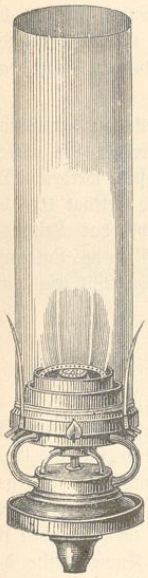
Konzentrische Ringbrenner für Straßenbeleuchtung.

Infolge der Konkurrenz, welche durch das elektrische Licht der Gasbeleuchtung erwuchs, sahen sich die Gasanstalten gezwungen, der Unvollkommenheit der gewöhnlichen Straßenbeleuchtung ihre Aufmerksamkeit in höherem Maße zuzuwenden. Man verlangt eben für stark frequentierte Plätze und für die Knotenpunkte des Straßenverkehres in den Hauptstädten Beleuchtungen von großer Lichtstärke. Hier war wieder es W. Sugg in London, der entschiedene Verbesserungen einführte, welche die Phönix-Gaskompagnie daselbst zur Anstellung von Beleuchtungsproben mit verbesserten Brennern veranlaßten. Es wurden schon im Winter 1878/79 an den Kreuzungspunkten zwischen Waterloo-Bridge und dem Stationsgebäude der South-Western Railway-Kompagnie acht Kandelaber mit William Sugg's neuem konzentrischen Ring-Argandbrenner von 50 bis 200 Kerzen Lichtstärke aufgestellt. In Berlin wurde Suggs schattenfreie Ventilationslaterne im April 1879 an mehreren Plätzen versuchsweise aufgestellt.[1])

Die größeren Laternen von Sugg waren acht- oder zwölfeckig, die kleineren sechseckig, das Dach war mit Opalglas, welches die Lichtstrahlen reflektiert und durchläßt, der untere Teil durchsichtig verglast. Als Brenner wurde ein Ringbrenner mit zwei bis drei konzentrischen Löcherkreisen verwendet, von denen jeder Ring seine besondere Zuführung hatte. Um von den Schwankungen des Gasdruckes unabhängig zu sein, bedarf der Sugg-Brenner allerdings eines besonderen Regulators. Der Brenner entzündet sich, sobald er aufgedreht wird, an einer kontinuierlich brennenden Spitzflamme, dem sogenannten „flash-jet". Fig. 290 giebt die Ansicht des **Sugg**'schen

1) „Rohrleger", Jahrg. 1879, Seite 121.

Fig. 290.



doppelten Ringbrenners, der, wie alle Argandbrenner, mit Cylinder versehen ist. Auf dem oberen Teil der Laterne befindet sich ein Schornstein.

Der Gaskonsum betrug im Durchschnitt 630 l pro Stunde; die Lichtstärke 64 bis 65 englische Spermacetikerzen, während die gewöhnliche Berliner Straßenlaterne bei 195 l Konsum pro Stunde eine Leuchtkraft von nur $17^1/_2$ englische Normalkerzen entwickelte. Die Lichtstärke erreicht sonach etwa das Vierfache der gewöhnlichen Straßenbeleuchtung.

Anm. Leider haben sich in Betreff der Instandhaltung der Sugg-Brenner Schwierigkeiten herausgestellt, welche die allgemeine Einführung derselben zur Straßenbeleuchtung unmöglich machten. Die Flamme kommt nämlich leicht ins Rußen und der Cylinder wird schwarz. (Nach Mitteilungen des verstorbenen Direktor Kunow in der Sitzung der polytechnischen Gesellschaft in Berlin.)

Regenerativbrenner für Straßenbeleuchtung.

Auch mit den meisten der in § 10 vorgeführten Systeme wurden Versuche gemacht, die betreffenden Lampen durch Einsetzen in Laternen für die Straßenbeleuchtung nutzbar zu machen. Siemens invertierter Regenerativbrenner, Fig. 271, diente wegen seiner hohen Lichtstärke hauptsächlich zur Beleuchtung öffentlicher Plätze. Auch die Wenham-Lampe wurde diesem Zweck angepaßt. Die Laternen besaßen meist eine eigene Zündflamme. Den Brennergrößen Nr. 4, 7, 11 entsprach ein stündlicher Verbrauch von 455, 730 resp. 1210 l.

Vielfache Anwendung hat früher auch die Intensivlaterne von Krauße in Mainz gefunden. Dieselbe besteht aus einer Gruppe von Schnitt- oder Zwillingsbrennern, mit eigener Zündflamme und einer Flamme, welche während der ruhigen Nachtstunden brennt. Vergl. die Abbildungen bei Dr. E. Schilling, Neuerungen, Fig. 67.

Auch die Intensivlaterne von **Schülke** ist hier zu nennen. Der Brenner besteht aus einem Büschel von Speckstein-hohlbrennern, welche auf gebogene Kupferröhrchen aufgesetzt sind. Der Lampenfuß enthält eine Zündflamme und einen Mitternachtsbrenner mit gesonderter Gaszuführung.

In dem vorgenannten Werke von Schilling ist auf S. 107 eine Tabelle über die Leuchtkraft verschiedener Laternen enthalten. Wir begnügen uns, auf diese Ergebnisse hinzuweisen, da die Leistungen jener Laternen seit Einführung des Gasglühlichtes zur Straßenbeleuchtung überholt sind.

Straßenbeleuchtung mit Gasglühlicht.

Die bedeutende Leuchtkraft des Auerlichtes bei geringem Gasverbrauch führte von vornherein auf den Gedanken, dasselbe auch zur Straßenbeleuchtung zu verwenden, obwohl die Zerbrechlichkeit der Glühkörper dagegen stand. Einige Großstädte, die auf gute Beleuchtung halten müssen, gingen damit geschlossen vor. Beeinträchtigt wird die Verwendung des Auerlichtes durch die unvermeidliche Einwirkung von Feuchtigkeit, Staub, Erschütterungen, denen die Laternenträger auf offener Straße ausgesetzt sind. Aber auch bei der Beleuchtung von Bahnsteigen, öffentlichen Gärten u. s. w. treten solche Beeinträchtigungen ein, doch lassen sich die Mängel durch Anwendung eines hermetisch geschlossenen, regen- und sturmsicheren Glasgehäuses, in welchem sich der Glühkörper befindet, beheben. Sodann läßt sich der Glühkörper durch Imprägnieren unempfindlicher machen, auch kann durch geeignete Aufhängung der Lampe, resp. durch Befestigung derselben auf dem Laternenständer der Einfluß größerer Erschütterungen beseitigt werden. Hierzu empfiehlt sich die federnde Aufhängung der Laterne oder Befestigung des Brenners auf einem federnden Zuleitungsrohr. Fig. 291, 292

Fig. 291.

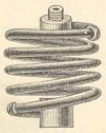


Fig. 292.

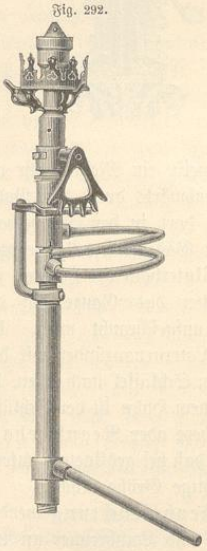
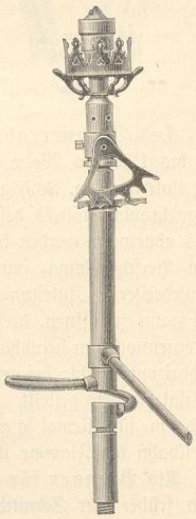


Fig. 293.



und 293 stellen drei verschiedene Verbindungsarten der Rohrfeder mit dem Gaszuführungsrohre dar, durch welche heftige Erschütterungen des Glühlichtbrenners in eine langsame Bewegung umgesetzt werden. Unter dem Brennerkopf ist die Reguliervorrichtung ersichtlich.

Derartige Rohrfedern fertigt die Deutsche Gasglühlicht-Gesellschaft nach ihrem Reichspatent Nr. 91084.

Wo die durch den Fahrverkehr erzeugten Erschütterungen durch Asphaltbelag gemäßigt sind und in weniger belebten Straßen bleiben die vorbesprochenen Einrichtungen fort und die Straßenlaternen werden sodann in der bekannten Form (Fig. 294) mit ein oder zwei Auerbrennern ausgestattet; die von den Glühkörpern nach oben geworfenen Strahlen macht man durch Anwendung eines über dem Cylinder angebrachten Reflektors für die Bodenbeleuchtung nutzbar. Die Straßenlaternen funktionieren mit dauernd brennender Zündflamme (flash-jet); wo dies nicht angängig, werden sie durch eine besondere Anordnung von außen her entzündet.

Fig. 294.



Die Zündflamme verbraucht stündlich ungefähr 3 bis 4 l Gas, brennt fortwährend und bringt den Glühkörper zum Glühen, sobald der Brennerhahn geöffnet wird.

Außer den permanenten Zündflammen kommen in der Beleuchtungstechnik noch zur Anwendung sogenannte „Gasselbstzünder", bei denen die Zündung durch Überspringen eines elektrischen Funkens oder durch einen chemischen Vorgang bewerkstelligt wird. Im ersteren Falle werden besondere Leitungen zu den einzelnen Flammen geführt und die Zündung des Gases von einer Stromquelle her veranlaßt. Solche Einrichtungen haben sich ausnahmslos nicht bewährt, und zwar deshalb, weil Luft in die Leitungen eindringt und dadurch die Zündung benachteiligt wird. Erfolgt nun das Schließen des Stromkreises nicht in dem Augenblick, in dem alle Luft aus den Leitungen verdrängt ist, so versagt die Zündung, was zu Explosionen und Gasausströmung führen kann. Elektrische Zündungen mit voraufgehender Ventilöffnung haben diese Mängel zwar nicht im Gefolge, doch stellen sich diese Anlagen sehr kostspielig.

Chemische Zündungen beruhen auf der Wirkung eines Zündkörpers, der aus fein zerteiltem Platin besteht und die Eigentümlichkeit hat, Gas zu absorbieren und zu verdichten, dabei auch einen Temperaturgrad zu erreichen, bei welchem Gas sich entzündet.

Ein automatischer Zünder mit Ventilsteuerung ist der Aktiengesellschaft **Ludwig Löwe & Co.**, Berlin, durch deutsches Reichspatent geschützt; er führt die Bezeichnung „Fiat Lux" und arbeitet nach Angabe der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft zuverlässig. Das Konstruktionsprinzip hat die Auer-Gesellschaft in einer besonderen Broschüre mit instruktiven Zeichnungen dargelegt, auf welche hiermit verwiesen wird.

Kosten der Straßenbeleuchtung mit Gasglühlicht.

Nach den praktischen Versuchen von Muchall in Wiesbaden beträgt

für 1000 Brennstunden:

der Gasverbrauch (100 cbm)	10,00 Mk.
dazu Ersatz der Cylinder und Glühkörper . .	4,32 „
die Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitales der Brenner u. s. w.	1,04 „
die Bedienung und Unterhaltung der Anlage zur Straßenbeleuchtung	7,00 „
Beleuchtung mit Glühlicht	22,36 Mk.

Dem gegenüber stellte sich der Herstellungspreis der gewöhnlichen Schnittbrennerflammen:

für 1000 Brennstunden bei 1,80 cbm Gasverbrauch pro Brennstunde auf:

180 cbm à 10 Pf.	18,00 Mk.
dazu Bedienung und Unterhaltung	7,00 „
Beleuchtung mit Schnittbrenner	25,00 Mk.

Der letztgenannte Kostenbetrag würde sich für Berliner Verhältnisse erhöhen pro Kubikmeter Gaskonsum um 6 Pf., hiernach für 180 cbm um . . . 10,80 Mk. und für Glühlichtbeleuchtung um . . . . . 6,00 „

Die Beleuchtungsersparnis beträgt daher bei Straßenbeleuchtung pro Flamme 10 Proz. Da auch die Helligkeit der Glühlichtbrenner nachgewiesenermaßen diejenige der Schnittbrenner um das $2^1/_2$- bis 3fache übertrifft, so ist hierdurch der beste Beweis für die Eignung des Auerlichtes zur Straßenbeleuchtung gegeben.

Als geeignete Entfernung zweier, mit Auerbrennern versehenen, benachbarten Laternen soll das Maß von 25 m — namentlich in Hauptstraßen — nicht überschritten werden.

Will man einen Kostenvergleich zwischen dem Auerlicht und demjenigen der elektrischen Glühlampe anstellen, so müssen die jeweiligen örtlichen Preise für Gas bezw. elektrischen Strom in Betracht gezogen werden.

v. Oechelhäuser berechnet — unter Berücksichtigung der nach den Dessauer Versuchen gefundenen Durchschnittszahlen — für 600 Brennstunden im Jahre:

die Kosten einer Glühlichtflamme von 50 HL
per Stunde mit . . . . . 3,07 Pfg.
einer elektrischen Glühlampe von 50 Kerzen . 12,08 „

Hiernach wäre — wenn die Rechnung v. Oechelhäuser nicht an Fehlern leidet — für Berliner Verhältnisse das elektrische Glühlicht viermal teurer als das Gasglühlicht!

§ 15.

Ermittelung der Beleuchtungskosten.

Wenn die zur Beleuchtung eines größeren Raumes erforderliche gesamte Lichtstärke nach üblichen Erfahrungssätzen[1]) festgesetzt ist, findet man die Beleuchtungskosten, indem der stündliche Konsum mit dem Einheitspreise und der Lichtstärke multipliziert und das Produkt durch den Normalleuchtwert dividiert wird.

Beispiele: 1. Ein Versammlungssaal, zu dessen Erhellung 300 NK erforderlich sind, soll mit Petroleum erleuchtet werden; wie hoch stellen sich die Beleuchtungskosten, wenn der Engrospreis von 1 kg Erdöl 25 Pf. beträgt?

Der Normalleuchtwert eines Petroleum-Argandbrenners von 15,1 g stündlichem Verbrauch beträgt (nach Marx) = 3,2 NK, die Kosten der Saalbeleuchtung betragen also:

$$\frac{15{,}1 \,.\, 0{,}025 \,.\, 300}{3{,}2} = 34{,}7 \text{ Pf. pro Stunde.}$$

2. Sollen Argandbrenner für Gasbeleuchtung, die bei 160 l stündlichem Konsum 16 Kerzen Leuchtkraft haben, zur Verwendung gelangen, so betragen die Kosten der Saalbeleuchtung bei einem Gaspreise von 16 Pf. pro Kubikmeter:

$$\frac{160 \times 0{,}016 \times 300}{16} = 48 \text{ Pf. pro Stunde.}$$

3. Würden Regenerativbrenner System Schülke mit je 550 l (also 1100 l Konsum pro Stunde) und 160 Kerzenleuchtkraft zur Anwendung kommen, so genügen zwei Brenner mit rot. 300 Kerzen und die Beleuchtungskosten betragen nur

$$\frac{550 \,.\, 0{,}016 \,.\, 300}{160} = 18{,}3 \text{ Pf. pro Stunde.}$$

4. Wenn endlich vier Gasglühlichtbrenner von 120 l stündlichem Konsum und 75 bis 80 NK Leuchtkraft in Funktion treten, reduzieren sich die Beleuchtungskosten auf:

$$\frac{120 \,.\, 0{,}016 \,.\, 300}{80} = 7{,}2 \text{ Pf. pro Stunde.}$$

1) Man rechnet gewöhnlich überschläglich 1 Argandflamme auf 30 cbm Raum.

Die zur Beleuchtung von Sälen und Versammlungsräumen erforderliche Lichtstärke (Flammenzahl) kann zwar vielfach nach vorhandenen Erfahrungssätzen, insbesondere nach dem kubischen Inhalte des betreffenden Raumes ermittelt werden, aber in der Regel nur dann, wenn die Abmessungen des Grundrisses und die Höhe des Saales nicht wesentlich von den dafür üblichen Maßen abweichen.

Weicht der Grundriß vom Quadrat so weit ab, daß das Verhältnis der Länge zur Breite 3 zu 2 übersteigt, so muß die Grundfläche in Quadrate zerlegt und die Beleuchtung jedes Quadrates für sich ermittelt werden, und zwar sind um so mehr quadratische Felder anzulegen, je niedriger die Raumdecke liegt.

Ist nun der Grundriß — soweit als angänglich — in Quadrate zerlegt, so kann die für jedes der betreffenden Normalquadrate erforderliche Flammenzahl aus nachstehender Tabelle ermittelt werden.

Dimensionen des Raumes in Metern			Anzahl der Flammen	Höhe der Flamme über dem Fußboden in Metern
lang	breit	hoch		
4,7	4,7	3,8	2— 3	2,0—2,2
5,6	5,6	4,4	5— 6	2,2—2,4
7,5	7,5	5,3	9— 12	2,5—2,8
10,0	10,0	6,9	16— 20	2,8—3,1
12,5	12,5	9,4	25— 30	3,3—3,8
15,7	15,7	12,5	40— 45	4,0—4,4
18,8	18,8	14,0	60— 70	4,7—5,3
22,0	22,0	15,7	100—120	5,6—6,3

In Spalte 4 dieser Tabelle ist die Anzahl von Argandflammen gegeben, welche zur Beleuchtung eines Quadrates von bestimmter Seitenabmessung erforderlich sind.

Spalte 3 enthält die dem Grundriß entsprechende Raumhöhe und Spalte 5 die Höhe, in welcher die Flammen über dem Fußboden anzubringen sind.

Ist ein Raum höher als 10 m, so hängt man die untere Spitze des Kronleuchters auf ein Drittel der Höhe des Raumes vom Fußboden ab.

Da aber bei den einzelnen Quadraten oder Beleuchtungssphären, in welche man sich den Grundplan zerlegt denken kann, die Höhenabmessung die gleiche bleibt, so hat die Größe der Krone, d. h. die Anzahl der Lichter nur der Flächenausdehnung der Beleuchtungssphäre zu entsprechen. Diese Sphären sind als Kreise in den Grundriß einzutragen; wo die Kreise sich durchdringen, da ist Lichtüberfluß, und wo sie sich nicht berühren, ist Lichtmangel. Zur Verbesserung lichtarmer Teile des Saales, insbesondere der Saalwände wird man sich mit Vorteil der mehrflammigen Wandarme oder besonderer Kandelaber bedienen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unter der Annahme, daß auf 30 cbm Raum eine Flamme entfällt, würde ein Saal von 20 m Länge, 12 m Tiefe und 9 m Höhe erfordern:

$$\frac{20 \cdot 12 \cdot 9}{30} = 72 \text{ Flammen.}$$

§ 16.

Lüftung mittels Gas.

Bereits in § 76 des I. Abschnittes ist der absaugenden Wirkung der Gasflammen als Hilfsmittel zur Lüftung der Gebäude Erwähnung geschehen. Hierbei ist auch die Konstruktion der Sonnenbrenner besprochen und durch Fig. 253 erläutert worden. Es wurden hierbei als Nachteile dieser Beleuchtungsapparate insbesondere hervorgehoben: Der starke Gaskonsum und die große Entfernung der an der Decke placierten Lichtquelle. Ihre Anwendung für Theater, Konzertsäle und andere Festräume ähnlicher Art ist durch neuere Polizeiverordnungen erheblich eingeschränkt, da für derartige Versammlungsräume aus feuerpolizeilichen Rücksichten elektrische Beleuchtung vorgeschrieben ist. Unter diesen Umständen dürfte die Anwendung der Sonnenbrenner für die Folgezeit eine spärliche sein. Daß dieselbe jedoch mit Vorteil zur Lüftung bestimmter Konzerträume akademischen Charakters Verwendung finden können, hat Dr. E. Schilling[1]) durch Mitteilung der Lüftungsanlage im kgl. Odeon zu München gezeigt, auf welche hier hingewiesen wird. Die Abführungsrohre für die Verbrennungsgase sind hier in besonderen, weiten Schächten untergebracht, welche die Dachfläche durchbrechen und über dieselbe hinausragen.

1) Dr. E. Schilling, Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwertung des Steinkohlenleuchtgases. München 1892. S. 131.

Nach Schillings Angaben ist die Wirkung dieser Lüftungsanlage eine sehr befriedigende.

Bei Besprechung der Ventilation von Theatergebäuden wurde eine neuere, rationellere Lüftungsmethode, nämlich diejenige im Théâtre lyrique zu Paris, besprochen. Dasselbe ist im Durchschnitt dargestellt auf Seite 236. Die kuppelförmige Decke des Zuschauerraumes besteht aus einzelnen Hohlkugelkalotten, zwischen denen je ein Raum zum Entweichen der verdorbenen Luft verbleibt. Der Abzug der letzteren wird unterstützt durch die Wärme der Verbrennungsgase eines nahe dem Centrum der Kuppel angeordneten großen Sonnenbrenners J. Die abgesaugte Ventilationsluft entweicht durch die ringförmigen Öffnungen in der Kuppel, gelangt in den darüber befindlichen Abzugsschlot H und von hier durch jalousieähnliche Register direkt ins Freie. Der Ventilationseffekt ist nach den Mitteilungen von Denfer ein sehr energischer.

Auch die in Fig. 268 dargestellte Wenham-Lampe und die Westphal-Lampe (Fig. 272) wurden früher für Lüftungszwecke vielfach nutzbar gemacht, indem die Verbrennungsgase entweder durch die Decke, oder — aus Rücksicht der Feuergefährlichkeit — mittels eines metallenen Abzugrohres, welches den Dachboden durchdringt, über die Dachfläche hinaus abgeführt wurden. Eine derartige Anlage giebt E. Schilling auf Seite 224 seines obenbesprochenen Werkes: Neuerungen u. s. w.

Da — nach Einführung des Gasglühlichtes — weder die Wenham- noch die Westphal-Lampe sich als konkurrenzfähig erwiesen haben, so dürfte deren Anwendung zu Beleuchtungszwecken nur ausnahmsweise in Betracht kommen und kann aus diesem Grunde deren Verwertung zu Lüftungszwecken hier unerörtert bleiben.

II. Die Anwendung des Gases zum Heizen und Kochen.

§ 17.

a) Allgemeine Vorbemerkungen.

Daß die bei den Verbrennungserscheinungen der Naturkörper stattfindende Lichtentwickelung auf dem Erglühen des feuerbeständigen Kohlenstoffes in der Flamme beruht, ist nachgewiesen worden (§ 5): Der Kohlenstoff ist es, der den fast gar nicht leuchtenden Gasstrom mit blendendem Lichtglanz schmückt und je vollständiger sich die Flamme der reinen Weißgluth nähert, desto größer ist ihre Leuchtkraft. Das Erglühen der Flamme beginnt mit dem Ausscheiden des Kohlenstoffes infolge der Flammentemperatur und endet, sobald der Sauerstoff der Luft die Kohlenpartikelchen erreicht und in gasförmige Verbindung (Kohlensäure) gebracht hat.

Entleuchtete Flammen. Führt man dagegen einer Kohlenwasserstoffflamme den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff schon vor der Ausscheidung des Kohlenstoffes zu, d. h. mischt man das Gas schon vor der Brennermündung mit atmosphärischer Luft — wobei Knallgas entsteht —, so wird das Glühen des Kohlenstoffes gehindert und die Flamme eines solchen Gemisches brennt ohne Leuchtkraft blau mit innerem, dunkelgrünem Kern; bei genügender Luftzumischung wird die Flamme hellgrün und beginnt zu knistern und wenn der Höhepunkt der Mischung (1 Teil Gas auf 13 bis 14 Teile Luft) erreicht ist, spielt die Flamme ins Blaurötliche (Lila). Hierbei pflegt die Flamme zu brummen, schlägt in das Brennrohr zurück oder erlischt. Man vermeidet dies durch Einlage eines feinmaschigen Drahtsiebes.

Für die Anwendung des Gases zum Kochen und Heizen kommt aber die Entleuchtung desselben zur wirksamen Verwendung.

b) Brenner.

1) Der schon mehrfach erwähnte Bunsen'sche Brenner (Fig. 295 u. 296) bildet den Grundgedanken für alle Gas-, Heiz- und Kochapparate. Derselbe besteht aus einer

Fig. 295.

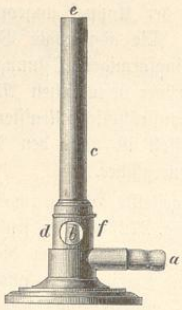


Fig. 296.

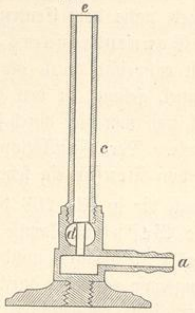
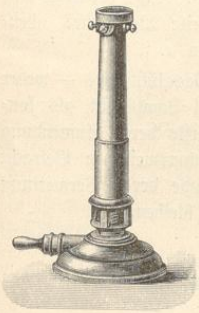


Fig. 297.



inneren, engen Röhre, der sogenannten Düse b, in welche das Leuchtgas durch das Zuleitungsrohr a eintritt. Die Düse wird von einer weiteren Röhre c umgeben, in welcher sich das Gas mit der durch die Öffnung d einströmenden Luft mischt; das Gasgemenge wird bei e entzündet und der Luftzutritt durch den Schieber f reguliert. Bei dem Bunsenbrenner (Fig. 297) ist die Flammenöffnung durch Schrauben regulierbar.

2) Der Brenner von Griffin. Hier wird auf das Bunsenrohr bei e eine Kapsel gesteckt, die an ihrer oberen Fläche und an der cylindrischen Seitenwand durchlocht ist. Dadurch wird die Flamme in einzelne Strahlen aufgelöst. Eine ähnliche Form ist der früher vielfach benutzte Siebkopfbrenner. Eine Anordnung desselben für häusliche Zwecke, Theeküchen und dergl. zeigt Fig. 298. Die zu erhitzende Flüssigkeit oder Speise wird auf den von drei Füßen getragenen Kochring gestellt; die Stärke der Flamme läßt sich durch einen Hahn regulieren oder abstellen. Eine andere Form des Untersatzes zeigt Fig. 299.

Die Siebkopfbrenner leiden an dem Übelstande, daß die mittleren Flämmchen infolge ungenügenden Zutrittes von Frischluft leicht verlöschen. Schulz & Sackur haben aus diesem Grunde die Löcher in ringförmigen Zonen, die unter sich strahlenförmig verbunden sind, angebracht, so daß die frische Luft hier überall zutreten kann.

Fig. 298.

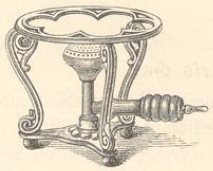
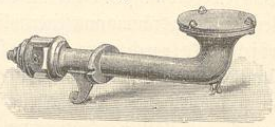


Fig. 299.



3) Der Wobbe'sche Brenner (Fig. 300) ist ein sogenannter liegender Heizbrenner, bei welchem die Ausmündung für das Gasgemisch durch eine kreisförmige Scheibe überdeckt wird. Die Ausmündung bildet hiernach

Fig. 300.



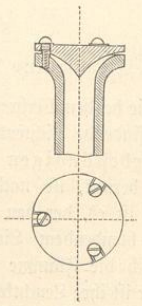
einen ringförmigen Schlitz, dessen Weite durch Lockern der Deckelschrauben sich regeln läßt, die Wobbe-Brenner werden aus Gußeisen oder aus Messing hergestellt; der Brennerdeckel muß sehr genau eingestellt sein, damit nicht unverbrauchtes Gas entweicht.

Die Wobbe-Brenner werden auch nach Fig. 301 als stehende Heizbrenner mit einem Durchmesser des Brennerkopfes von 38 mm bis 160 mm konstruiert. Fig. 302 giebt das Detail des Brennerkopfes im Durchschnitt und in Oberansicht.

Fig. 301.



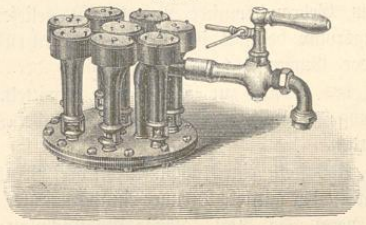
Fig. 302.



Der stehende Heizbrenner von Wobbe wird auch als Gruppenbrenner, namentlich zur Erwärmung von Badeöfen benutzt. Fig. 303 stellt eine Kombination von acht

Heizbrennern, die auf gemeinschaftlicher Sohlplatte ruhen, dar. Äußerer Durchmesser der Sohlplatte 25 cm, größte Höhe 23 cm, der Gasverbrauch pro Stunde beträgt 3,6 cbm, das Gaszuleitungsrohr ist 2 cm weit.

Fig. 303.

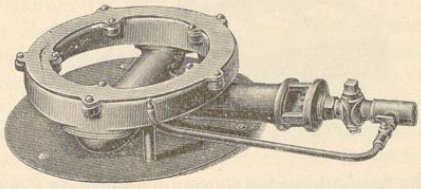


4) Der Übelstand, daß die Luft zu dem Brennerschlitz nur äußerlich Zutritt hat, läßt sich durch Zuführung eines Luftstromes, der durch die Brennermitte geführt ist und über der Flamme austritt, vermeiden. Dieses System ist zur Ausführung gebracht bei den Brennern der Aktiengesellschaft Schaeffer & Walcker. Dieselben werden auch als Doppelbrenner mit Doppelhahn zur Erwärmung großer Gefäße und als Gruppenbrenner zur Heizung von Kirchen in Anwendung gebracht.

5) Der Kochbrenner der Dessauer Kontinental-Gasgesellschaft ist im Grundriß ringförmig gestaltet, mit lochförmigen Ausmündungen in den Seiten des Ringes. Zur Erhitzung größerer Töpfe verwendet man eine Brennerform mit einer Reihe äußerer Löcher, deren Stichflamme so gelenkt wird, daß sie den Boden des Topfes nicht trifft und die Speisen nicht anbrennen, was bei den vorgenannten Brennern leicht der Fall ist. Die Löcher im Ringe sind übrigens so angeordnet, daß überlaufende Flüssigkeiten nicht in den Brenner eindringen können. Der Querschnitt des letzteren ist ein gleichseitiges Dreieck mit abgerundeter Spitze und der Anschluß des Mischrohres an den Ringbrenner geschieht in radialer Richtung. Die Einrichtung des Mischrohres ist die übliche.

Nach anderem Konstruktionsprinzip ist der in Fig. 304 dargestellte Ringbrenner von Wobbe ausgeführt. Der

Fig. 304.



Austritt des Knallgases erfolgt wiederum durch einen ringförmigen Schlitz unterhalb des mit Schrauben befestigtem Deckels. Der hier dargestellte Ringbrenner dient zur Erwärmung größerer Kochgefäße; der Durchmesser des Brennerringes beträgt 32,5 cm, die Höhe des Apparates inklusive Fußplatte 11,5 cm, stündlich werden 2,5 cbm Gas konsumiert.

Die vorgenannten Brenner für Kochzwecke sind aus naheliegenden Gründen meist in einer entsprechenden Rundform, die den Gefäßen angepaßt ist, ausgebildet.

Für Bratgefäße eignet sich aber mehr eine gradlinig gestreckte Form, die in einfachster Weise dadurch hergestellt wird, daß man eine einseitig geschlossene Bunsenröhre mit Düse auf der Oberfläche oder auch auf beiden Seiten mit nahestehenden Löchern versieht, wie solches Fig. 305 verdeutlicht. Derartige Brenner nennt

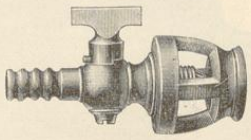
Fig. 305.



man Röhrenbrenner und stellt sie her in einer Länge von 17,50 bis 56 cm vom Flansch bis zum Ende des Feuers. Der Gaskonsum beträgt je nach Länge des Feuers pro Stunde 0,23 bis 0,80 cbm.

Fig. 306 stellt die Messingdüse mit Schlauchtülle und Regulierhahn im größeren Maßstab dar.

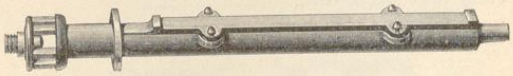
Fig. 306.



Um eine genaue Einstellung der Ausströmungsöffnungen zu ermöglichen, wird nach verbesserter Methode auf das angebohrte Rohr ein zweites, etwas kürzeres Rohr geschoben, welches durch eine Schraube verstellbar ist.

Fig. 307 stellt einen röhrenförmigen Brenner nach dem Wobbe'schen System dar. Die Röhrenform ist hier

Fig. 307.



mit zwei schlitzähnlichen, seitlichen Ausmündungen versehen, darüber ist eine geeignet geformte Platte mittels Schrauben befestigt; die Verbindung findet in derselben Weise wie bei den Rundbrennern statt.

§ 18.

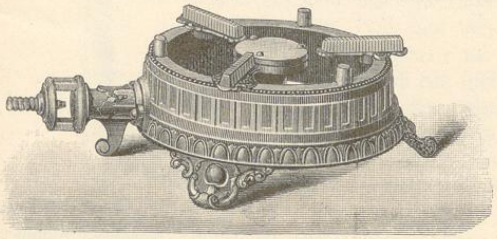
Einrichtungen zum Kochen und Braten.

Zum Kochen werden entweder Einzelbrenner, die mit Sternrippen zur Aufnahme des Kochgefäßes versehen sind, angewendet, oder es werden mehrere Brenner zu einer Platte vereinigt.

Es mag hier vorweg die Bemerkung eingeflochten werden, daß zur Herstellung schmackhafter Speisen, deren Nährwerth beim Kochen in löslichem Zustande erhalten bleiben soll, eine doppelte Procedur gehört, nämlich das „Ankochen", wobei die Speise den Siedepunkt (100° C.) erreicht haben muß, und das „Garkochen", was bei einer Temperatur von 80 bis 90° C. vor sich gehen kann. Selbstverständlich erfordert das Garkochen eine längere Zeit, wenn es bei niedriger Temperatur (70 bis 80° C.) erfolgt. Es geht hieraus hervor, daß die Wärmeentwickelung zum Ankochen eine größere und zum Nachkochen oder Schmoren eine geringere sein kann und müssen daher alle Apparate mit Vorrichtungen versehen sein, welche trotz verschiedener Hahnstellung die vollständige Verbrennung des Gases ermöglichen, aber auch die Hahnstellung äußerlich gut erkennen lassen.

In Fig. 308 stellen wir einen Einzelbrenner nach System Wobbe dar. Der Durchmesser des Gaskocher-

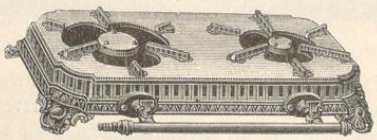
Fig. 308.



gestelles beträgt 21 cm, der Gasverbrauch pro Stunde 0,30 cbm. Zum Kochen eines Liter Wasser sind nur 6 Minuten erforderlich.

Derartige Apparate werden auch als Wandkocher ausgeführt, sie sind an einem Wandkonsol befestigt und die Gaszuführung erfolgt — wie bei allen stehenden Brennern — „von unten". Der Gaskonsum läßt sich durch einen Hahn regeln oder abstellen.

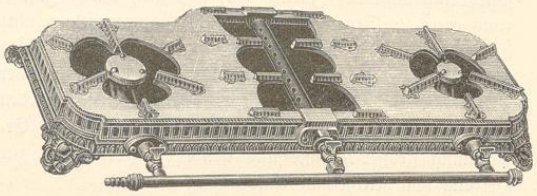
Fig. 309.



In Fig. 309 ist eine Herdplatte zu zwei Brennern, nach dem System Wobbe dargestellt. Dieselbe hat 48 cm Länge bei 24 cm Breite und wird von der Firma Schulz & Sackur schwarz lackiert oder emailliert geliefert; Messingrohrleitung und Hähne werden auch vernickelt geliefert. Des besseren Ansehens wegen werden die Wobbe'schen Herdplatten auch mit vertieft liegenden Rippen nach dem Gebrauchsmuster Nr. 49979 geliefert. Am Zuleitungsrohre befindet sich eine Schlauchtülle, auf welche der Gummischlauch gezogen wird, der die Zuführung des Gases zur Herdplatte vermittelt. Nach Beendigung des Kochens kann der Apparat bei Seite gestellt werden.

Fig. 310 stellt eine Kochplatte mit drei Brennern dar, und zwar ist der mittlere Brenner ein sogenannter Röhrenbrenner (vergl. Fig. 305). Länge der Kochplatte 73 cm,

Fig. 310.

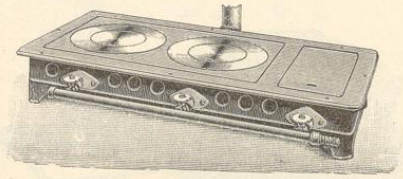


Breite derselben 24 resp. 28,5 cm. Stündlicher Konsum 0,7 cbm. Für größeren Bedarf kommen auch Kochplatten zu vier und fünf Brennern mit oder ohne Röhrenbrennereinlage in den Handel.

Außer den vorstehend besprochenen offenen Kochapparaten kommen auch geschlossene Herdplatten zur Verwendung. Dieselben eignen sich besonders für größere Haushaltungen, weil sich die ganze Platte erwärmt, wenn auch nur eine Flamme funktioniert. Herdplatten nach eigenem Brennersystem lieferte ferner Friedrich Siemens-Dresden und die Hildesheimer-Sparherdfabrik von Senking.

Fig. 311 stellt eine Senking'sche Gaskochplatte mit geschlossenem Boden für zwei Rund- und einen Langbrenner

Fig. 311.



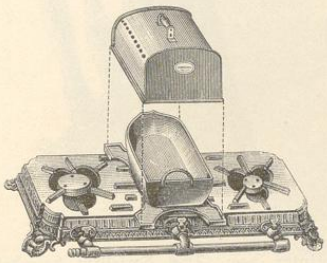
dar. An der Stirnseite des Apparates befinden sich das Gaszuführungsrohr mit Schlauchtülle und die Zutrittsöffnungen für frische Luft; das an der Rückseite aufsteigende Dunstrohr führt die Verbrennungsprodukte ab.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gasbratöfen. Zum Braten benutzt man vielfach den Schnellbratapparat von Kuntze mit Asbesteinlage und Doppelboden, bei welchem das zu bratende Fleisch gehörig zubereitet in den Schnellbrater gelegt, dieser verschlossen und auf die offene Flamme eines Gasbratofens gesetzt wird. Diese Schnellbrater werden in runder und ovaler Form, letztere in Dimensionen von 26 bis 40 cm Länge bei entsprechender Breite, hergestellt.

Mehr verbreitet sind die in Fig. 312 dargestellten Gasherdplatten mit Bratvorrichtung, bei welcher die

Fig. 312.

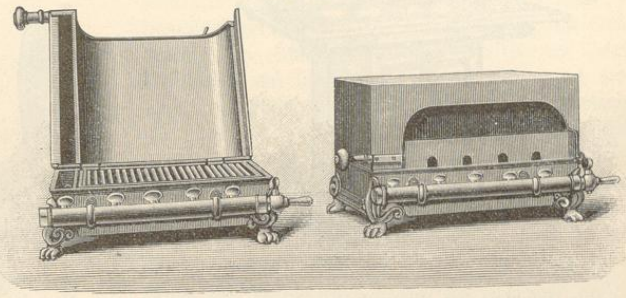


Wärmeerzeugung durch Röhrenbrenner, wie in Fig. 310, oder auch durch Rundbrenner erfolgt. Der stündliche Gasverbrauch der Bratvorrichtung beträgt 0,25 bis 0,30 cbm. Zu derselben wird eine gußeiserne Unterlagsplatte und die abnehmbare, schmiedeeiserne Brathaube geliefert. Letztere ist 34 cm in Länge lang, 23,50 cm breit, 17 cm hoch. Die Bratpfanne besteht aus Gußeisen oder Schmiedeeisen.

Die in Fig. 312 dargestellte Bratvorrichtung ist nur für kleinere Haushaltungen bestimmt: Bei größerem Bedarf kommen Koch- und Bratapparate mit Herdplatten zu zwei bis vier und mehr Brennern zur Verwendung. Der stündliche Gaskonsum beträgt 2 cbm. Auch diese letztgenannten Apparate sind transportabel und werden in der Regel auf einen vorhandenen Kachelherd aufgestellt. Die Zuleitung des Gases erfolgt wie vor durch Einschaltung eines Gummischlauches.

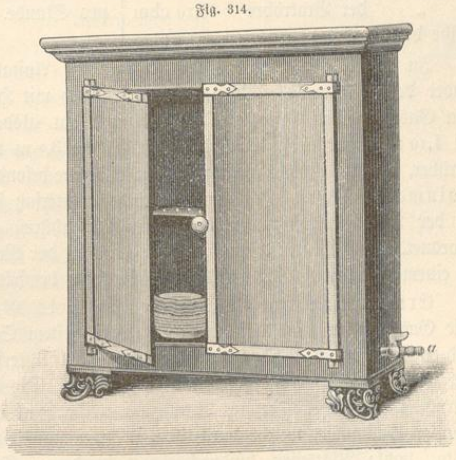
Gasröstapparate. Auch das „Braten auf dem Rost", das neuerdings in Deutschland wieder in Aufnahme gekommen ist, wird in Hotels, Restaurants und anderen öffentlichen Lokalen lediglich durch Gasröstapparate bewirkt. Fig. 313 stellt einen Gasröstapparat (Grill) von 38 × 42 cm Rostfläche dar; der Zutritt des Gases erfolgt durch eine mit Schlauchtülle versehene Röhre an der Vorderseite. In der Stirnwand befinden sich Luftzutrittsöffnungen und die Verbrennungsprodukte ziehen zwischen doppelten Wänden ab. Die linke Seite der Figur zeigt den Rost und die zurückgeschlagene Deckplatte; auf der rechten Seite ist der Apparat im geschlossen Zustande dargestellt. Das Gaszuführungsrohr hat 10 mm lichten Durchmesser.

Fig. 313.



Wärmeapparate zum Anwärmen von Tellern Schüsseln, Speisen u. s. w. werden in runder oder ovaler Grundform mit einfachen Blechwandungen hergestellt und mit Gaszuleitungsrohr und Verbrennungskammer versehen. Sollen Speisen darin gewärmt werden, so erhalten sie eine doppelte Wandung, durch deren Hohlraum die Verbrennungsprodukte abziehen. Fig. 314 stellt einen Wärmeschrank gebräuchlicher Gattung dar. Bei a befindet sich die Schlauchtülle mit Regulierungshahn; zur Wärmeabgabe werden Röhrenbrenner benutzt. Die Wandungen der Schränke sind aus Schmiedeeisen gefertigt.

Fig. 314.



Auch Anrichtetische mit heizbarer Tischplatte aus Schmiedeeisen sind für größere herrschaftliche Küchen in Gebrauch; sie ruhen auf säulenartigen Füßen von Gußeisen, die Tischplatte ist verzinnt und die Erwärmung erfolgt durch Gasfeuerung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für größere herrschaftliche Küchen werden auch vollständige Gasherde nach Art des in Fig. 315 dargestellten verwendet. Die Herdplatte ist geschlossen und mit vier Ringeinsätzen verschiedener Weite versehen. Außerdem ist ein Wasserschiff vorhanden. Unterhalb der Herdplatte ist ein Bratofen angeordnet, dessen Klapptür um eine horizontale Achse drehbar ist. Der Raum unter dem Bratofen wird als Wärmespind benutzt.

Fig. 315.



Zur Erhitzung des Plattenherdes dienen vier Rundbrenner, das Wasserschiff wird durch einen Röhrenbrenner und der Bratofen durch zwei dergleichen erwärmt. Das Gaszuführungsrohr hat 20 mm Weite.

Gaskonsum der Kochbrenner	1,18 cbm	pro Stunde.
„ der Bratröhre	0,70 cbm	
Höhe des Herdes	0,88 m	

In Hotels, Restaurants und öffentlichen Anstalten findet der Küchenbetrieb neuerdings vielfach mit Hilfe von Gaskochherden [1]) statt. Die Kochplatte hat alsdann bei 1,10 mm Breite die beträchtliche Größe von 3,0 m und darüber, enthält 10 bis 12 Ringeinlagen und eine besondere Bainmarie-Platte. In dem eisernen Herduntersatz sind in der Regel Wärmspinden mit Gelenkschiebethüren angeordnet. Das Braten, Backen, Rösten wird in der Regel in einem besonderen Gas-, Brat- und Backofen bewirkt.

Erwärmung von Plätteisen mittels Gas. Die Gasplätteisen sind hohl konstruiert, mit festem Stiel und Holzgriff, und werden auf einen verzierten Untersatz, den sogenannten Plätteisenwärmer, gestellt. Die Erwärmung des Eisens erfolgt durch zwei kleine, stark entleuchtete Flammen, welche durch das, in zwei Kanäle geteilte, hohle Plätteisen hindurchgeleitet werden. Diese Kanäle sind wellenartig geformt, um die Heizfläche zu vergrößern. Durch die Wirkung der beiden Flammen wird das Eisen schnell erhitzt und die Abzugsgase entweichen durch zwei entsprechende Öffnungen a Fig. 317. Die Abkühlung des Plätteisens verhindert der in Fig. 316 dargestellte Untersatz.

Fig. 316.

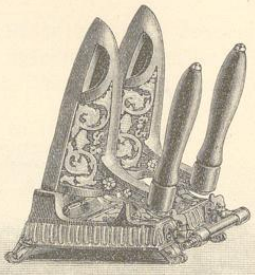


Fig. 317 stellt die Einrichtung für ein Gasplätteisen mit Untersatz dar. Unter dem Stiel desselben befindet sich die Schlauchtülle.

Fig. 317.



Fig. 318.



In größeren Haushaltungen sind auch Doppelplätteisen mit einem gemeinsamen Untersatz (vergl. Fig. 318) in Gebrauch. Hierdurch wird der Wärmeverlust nach Möglichkeit eingeschränkt und der Gasverbrauch stellt sich auf nur 150 bis 180 l pro Stunde. Bei dem Preise des Berliner Heizgases von 10 Pfg. pro Kubikmeter würde dies für zehnstündige Arbeitszeit einen Aufwand von nur 15 bis 18 Pfg. pro Arbeitstag bedeuten.

Anm. Außer der letztgenannten Anwendung des Gases im bürgerlichen Haushalte existieren mancherlei Apparate für gewerbliche Zwecke, deren Besprechung hier unterbleibt. Wir nennen nur die Brenneisenwärmer für Friseure, Lötapparate für Gold- und Silberarbeiter, Graveure u. s. w., Gasapparate für Bäcker, Konditoren, Destillateure u. s. w. In der modernen Therapie finden Kocher für galvanische Bäder, sowie Apparate zur Abtötung der Bakterien im Wasser Anwendung. Die Anwendung des Gases für Heizzwecke ist im § 18 eingehend besprochen.

§ 19.

Badeöfen mit Gasheizung.

Eine weitere Anwendung findet das Gas zur Erwärmung des Badewassers in Badeöfen. Das dazu verwendete Konstruktionsprinzip ist in den meisten Fällen die Gegenstromheizung und die Art, wie dieselbe zur Erwärmung des Wassers benutzt wird, bildet den Unterschied der bisher bekannt gewordenen, technisch brauchbaren Systeme.

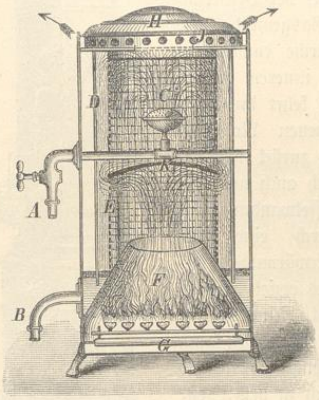
Einer gewissen Beliebtheit erfreute sich bisher

1) der Houben'sche (Aachener) Badeofen. Bei demselben

1) Gut funktionierende Anlagen dieser Art sind hier und anderwärts von dem Fabrikanten A. Senking in Hildesheim ausgeführt und wird auf den ausführlichen Spezialkatalog der Firma verwiesen.

wird eine rasche und ziemlich vollständige Übertragung der Verbrennungswärme des Gases an das Wasser in der Weise erzielt, daß das Wasser direkt mit den Verbrennungsprodukten des Gases in Berührung gebracht wird. Der Ofen besteht aus einem cylindrischen, geschlossenen Blechmantel; darin befindet sich in Abstand von einigen Centimetern ein zweiter Mantel D (Fig. 319). Zur Heizung

Fig. 319.



werden die am Boden des Ofens angebrachten Röhrenbrenner G benutzt und die Verbrennungsprodukte durch einen darüber gestellten konischen Mantel aufwärts geleitet, sodann durch etwa in Mitte der Höhe angebrachten Schirm aufgefangen und gegen die Peripherie des Drahtmantels D getrieben. Während die Verbrennungsgase die Maschen des Drahtnetzes zu durchdringen streben, spritzt das kalte Wasser aus der Brause C, rieselt am Drahtnetz herab, wird hierbei erwärmt und sammelt sich im unteren Teil des Ofens, um durch das Rohr B abzufließen. Je schwächer man den Ausfluß bei B stellt, desto heißer wird das Wasser und ist der Wärmeeffekt der denkbar vollkommenste, so daß zu einem Bade von 300 l Inhalt nur 1,5 cbm Gas erforderlich sind. Die gangbaren im Handel erhältlichen Größen dienen zur Erwärmung von 6 bis 40 l Wasser in der Minute. Die Gaszuleitungen betragen für die geringen Nummern 10 mm und für die größeren 20 mm.

Ein Übelstand dieser Öfen ist, daß die Verbrennungsprodukte des Gases durch die Ofendecke in das Badezimmer entweichen. Da für ein Bad von 160 l im Monat 0,70 cbm Gas verbraucht werden (bei Erwärmung von 10° auf 32°), so ist die bei der Verbrennung entwickelte Kohlensäure so erheblich, daß sie in einem unventilierten Badezimmer Krankheitszustände hervorrufen kann. Andererseits würde der Ofen seine Wirksamkeit einbüßen, wenn man die Verbrennungsgase durch ein Rohr sammeln und ableiten wollte. Da der Houben'sche Ofen auch keinen eigentlichen Wasservorrat hat, so eignet er sich nicht zur Abgabe warmer „Brausen"; Öfen, welche diesen Zweck erfüllen, sind nach einem anderen System gebaut, d. h. das Wasser tritt nicht in freie Berührung mit den Verbrennungsgasen, sondern es muß eine Heizschlange oder ein System vertikaler Heizröhren umspülen, in denen es seine Temperatur erhöht.

In diese Kategorie gehört:

2) Der Stuttgarter Badeofen. Derselbe ist nach dem Prinzip der Gegenstromheizung eingerichtet und besteht aus einem doppelten cylindrischen Blechmantel mit kuppelförmiger Haube. In den Mantel tritt das Wasser unterhalb ein, erfüllt den Zwischenraum bis zum Scheitel der Kuppel und sinkt nunmehr in den konzentrisch untereinander angeordneten Rohrspiralen bis zum Ausmündungsrohr, das mit Hahn, separatem Brausearm und Thermometer zum Mischen der Brause ausgestattet ist. Die Erwärmung der übereinander angeordneten Wasserröhren geschieht durch einen spiralförmig angeordneten Röhrenbrenner (vergl. § 17). Derselbe wird von außen her durch eine Zündflamme entzündet. Über der Haube ist ein Behälter zum Wärmen von Badewäsche angebracht und mit schließendem Deckel versehen. Auch der Baderaum kann durch einige im Ofensockel befindliche Röhrenbrenner erwärmt werden.

Auf dem Prinzip der Heißwasserstromheizung beruht auch:

3) der Gasbadeofen von Friedrich Siemens in Dresden. Auch diese Fabrik liefert ihre bewährten Fabrikate in verschiedener Ausführung, nämlich mit oder ohne Brauseworrichtung; als Untersatz wird entweder ein niedriges Fußgestell benutzt, wie dies Fig. 320 darstellt, oder aber ein hoher Dreifuß, wie in Fig. 322ª. Soll gleichzeitig mit der Badewanne das Badezimmer geheizt werden, so kommt ein geschlossener Heizofenuntersatz mit Reflektor zur Verwendung (Fig. 323). Die Vorrichtung zur Erwärmung des Wassers befindet sich wieder in dem sogenannten Mantel des Ofens oberhalb des Drei-

Fig. 320.

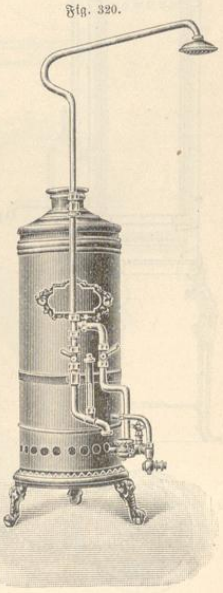
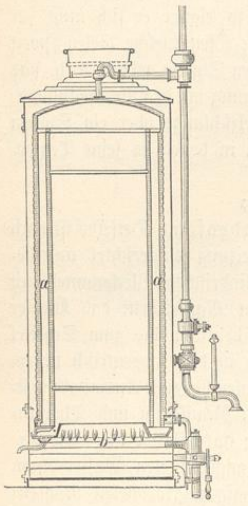


Fig. 321.



fußes. Derselbe dient nur dekorativen Zwecken und wird entweder in Kupfer poliert oder emailleähnlich lackiert geliefert. Für gewöhnliche Fälle erhält der Mantel einen Durchmesser von 37 cm, während der Durchmesser des Gestelles 48 cm beträgt. Bei geschlossenen Untergestellen erhöht sich der Durchmesser auf 55 cm.

Der Heizapparat (Kessel) hat die Form eines Doppelcylinders und ist aus Blech konstruiert. Derselbe wird nach unten hin durch einen Boden, oberhalb durch eine Doppelhaube geschlossen. Zwischen den Kesselwänden verbleiben als Wasserraum 40 mm. Zur schnellen Erwärmung dieses Wassercylinders dienen 20 bis 25 Stück vertikale, 3 cm weite Siederohre a a, Fig. 321.

Fig. 322.

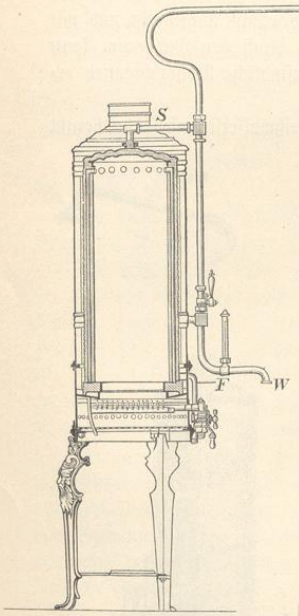


Fig. 322a.



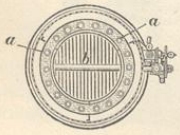
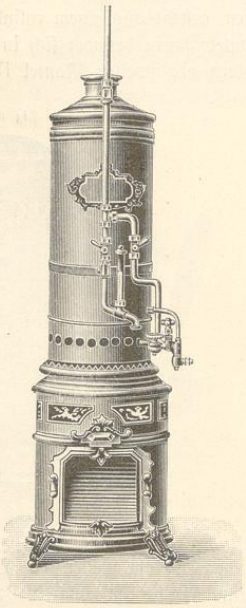


Fig. 323.



Unter dem Kesselboden ist nur der im Durchschnitt ersichtliche, 25 mm weite röhrenförmige Heizbrenner b angebracht; wird dieser entzündet, so steigt die bei der Verbrennung des Gasgemisches erzeugte Wärme empor, bespült den inneren Kesselboden und kehrt durch die vorbeschriebenen Rohre a nach unten zurück und bespült endlich auch noch die äußere Kesselwandung, so daß dadurch eine sehr schnelle Erwärmung des Badewassers erzielt und in 12 bis 14 Minuten ein Bad hergestellt werden kann. Die Verbrennungsprodukte sammeln sich in dem Ofenaufsatz an und können ins Zimmer abziehen, wenn dasselbe mit Lüftungsanlage versehen ist, andernfalls werden die Gase direkt aus der Haube in das nächste Rauchrohr eingeführt.

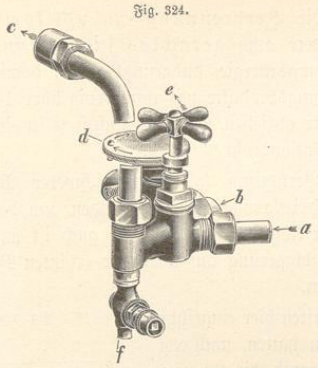
Das kalte Wasser tritt bei f dicht über dem Kesselboden ein, steigt — vorgewärmt — nach oben, gelangt am höchsten Punkte in das Ausflußrohr S und kann — je nach Stellung des Zwischenhahnes — entweder nach unten, d. h. in die Badewanne, oder nach oben, in die temperierte Brause abfließen.

Die Siemens'schen Gasbadeöfen sind mit einem kombinierten Gas- und Wasserhahn (Fig. 324) versehen. Derselbe verhindert die unrichtige Behandlung des Ofens und kann das Gas erst entzündet werden, wenn der Wasserhahn geöffnet ist, d. h. Wasser durch den Ofen läuft. Wird der Ofen außer Betrieb gesetzt, so kann der Wasserhahn erst geschlossen werden, nachdem der Gashahn zugedreht, d. h. die Flammen erloschen sind. In Fig. 324 bezeichnet:

a den Wasserzutritt,
b den Gaszutritt,
d die Regulierscheibe,
e den Wasserregulier-Handgriff,
f den Entleerungshahn.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 324.



Außer den vorstehend genannten Gasbadeöfen sind noch erwähnenswert:

Der Karlsruher Schulbadeofen, mitgeteilt in der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1891,

der Dessauer Badeofen für Gegenstromheizung mit doppeltem Mantel aus Blech, in dessen Zwischenraum das Badewasser emporsteigt, und mehreren untereinander angeordneten Traufbecken mit kegelförmiger Sammelstelle mit zugehörigem Auslaufhahn. Die Erwärmung erfolgt durch einen sternförmigen Brenner.

Auch der von der Aktiengesellschaft Schäfer & Walcker in Berlin nach dem Patent „Junkers“ ausgeführte Badeofen ist in seinen Leistungen beachtenswert.

Die Firma Schulz & Sackur, Berlin, fertigt Badeöfen nach System „Wobbe“ in zwei Größen für 10 resp. 15 l Wasserabgabe pro Minute bei 30° C. Temperaturerhöhung. Die Konstruktion dieses Ofens ist in Fig. 325 und 326 erläutert. Er besteht aus einem doppelten Mantel und einer Batterie horizontal und ringförmig übereinander angeordneter Böden mit Doppelwandung, welche miteinander kommunizieren und so einen eigenartigen Heizkörper bilden. Im Centrum des Ganzen ist, vom untersten Doppelboden beginnend, ein Steigerohr emporgeführt, welches seinen heißen Inhalt — je nach Stellung des Hahnes — entweder direkt zur Wanne oder zur temperierten Brause führt, vergl. die Figur. Von dem obersten Doppelboden ist ein Rohr abgeleitet, in welchem sich Luft ansammelt und durch ein Ventil entlassen werden kann.

Der eigentliche Gasheizapparat ist ein Ringbrenner und besteht aus einer Kombination von Bunsen'schen Röhren mit gemeinschaftlicher Mischdüse. Je nach Größe der pro Minute abzugebenden Wassermenge erhalten diese Ringbrenner 12 bis 24 Flammen. Die Entzündung der von außen schwer zugänglichen Brennerflammen erfolgt durch eine besondere Zündflamme, und zwar mit Hilfe des beweglichen Zündrohres z (Fig. 327).

Fig. 325.

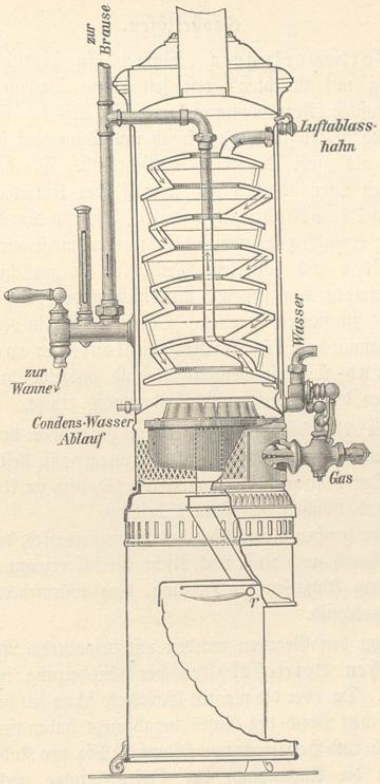


Fig. 326.

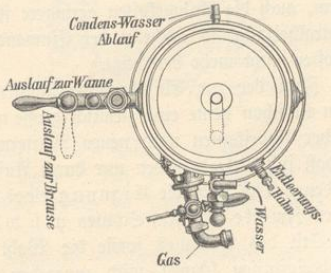
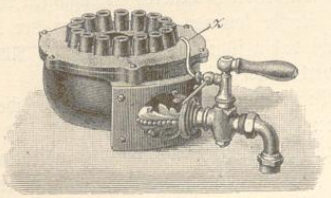


Fig. 327.



§ 20.
Gasheizöfen.

Vorbemerkungen. Während in Deutschland die Heizung mit Leuchtgas erst seit einem Dezennium zur zielbewußten Anwendung gelangt ist, befindet sich diese Methode in England, Frankreich und Dänemark schon seit länger als zwei Dezennien in Gebrauch. Die dazu verwendeten Öfen bestehen aus Metall, der Unterbau ist in der Regel kaminähnlich gestaltet. Die von dem Röhrenbrenner erzeugten Wärmestrahlen werden meist durch einen Reflektor aus poliertem Metallblech so zurückgestrahlt, daß dieselben den unteren Luftschichten des zu heizenden Raumes zu statten kommen. Oder es wird in der Nische eines Kamines ein künstliches Kohlenfeuer aus Bimstein und Asbest hergerichtet und dasselbe durch die Flammen des verdeckten Bunsenbrenners erhitzt.

Die Vorzüge der Gasheizung gegenüber derjenigen mit festen Brennstoffen sind leicht darzulegen; sie bestehen in:

1) Der bequemen Bedienung (die lediglich im Anzünden und Löschen des Feuers besteht),
2) der großen Reinlichkeit des Brennprozesses, da weder Rauch noch Ruß, noch Asche hierbei erzeugt werden,
3) dem Anpassen der Heizung, dem Wärmebedarf entsprechend.

Von den Gegnern wurden mit besonderem Nachdruck die hohen Betriebskosten der Gasheizung ins Feld geführt. Da aber die meisten Gaswerke schon seit mehreren Jahren den Preis des Gases herabgesetzt haben (in Berlin für Koch- und Heizzwecke von 16 auf 10 Pfg. pro Kubikmeter) und da die Ausnutzung des Gases infolge verbesserter Ofenkonstruktionen eine bei weitem höhere geworden ist als vordem, auch die Anlagekosten geringere sind als die einer Centralheizung, so erscheint der Einwand zu hoher Betriebskosten nicht mehr berechtigt.

Die Zahl der zur Einführung gelangten Ofenkonstruktionen ist schon heute eine ziemlich große und bei dem Streben der Fabrikanten nach neuen Mustern ist es erklärlich, daß sich viele derselben nur durch Äußerlichkeiten unterscheiden. Daß auch die Eignung eines Ofens für besondere Zwecke (Kirchen, Schulen u. s. w.) die Form und den Stil des Aufbaues sowie die Wahl der Konstruktion beeinflussen können, wird zugegeben. Auch die Kunstform soll bei diesen neueren Erzeugnissen der Industrie zu ihrem Rechte kommen, aber es darf der Hang nach Luxus nicht dahin führen, daß dadurch die Anschaffungskosten unverhältnismäßig erhöht werden.

Die Bestimmung, ob mit leuchtenden oder mit entleuchteten Flammen geheizt werden soll, ist zwar von Einfluß auf die Konstruktion, in beiden Fällen aber ist die höher stehende hygienische Bedingung zu erfüllen: daß die Verbrennung eine vollkommene, insbesondere auch geruchlos sei und ferner die Verbrennungsenergie ausgenutzt wird, damit die Verbrennungsprodukte mit nur wenig über 100° l Temperatur abziehen, überdies auch stets in ein besonderes Ventilationsrohr münden.

Die Berührung kalter und schwerer Metallflächen durch die Heizflamme ist zu vermeiden, um das Auftreten unbequemer Abgase zu verhindern; auch ist nach Möglichkeit Staubablagerung auf temporär erhitzten Metallflächen zu beseitigen.

Die ersten hier eingeführten Gasöfen hatten, nach englischem Gebrauch, die Kaminform, d. h. das offene Feuer wurde beim Brennen derselben sichtbar. Dagegen ging man in Deutschland bald zu geschlossenen Ofenformen über. Hierher gehört der von Kutscher in Leipzig nach dem System Zschetschnick ausgeführte, in Fig. 328 dargestellte Ofen. Aus dem ringförmigen Brenner C brennt das Gas in entleuchteten blauen Flammen und der Luftzutritt wird mittels der Schraube r reguliert. Die heißen Verbrennungsprodukte steigen in dem prismatischen Mantel A empor und umspülen die Rohre B B, welche — schräg ansteigend — die Zirkulation der Luft an der vorderen und hinteren Mantelfläche vermitteln, denn an der Rückseite tritt dieselbe kalt in die Röhre ein, an der Vorderseite warm aus. — Die Verbrennungsprodukte ziehen oberhalb durch eine Öffnung unter der Ofendecke ab, wobei die Größe der Luftabfuhr durch den Winkelhebel G, F, D geregelt werden kann [1]). Fig. 329 giebt die neuere Ausführungsform der Kutscher'schen Öfen; hinzugefügt ist die Reflektorplatte b und die muldenförmige Platte c über den Heizflammen.

Fig. 328.

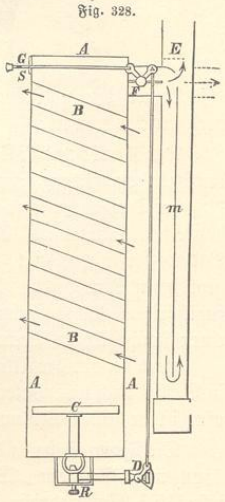
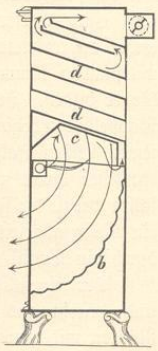


Fig. 329.



1) Ähnlich war der von Houben Sohn in Aachen ausgeführte, im Jahre 1886 in Brüssel prämiierte Wybauw'sche Ofen; bei demselben wird die Verbrennungsluft auf dem Wege zu den Heizflammen vorgewärmt, nämlich an dem unteren Kupferreflektor.

Bei dem in Fig. 330 u. 331 dargestellten Gasofen werden die Verbrennungsgase zwischen engen, parallelen Blechwänden emporgeführt. Der Sockel, in dem die Heizbrenner untergebracht sind, ist mit entsprechenden Luft-

Fig. 330.

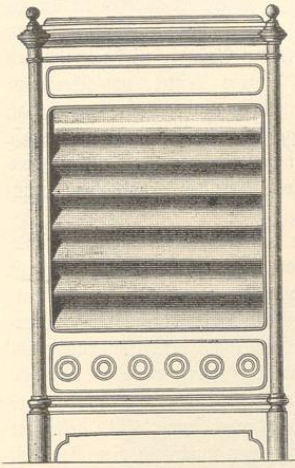
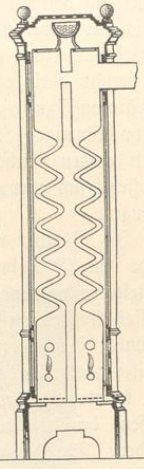


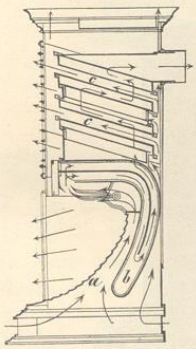
Fig. 331.



1:20.

zutrittsöffnungen versehen. Die Ofendecke ist oberhalb durchbrochen, zwecks Abzuges der Zirkulationsluft; unter der Decke befindet sich ein Verdunstungsgefäß.

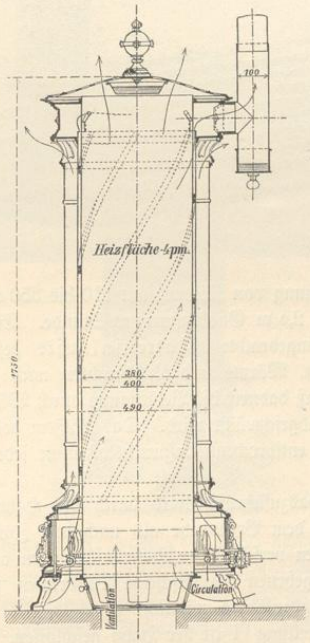
Fig. 332.



Bei dem von Fr. Siemens in Dresden gelieferten Gasofen (Fig. 332) wird die Verbrennungsluft an dem Reflektorschirm a vorgewärmt. Die Zimmerluft und die am Sockel zugeführte Frischluft erwärmt sich dagegen beim Durchströmen der flachen Zirkulationskanäle cc, deren Wände von den Verbrennungsgasen auf hoher Temperatur gehalten werden. Auch für die Beheizung von Schulräumen hat die Gasfeuerung schon erfolgreiche Anwendung gefunden, so in Karlsruhe mittels des von Meidinger und Richard konstruierten, in Fig. 333 dargestellten Ofens. Als Brenner sind Leuchtflammen, welche durch eine Zündflamme entzündet werden, gewählt. Die Regulierung des Effektes bietet keine Schwierigkeit, da zwei Seiten des Ofensockels verglast sind und die Flammenbildung durch die Marienglasscheiben beobachtet und reguliert werden kann. Gleichzeitig werden dabei auch die unteren Luftschichten durch direkte Strahlung erwärmt. Die von den Leuchtflammen abgehenden Verbrennungsprodukte endlich ziehen in schräger Richtung zwischen den enggestellten Blechmänteln aufwärts, dabei ihre Wärme gut ausnutzend. Oberhalb münden dieselben in einen ringförmigen Kanal und entweichen in das anschließende Rauchrohr.

Die kalte Zimmerluft tritt über dem Sockel in der Richtung der Pfeile in den Zirkulationsraum ein und strömt, durch das Gesims des Ofens erwärmt, ins Zimmer zurück. Die frische Luft wird, wenn angänglich, durch geeignete Zuführungskanäle vom Fußboden her entnommen,

Fig. 333.

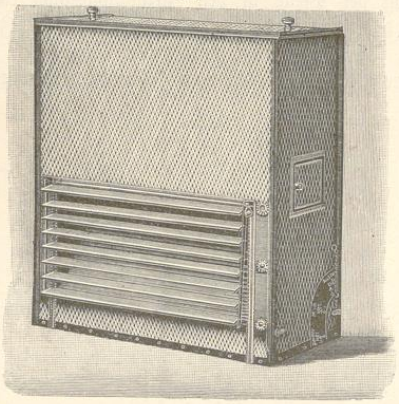


gelangt direkt in den inneren, 38 cm im Lichten weiten Ofenraum, erwärmt sich an dem erhitzten Metallmantel und entweicht durch die Ofendecke als frische und vorgewärmte Luft.

Bei Schulöfen ist besondere Vorsicht darauf zu richten, daß die Schüler mit den Zünd- und Reguliervorrichtungen nicht Mißbrauch treiben können. Bei Beginn des Winters wird dann die Heizleitung geöffnet, das Zündflammröhrchen in den Ofen hineingedreht und der Zündbrenner entzündet. Nur bei dieser Stellung läßt sich der Brennerhahn öffnen. Die Zündflamme bleibt nun während der ganzen Betriebszeit (die Ferien ausgenommen) in Brand und die Bedienung des Ofens beschränkt sich lediglich auf das Drehen des Brennerhahnes (Sicherheitshahnes).

Fr. Siemens in Dresden hat neuerdings einen zerlegbaren Gasschulofen mit Reflektor auf den Markt gebracht. Derselbe ist in Fig. 334 in Ansicht dargestellt. Diese Öfen werden in vier Nummern 0,75 bis 1,10 m breit bei 1,0 m bis 1,30 m Höhe geliefert und genügen

Fig. 334.



zur Erwärmung von Räumen mit 110 bis 350 cbm Inhalt bei 1,5 bis 2,0 m Gaskonsum pro Stunde. Eine vor dem Reflektor angebrachte Plattenjalousie gestattet nach Schulbeginn, Wärme und Lichtstrahlen nach oben abzulenken, so daß dadurch die Belästigung durch Wärmestrahlen bedeutend abgeschwächt wird. Das Äußere des Ofens ist dem Zweck entsprechend anspruchslos ohne jede dekorative Zuthat.

Die Gaszuführung wird durch den Hahnenkegel sowohl nach dem Brennrohr als nach dem Zündrohr vermittelt. Den verschiedenen Hahnenstellungen auf der den Öfen beigegebenen Zeigerscheibe entsprechen verschiedene Verbrennungszustände, nämlich:

In Stellung I ist der Hahn geschlossen,
" " II strömt Gas nach dem Zündrohr, so daß die Zündflamme entzündet werden kann.

Anm.: Bei weiterer Drehung strömt Gas in das Brennerrohr und die Heizflammen entzünden sich an der Zündflamme.

In Stellung III erlischt die Zündflamme und die Stellung IV geschieht in der Regel durch den Haupthahn.

Zur einmaligen Einstellung der Flammenlänge wird meist ein besonderer Regelungshahn angebracht.

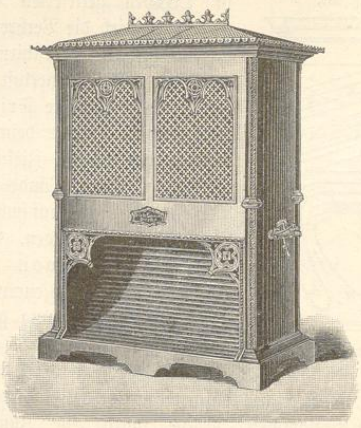
Endlich ist noch zu erwähnen, daß die Fabrikanten bei ihren neueren Erzeugnissen der Gasheizbranche die selbstthätige Regelung der Wärme zu den erstrebenswerten Aufgaben zählen. In dem Wärmeregler von Siemens wird die Ausdehnung von Wasser benutzt, um ein Kegelventil zu öffnen oder zu schließen. — Houben Sohn in Aachen verwendet eine Metallspirale, welche auf die in das Abzugsrohr eingesetzte Drosselklappe einwirkt.

Kirchenheizung. Die Verwendung des Gases zur Beheizung von Kirchen bietet gegenüber anderen Methoden mancherlei Vorteile und wo Schornsteinröhren fehlen oder Kanalheizung aus örtlichen Gründen nicht angänglich ist, beruht darin oft das einzige Mittel, um überhaupt Erwärmung zu erzielen. Anfänglich glaubte man, daß in hochräumigen Kirchengebäuden die Verbrennungsgase direkt in den Kirchenraum entlassen werden könnten; dies empfiehlt sich aber nicht, weil dieselben stets üblen Geruch erzeugen.

In München wurden zur Beheizung einer Interimskirche von 2800 cbm Inhalt vier Houben'sche Öfen mit Reflektoren verwendet, die in den vier Ecken des Kirchenschiffes Aufstellung fanden; die Abzugsrohre für die verbrannten Heizgase wurden außerhalb der Frontwände als Pfeiler hochgeführt und mit Lockflammen versehen. Stündlich konnte die Temperatur der Kirche, in Kopfhöhe gemessen, bei 10 cbm Gasverbrauch um 2° R. gesteigert werden. Die Heizkosten betrugen innerhalb vier Stunden 6 Mk. 90 Pf. Heute, bei billigen Gaspreisen, würden sich dieselben auf nur 4 Mk. belaufen.

Die Form der Kirchenöfen ist meist durch den Stil des Gotteshauses vorgezeichnet und daher ein Anklang

Fig. 335.



an gotische Formen gebräuchlich. Fr. Siemens in Dresden fertigt gut stilisierte und konzipierte gotische Kirchenöfen mit Messingreflektor, die Eisenflächen in geschwärzter oder in emaillierter Ausführung. Fig. 335 ist ein Ofen, welcher 600 cbm Luft pro Stunde erwärmt und dazu 3 cbm Gas verbraucht. Die Breite des Ofens

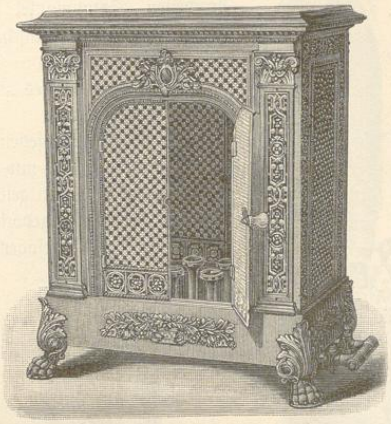
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beträgt 1,16 m, die Tiefe 0,66 m und die Höhe 1,63 m bis zum Gesims.

Anschaffungskosten: geschwärzt . . . . . 275 Mk.
emailliert . . . . . 325 „

Nach anderen Prinzipien ist der Kirchenofen von Schulz & Sackur, Berlin, konstruiert. Zur Feuerung werden Wobbebrenner (vergl. Fig. 301 u. 302) benutzt. Jeder Ofen enthält zwei Gaszuleitungen, auf welche je sechs Wobbebrenner montiert sind, auch Regulier- und Absperrhahn für jedes Rohr. Die Verteilung der Brennerrohre im Innern des Ofens zeigt die geöffnete Gitterthür (Fig. 336). Zwecks leichteren Übertrittes der erzeugten Wärme aus dem Ofen in den Kirchenraum ist der Ofenmantel ringsum durchbrochen angelegt.

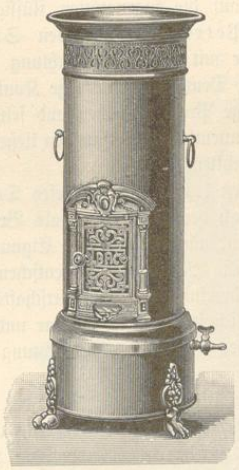
Fig. 336.



Die Maximalleistung eines solchen Ofens besteht in der Erwärmung eines Raumes von 800 bis 1000 cbm Inhalt. Dabei beträgt der stündliche Gaskonsum 4 bis 6 cbm, kann jedoch, sobald die Normaltemperatur erzeugt ist, auf 2,5 bis 3 cbm pro Stunde ermäßigt werden.

Zur dauernden oder vorübergehenden Beheizung von Wohn- und Gesellschaftszimmern resp. Geschäftsräumen im modernen Wohnhausbau, in Landhäusern, Restaurationslokalen u. s. w. sind eine große Auswahl von sogenannten Musteröfen in den Handel gebracht worden, auch durch Reichspatente oder Muster geschützt. Der leitende Baumeister steht hier einer ziemlich reichen Auswahl von Öfen verschiedenster Stilformen gegenüber. Der Metallguß der reichverzierten Flächen des Aufbaues ist in der Regel geschwärzt, emailliert oder galvanisiert; im letzteren Falle erhöhen sich die Anschaffungskosten eines Ofens um mehr als ein Drittel. Beliebt sind auch Muster (wie Nr. 102 des Verzeichnisses von Fr. Siemens in Dresden), bei denen nur das architektonische Rahmenwerk in Metall ausgeführt, die glatten Flächen zu den Seiten des Kamineinsatzes durch Majolikafliesen gebildet werden.

Fig. 337.



Zum Schluß sei erwähnt, daß für beengte Zimmer kleine Läden und dergl. auch kleine cylindrische Stubenöfen zur Verwendung gelangen. Der in Fig. 337 dargestellte transportable Stubenofen mit Leuchtgasflamme hat nur 23 cm Durchmesser bei 77 cm Höhe, der Gasverbrauch beträgt 750 l oder für hiesige Gaspreise 7,5 Pfg. pro Stunde. Das Wärmebedürfnis läßt sich bei solchen Öfen auch schnell decken, da schon wenige Minuten nach dem Entzünden der Heizflammen die Heizwirkung sicher eintritt.

Viertes Kapitel.

Beleuchtung mit flüssigen Leuchtmaterialien.

§ 1.

Die Spiritus-Glühlichtbeleuchtung.

Das Streben unserer Beleuchtungsindustrie nach immer höherer Lichtentfaltung erstreckt sich seit der Mitte dieses Decenniums nicht nur auf die elektrische und Gasbeleuchtung, sondern auch auf die sogenannten flüssigen Leuchtstoffe, nämlich das Petroleum und den Spiritus. Das Petroleum war mit der Gasbeleuchtung schon seit seiner Einführung in Deutschland in rege Konkurrenz getreten, wobei der billige Preis desselben und seine Leuchtkraft es überall da als unentbehrlich erscheinen ließen, wo öffentliche Gasanstalten fehlten.

Erst in den letzten Jahren dieses Decenniums ist in Deutschland auch der Spiritus als Bewerber auf dem Plane erschienen, nämlich in seiner Eignung für Beleuchtungszwecke. Die Notlage der deutschen Landwirtschaft und deren Rückwirkung auf die Wirtschaftspolitik Deutschlands machte sich seit Jahren fühlbar und in dieser Lage erschien die Idee der Spiritusbeleuchtung wie eine Hilfe in der Not.

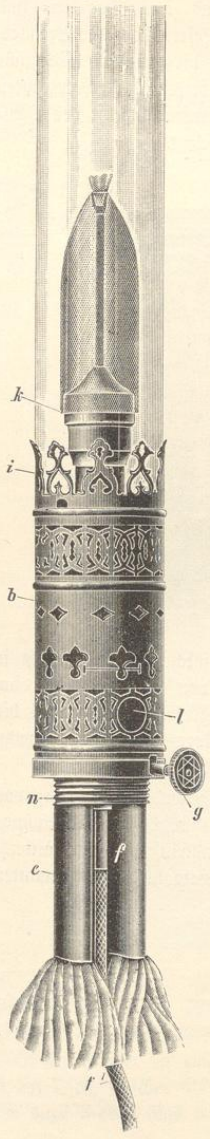
Im Jahre 1895 wurde diese Idee in die Praxis übertragen und 1896 konnte man bereits von einem Siege des Spiritusglühlichtes über die Petroleumlampe sprechen; auf Vervollkommnung der Konstruktion glaubte man rechnen zu dürfen.

Als Ergebnis des vom Verein der Spiritusfabrikanten in Deutschland am 19. Mai 1896 erlassenen Preisausschreibens wurde der größeren Lampe der Deutschen Gasglühlicht-Aktiengesellschaft von der Jury des Vereines der Preis zuerkannt. Dieselbe erzielte 46,25 Hefnerkerzen Lichtstärke bei einem stündlichen Verbrauche von 108 ccm Brennspiritus.

Nachstehend geben wir die Konstruktion der Spiritusglühlampen nach dem der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft geschützten Muster (D. R. G. M. 43 688). Dieselbe besteht im wesentlichen aus einem Verdampfungsapparat, Fig. 339, und dem mit Brennerkopf und Cylindergallerie versehenen Schutzmantel b, Fig. 338.

Als Verdampfungsapparat wird ein sichelförmig gebogenes Auffaugerohr c, Fig. 339, mit darüber angebrachter Vergasungskammer e benutzt. Auf letzterer ist die Düse d angeordnet. Die Röhre f, welche den Heizdocht f^1 trägt,

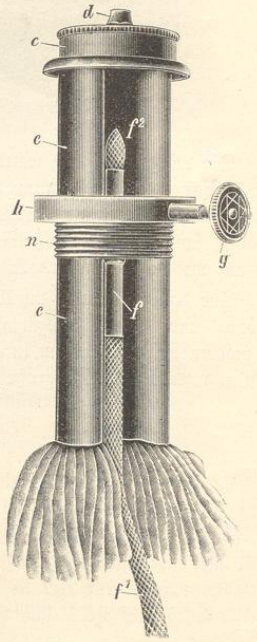
Fig. 338.



befindet sich im Centrum des Auffaugerohres. Der Docht kann durch die Regulierschraube g gestellt werden. Etwa in halber Höhe des Auffaugerohres ist ein Flansch h angeordnet, welcher den mit Brennerkopf k und Cylindergallerie i versehenen, durchbrochenen Schutzmantel b aufnimmt. An diesen Flansch schließt sich das Gewinde n; letzteres wird in den Hals des Lampenbassins eingeschraubt.

Beim Inbetriebsetzen wird der Apparat auf das mit Brennspiritus gefüllte Bassin geschraubt. Sobald die Auffaugedochte genügend Spiritus eingesogen haben,

Fig. 339.



führt man durch die Öffnung l (Fig. 338) ein brennendes Holz und zündet den Heizdocht f^1 an, wonach die Heizflamme f^2 ihre Wärme an die Saugröhre c und an die Vergasungskammer e abgiebt. In der Kammer e sammelt sich der entwickelte Spiritusdampf an, strömt, wenn genügend Druck vorhanden ist, durch die Düse d aus, mischt sich mit atmosphärischer Luft und tritt in den Brennerkopf k. Entzündet man dann das ausströmende Dampfgemisch über dem Cylinder, so wird der in bekannter Weise aufgehängte Glühkörper zum Leuchten gebracht. Die Spitze der Heizflamme soll nicht über den Maßstrich p am Schutzmantel hinausreichen.

Der Spirituskonsum beträgt bei den kleineren Spiritus-Glühlichtapparaten 60 g, bei den größeren 70 g pro Brennstunde.

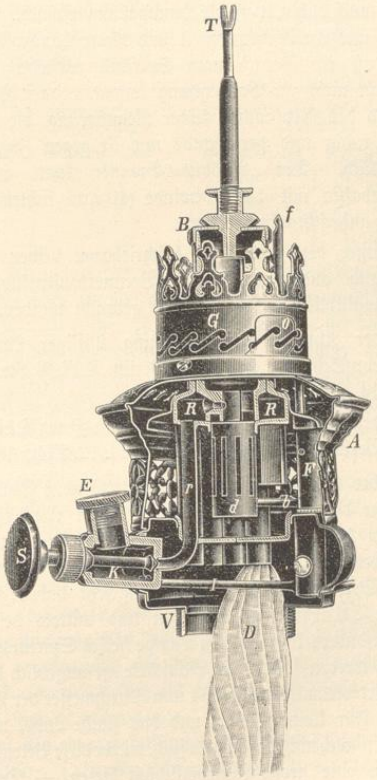
Spiritusglühlampe „Phöbus".

Gelegentlich des bekannten Preisausschreibens des Vereines der Spiritusfabrikanten ist auch die neue Lampe der Spiritusglühlicht-Gesellschaft „Phöbus" in Dresden-A. (Fig. 340) in den Vordergrund des Intresses getreten, indem sie ebenfalls mit dem ersten Preise ausgezeichnet wurde. Sie wurde seitdem erheblich verbessert und vereinfacht, wodurch ihre Brauchbarkeit bedeutend erhöht worden ist. Bei dieser Glühlampe wird der Spiritus durch die Füllöffnung E eingegossen und fließt aus der Kammer K in das Glasbassin, aber auch durch das Röhrchen J nach der Dochttülle F. Aus dem Bassin wird sodann der Spiritus durch die in Dochtröhren befindlichen Dochte in die Retorte R befördert. Will man die Lampe anzünden, so führt man durch den Ausschnitt A des Brennerkorbes ein Zündflämmchen, dadurch wird die Dochttülle F vorgewärmt und es bilden sich sofort zwei Stichflammen, welche die Retorte R erhitzen. Hierauf entzündet man auch die kleine Stichflamme bei f. — Die Spiritusdämpfe entweichen aus der Retorte durch die links sichtbare Aussparung nach der im Centrum angeordneten Gasdüse und von hier aus in den Brennerkopf, wo sie sich mit der durch die Luftdüse d angesaugten frischen Luft mischen. Das Luftdampfgemisch entweicht oberhalb bei B und dieses wird durch die Stichflamme f entzündet, wenn es brennbar geworden ist. — Sobald dies geschieht, erlischt aber auch die bei F brennende Zündflamme, weil der Spiritusvorrat nur beschränkt ist. Die Verdampfung vom Spiritus findet nunmehr lediglich durch Wärmeleitung vom Brennerkopf aus statt.

Eine sehr wesentliche Verbesserung der Lampe ist die Regulierbarkeit des Luftzutrittes durch die Düse d; man ist dadurch in der Lage, auch beliebigen Handelsspiritus (unter 80 Proz.) verwenden zu können. Ferner gestattet die jetzige Verbesserung des Brennerkopfes, jeden beliebigen Glühkörper zu verwenden.

Das Auslöschen der Flamme geschieht durch Lösen der Schraube S. Der Konus, der das Röhrchen r bei dem gewöhnlichen Betriebe geschlossen hält, wird hierbei zurückbewegt, die Spiritusdämpfe kommen in die Kammer K, kondensieren und der kondensierte Spiritus fließt in das Bassin zurück.[1]). — Erfinder und Verbesserer der Phöbuslampe ist der Ingenieur Albert Perlich, Dresden.

Fig. 340.



In der „Zeitschrift für Spiritusindustrie" (1897, Nr. 23) hat Prof. Hayduck einige interessante Vergleichsmessungen mitgeteilt. Zu seinen Versuchen benutzte er den schwächsten im Handel zulässigen Spiritus von 80 Proz. zu einem Preise von 23 Pfg. für 1 l; der Preis für 1 l Petroleum betrug 20 Pfg.

1) Vergl. Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Jahrg. 1898, Seite 229/230.

	Phöbus-Lampe		
	I	II	III
Lichtstärke in Hefner-Kerzen	30,6	30,6	33,2
Stündlicher Verbrauch an Brennstoff in Kubikcentimeter	85	84	93,3
Stündliche Beleuchtungskosten in Pfennigen	2	1,93	2,14
Kosten einer Lichtstärke von 10 Hefner-Kerzen in einer Stunde in Pfennigen	0,65	0,63	0,64

Prof. Hayduck resumiert sich über den Betrieb der Lampe noch dahin, daß die Handhabung einfach, auch Anzünden und Auslöschen schnell und bequem auszuführen ist, ohne daß ein Geruch nach Spiritus entsteht. Da ein Heizdocht nicht zur Verwendung kommt, bedarf die Lampe während des Gebrauches keiner Regulierung, die Flamme brennt ruhig und geräuschlos und ist gegen Zugluft unempfindlich. Der „Phöbus-"Brenner kann auf jedes Lampenbassin mit 14‴ Gewinde (40 mm lichtem Durchmesser) aufgeschraubt werden.

Außer den vorstehend beschriebenen beiden Lampen sind auch andere patentierte Brennerkonstruktionen für Spiritusglühlicht auf den Markt gebracht worden, so

1) der Apparat zur Vergasung flüssiger Brennstoffe von Schuster & Baer in Berlin, D. R. P. Nr. 90767, dd. 24. November 1895;
2) der Spiritusglühlicht-Brenner von Franz Deisler in Berlin, D. R. P. Nr. 92303, dd. 12. März 1896 u. a.

Über eine neue Spiritusbeleuchtung ohne Glühstrumpf berichten die „Volkswirtschaftlichen Nachrichten" im Juni 1897, daß Dr. Herzfeld & Baer, Leiter eines chemischen Laboratoriums, gemeinsam mit H. Guttmann einen Spirituslechtstoff zusammengesetzt haben, der den Namen „Lucin" erhalten hat und mittels dessen auf einer besonders konstruierten Lampe helles Spiritusglühlicht erzeugt werden soll. Die Lichtstärke ist angeblich diejenige einer Petroleumlampe von 34 mm Durchmesser der Brennerhülse. Für kleine Städte und das flache Land, wo Gasanstalten noch nicht vorhanden sind, würde diese Beleuchtungsmethode eine große Annehmlichkeit bieten. — Dem Verfasser ist nicht bekannt geworden, daß dadurch bisher eine erwünschte Förderung der Spiritusbeleuchtung erzielt worden wäre. Vorerst sind dem Anschein nach die Chancen der Spiritusbeleuchtung wieder im Abnehmen, da es der Kontinental-Gasglühlicht-Gesellschaft „Meteor" in Berlin gelungen ist, auch das Petroleum für Glühlichtbeleuchtung nutzbar zu machen. Wir kommen speziell auf diesen Konkurrenzstreit zurück.

§ 2.
Spiritusgasherde.

Viel älter als die Verwendung des Spiritus zu Leuchtzwecken ist diejenige zum Erhitzen von Flüssigkeiten und Speisen. Eine der frühesten Anwendungen fand derselbe in den chemischen Laboratorien und in solchen technischen Betrieben, wo die erzeugten Stoffe einem vorübergehenden oder länger dauernden Kochprozeß unterzogen werden müssen. Für Erhitzung von Reagensgläsern, Röhren, Retorten wurde beim Experimentieren die bekannte Berzelius-Lampe gebraucht, das Aufsaugen des im Bassin enthaltenen Spiritus wird stets durch einen Docht besorgt.

Die Spirituskochapparate für Küche und Haus, die den Zwecken einer schnellen, sauberen, rußfreien Erhitzung von Flüssigkeiten dienen, werden mit Docht nicht mehr benutzt, sondern der Spiritus ist hier in einem 3 bis 6 cm weiten, offenen Behälter, und zwar zwischen dem dreifußähnlichen Untersatz, auf dem das zu erhitzende Gefäß ruht, untergebracht. Damit aber die Verbrennung möglichst vollkommen von statten geht, ist das metallene Spiritusbassin von Röhren, welche über dessen Rand hinausragen, durchzogen und durch diese Röhren findet Luftzuführung zum inneren Teil des Flammenbeckens statt. Ist der Kochprozeß beendet, so wird durch einen schließenden Deckel der Luftzutritt gehemmt.

Zum Erwärmen größerer Gefäße und insbesondere für die täglichen Bedürfnisse des Haushaltes werden gegenwärtig Spirituskocher in Form der Herdplatten für ein bis drei Ringe, ähnlich den im vorhergehenden Kapitel dargestellten Gaskoch-Herdplatten, konstruiert.

Fig. 341.

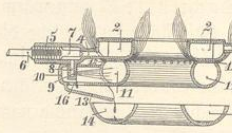
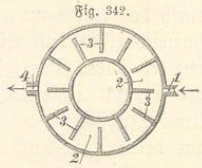


Fig. 342.



In Fig. 341 geben wir den Durchschnitt und in Fig. 342 den Grundriß der von dem Eisenwerk „Barbarossa" in Sangerhausen nach Patent „Keidel" hergestellten Spirituskochapparate. Dieser Spiritusgasherd besteht aus einem Bassin, dem Brenner und der zugehörigen Rohrleitung 1, durch welche der Spiritus vom Bassin dem Brenner zugeführt wird. Der Brenner besteht wiederum aus dem Vergaser und dem Gasverteiler. Die in den Vergaser 2 eingebauten Zwischenwände 3 sind radial eingefügt, um dem Spiritus eine große Verdunstungsfläche darzubieten. Im Vergaser, dessen Wandungen hoch erhitzt sind, wird der Spiritus in Gas verwandelt. Das Gas tritt unter dem Ventil 5 aus der

Düse 8 in den Gasverteiler 11 durch die Öffnung 9. In dem Gasverteiler wird das Gas behufs besserer Verbrennung mit Luft gemischt, die vorher erhitzt worden ist. Das Luft- und Gasgemisch strömt durch die im Durchschnitt (Fig. 341) sichtbaren centrisch zu einander stehenden Löcherkränze, wodurch es in eine größere Anzahl kleiner Flammen verteilt wird.

Die Zuströmung des Gases ist durch die Ventilschraube 6 jederzeit regulierbar, durch Zudrehen derselben erlöschen die Flammen.

Fig. 343.

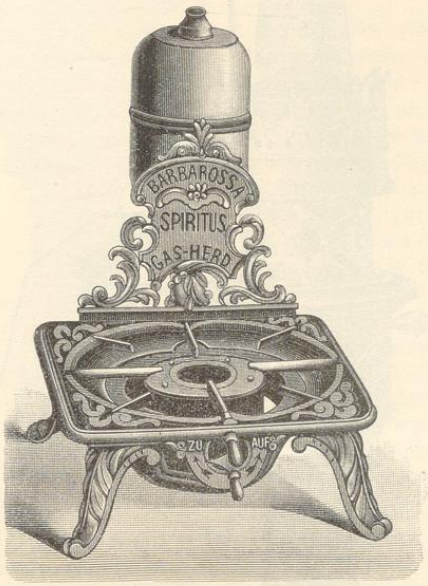


Fig. 343 stellt die komplette Ansicht des Gasherdes „Barbarossa" mit Einlochplatte, ornamentiertem Untersatz und Bassin dar. Der Herd ist in Eisen, Bassin und Rohrleitung sind aus vernickeltem Messing konstruiert.

Auf dem Spirituskochherd „Barbarossa" wird ein Liter kaltes Wasser in 4 bis 5 Minuten zum Kochen gebracht. Der Verbrauch an Spiritus beträgt pro Einlochplatte und Stunde 3 bis 5 Pfg.

§ 3.

Die Petroleum-Glühlichtbeleuchtung.

Dem industriellen Bemühen nach erhöhter Lichtentfaltung der aus gasförmigen oder flüssigen Leuchtstoffen entwickelten Flammen konnte auch das Petroleum, dieses populärste und verbreitetste aller Leuchtmaterialien, nicht entgehen; schon gegen Schluß des Jahres 1896 sehen wir zwei Firmen damit beschäftigt, das Petroleum für Glühlichtbeleuchtung nutzbar zu machen. Es waren dies:

Die Kontinental-Gasglühlicht-Gesellschaft „Meteor" Berlin,

die Handlung Dittmar in Berlin und Wien.

Der Gesellschaft „Meteor" ist ein Patent im Deutschen Reiche verliehen, auch hat dieselbe Lichtstärke und Brennstoffkonsum wissenschaftlich durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt feststellen lassen.

Es setzte sich die photometrische Prüfung laut Prüfungsschein vom 19. Dezember 1896 aus zwei unmittelbar aufeinander folgenden Versuchen von je 25 Minuten Dauer zusammen. Die gefundenen Durchschnittswerte sind in nachstehender Tabelle enthalten:

Versuch Nr.	Mittlere horizontale Lichtstärke in Hefner-Licht	Stündlicher Petroleumverbrauch in Gramm	
		Gesamtverbrauch	Verbrauch pro Hefner-Licht
1	59	63	1,1
2	61	64	1,0

Ein technisches Referat des Prof. Dr. Reuleaux vom April 1897 über den Petroleum-Glühlichtbrenner „Meteor" hat den wirtschaftlichen Fortschritt festgestellt, der durch die Einführung des Petroleumglühlichtes gegenüber der bisherigen Petroleumlampe erzielt wird. Derselbe nimmt Bezug auf die Ergebnisse des vorstehenden Prüfungsscheines, laut welchem bei den Meteorlampen eine mittlere Lichtstärke von 60 Hefner-Kerzen bei 63,5 g Petroleumverbrauch festgestellt worden ist, während diese Lampe mit gewöhnlichem Brenner eine Lichtstärke von nur 21 Kerzen bei 127 g Petroleumverbrauch in der Stunde ergab. Hiernach ist der Brennbetrieb der Lampe „Meteor" nur halb so teuer als derjenige einer gewöhnlichen Petroleumlampe und deren Leuchtkraft nach photometrischer Messung die dreifache der gewöhnlichen Lampe. Jedenfalls ist die Leistung der Glühlampe „Meteor" viermal besser als die der bisherigen bestentwickelten Petroleumlampen.

Prof. Reuleaux konstatiert ferner, daß wegen der gut durchgebildeten Luftzufuhr Petroleumdunst in der Umgebung der patentierten Lampe nicht zu bemerken sei.

Auch in zahlreichen Anerkennungsschreiben hiesiger und auswärtiger technischer Vereine, sowie durch ehrende Besprechungen in der technischen Presse Deutschlands hat der Glühlichtbrenner „Meteor" Förderung gefunden, ist durch Patente verschiedener Kulturstaaten gegen Nachahmung geschützt und neuerdings wesentlich verbessert worden. Derselbe wird — nach Aufhören der Aktiengesellschaft „Meteor" — von der Deutschen Petroleumglühlicht-Aktiengesellschaft in Berlin in vollendeter Weise

hergestellt. Vergl. auch Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Jahrgang 1897, S. 25.

Nachstehend bringen wir die im Konstruktionsprinzip dem Meteorbrenner verwandte Adam-Lampe zur Darstellung. Dieselbe wird jetzt von der Allgemeinen Reform-Petroleumglühlicht-Gesellschaft in Berlin, Prinzessinnenstraße 18, hergestellt.

Fig. 344.

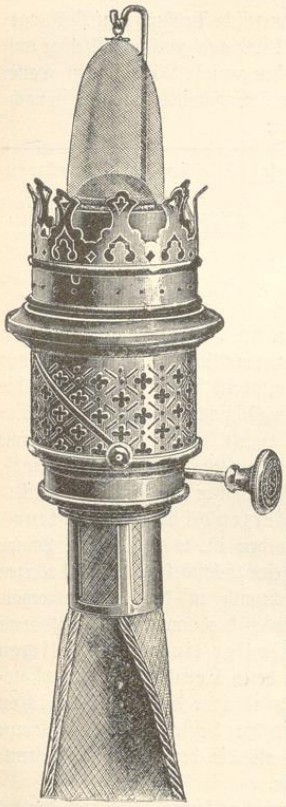


Fig. 345.

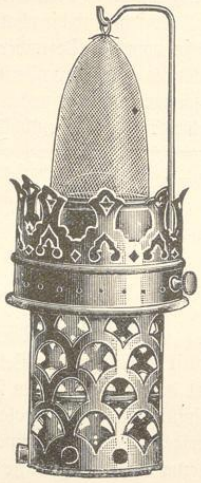


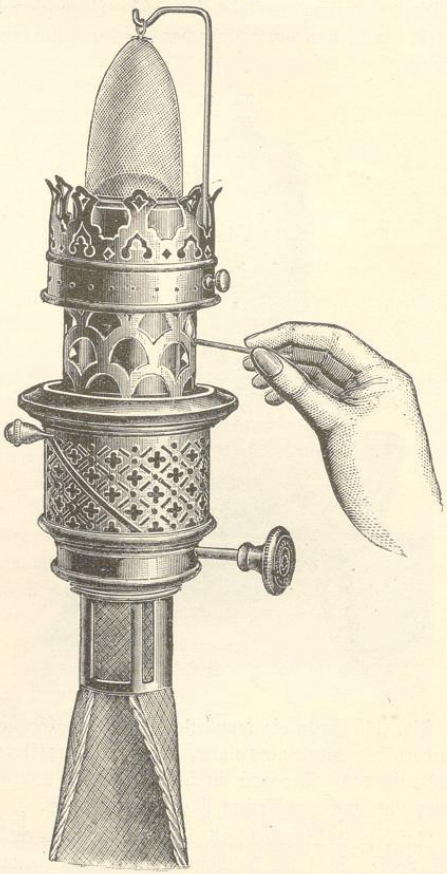
Fig. 344 giebt die komplette Ansicht des Reformbrenners in etwa $^1/_2$ Naturgröße mit Docht, Regulierschraube, passend auf jede Bassinschraube von 40 mm Durchmesser. An dem Glühkörperträger, der in eine Öse gesteckt und unterhalb durch eine Schraube festgehalten wird, ist der Glühkörper aufgehängt (Fig. 345 u. 346).

Um die Lampe anzuzünden, wird das Brenneroberteil nebst Gallerie mittels einer Drehung nach links emporgedreht, wie Fig. 346 darstellt, der Docht etwa $^1/_2$ mm über das Dochtrohr emporgehoben und angezündet (vergl. die Zeichnung). Ist derselbe vollständig angebrannt, so drückt man das gehobene Oberteil wieder herunter und dreht den Docht langsam empor, bis die weiße Flamme in eine blaue übergeht; letztere bringt den Glühkörper zum Glühen.

Soll die Lampe ausgelöscht werden, so dreht man den Docht hinreichend in das Dochtrohr hinunter, wobei die Flamme erlischt; Ausblasen würde den Glühkörper beschädigen.

Da die Galleriehebevorrichtung sich nicht immer als zweckmäßig erwiesen hat, ist zwecks Anzünden und Reinigen des Dochtes auch der ganze Oberteil des Brenners mit Gallerie, Brennerkappe und Glühkörper leicht abnehmbar

Fig. 346.

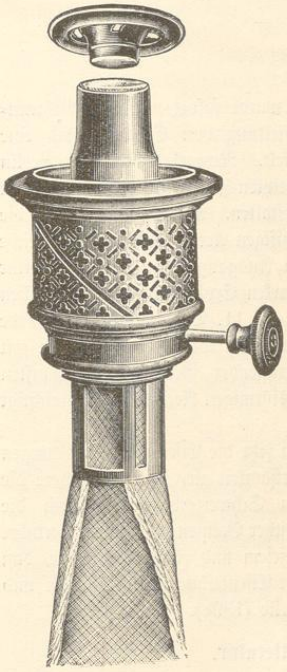


eingerichtet, wie dies aus Fig. 347 ersichtlich gemacht ist. In diesem Zustande wird das Brennerunterteil von abgefallenen Dochtresten gereinigt; zur Reinigung und vollkommenen Ebnung der oberen Dochtkante dient die kleine Vorrichtung, welche oberhalb des Dochtrohres sichtbar ist. Man muß hierauf große Sorgfalt verwenden, weil kleine Fäserchen weiße Flämmchen erzeugen, die Ruß auf dem Glühkörper absetzen.

Wegen ihrer tabellarisch nachgewiesenen hohen Lichtstärke und ihres sparsamen Betriebes eignet sich die Petroleum-

glühlichtlampe am weitaus besten als transportabler Beleuchtungsapparat der Gegenwart; sie übertrifft nicht nur die alte Petroleumlampe weit, auch die Spiritusglühlicht-Beleuchtung kann vorerst rücksichtlich der Lichtintensität und der Brennkosten nicht in Konkurrenz mit der Petroleumglühlicht-Beleuchtung treten.

Fig. 347.



§ 4.

Zu den flüssigen Brennmaterialien gehört auch jener seit einer Reihe von Jahren in der Technik zur Anwendung gelangende „Gasstoff", bestehend aus einem Gemenge von Petroleum-Destillaten mit niedrigem Siedepunkt, in der Hauptsache jedoch aus Benzin und Ligorin. Die Lampen, in welchen dieser flüssige Leuchtstoff zur Verbrennung gelangt, bestehen aus einem Behälter zur Aufnahme flüssigen Gasstoffes und einem Abflußrohr mit Absperrhahn und Brenner.

Die Brenner sind so konstruiert, daß das eintretende Mineralöl darin in Gas verwandelt wird und mit hoher Leuchtkraft und weißer Flamme verbrennt. Bei der Verbrennung wird weder Rauch noch Ruß erzeugt: Dochte und Cylinder fallen fort.

Die Erzeugung der Leuchtflamme geschieht ohne Explosionsgefahr, wie dies u. a. durch Prof. Rudolf Weber im Sitzungsberichte des Vereines zur Förderung des Gewerbefleißes nachgewiesen ist. (Vergl. Sitzungsbericht vom 2. Mai 1881.)

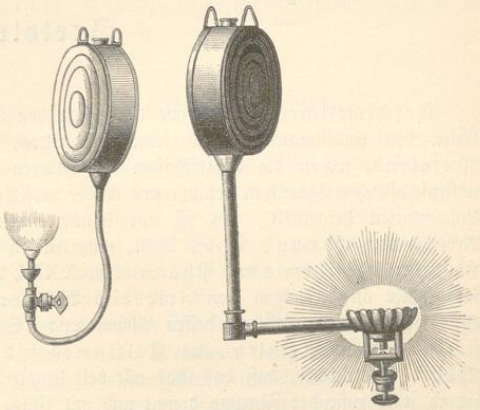
Die zur Verwendung gelangenden Brennerkonstruktionen sind entweder:

a) Breitbrenner, wie in Fig. 348 dargestellt, welche sich zur Verwendung bei Arbeiten in gedeckten oder doch geschützten Räumen eignen (der Gasstoffverbrauch beträgt pro Stunde $3^1/_2$ Pfg.) oder

b) Regulierbreitbrenner mit beliebig zu stellender Flamme, ferner

c) Sturmbrenner (Fig. 349). Dieselben erzeugen zwölf strahlenförmig austretende Flammen, welche beliebig einzustellen sind. Die Lampe wird auch geliefert mit besonderem Absperrhahn zwischen Bassin und Brenner.

Fig. 348. Fig. 349.



Die Flammen verlöschen im stärksten Wind und Wetter nicht und bieten daher Ersatz für Pechfackeln. Der Sturmbrenner ist besonders da zu empfehlen, wo die Flammen dem Wind und Regen Trotz bieten sollen, so bei Erdarbeiten, Kanalisierung, Pflasterarbeiten, Haus-, Brücken-, Eisenbahn-, Kanalbauten. Auch die städtische Bauverwaltung Berlins benutzt diese Sturmbrenner bei ihren Bauten im Freien.

Fig. 350.



Zur Beleuchtung von Restaurationsgärten, Pissoirs u. s. w. werden diese Lampen in Laternenform konstruiert und da zur Anwendung gebracht, wo — wie auf dem Lande — Steinkohlengas nicht zu haben ist. Fig. 350 stellt eine schräge Wandlaterne mit Dunstrohr und Bassin aus starkem Stahlblech dar.

Auch für die Zwecke der Feuerwehr findet die Lampe mit Sturmbrenner Anwendung. Sie ist dann mit einem eisernen Bügel nebst dergleichen Rohr versehen und gestattet die Einfügung eines hölzernen Stabes, der leicht in den Boden gesteckt werden kann, so daß sie beim Arbeiten im Freien leicht verwendbar ist. Bei asphaltierten Straßen tritt an Stelle des Stabes eine eiserne Stange mit Fußgestell.

Die transportablen, Gas selbst erzeugenden Lampen und Laternen werden u. a. von der Firma Emil Domcke in Berlin N in solider Konstruktion hergestellt.

Fünftes Kapitel.

Acetylenbeleuchtung.

§ 1.

Geschichtliches. Lange vor dem plötzlichen Auftreten des Calciumcarbids und seines Produktes, des Acetylens, waren die Eigenschaften des letzteren den wissenschaftlichen Chemikern bekannt und wurde dasselbe in Laboratorien hergestellt. Es sei nur erinnert an die Arbeiten von Edmond Davy 1836, mitgeteilt in den Annalen der Chemie und Pharmacie, XXIII, 144, und ferner an diejenigen von Friedrich Wöhler in Göttingen 1862. Vergl. dessen Abhandlung „Darstellung von Acetylen aus Calciumcarbid“.[1]) Wöhler beobachtete, daß das Gas mit hell leuchtender, jedoch stark rußender Flamme brennt und mit Chlor — auch beim Erwärmen — ein selbstentzündliches Gemisch bildet.

Auf diesen Mitteilungen baute Berthelot seine Untersuchungen über das Wesen des Acetylens auf. Der deutsche Chemiker Wöhler ist hiernach der Entdecker des Calciumcarbids und Acetylens und Berthelot, der den Aufbau desselben aus seinen Grundstoffen ausführte, gab ihm den Namen.

Ohne hier näher auf die Arbeiten von Winkler in Freiburg und L. Maquenne einzugehen, sei erwähnt, daß sich die Chemiker in lebhaftester Weise mit der Auffindung eines Verfahrens zur industriellen Nutzbarmachung des Calciumcarbids beschäftigten. So hatte Borchers schon im Jahre 1891 darauf hingewiesen, wie geeignet die elektrischen Öfen mit ihren hohen Temperaturen zur Reduktion des Calciumoxydes seien. Auch gelang es dem Amerikaner Willson, Direktor der Aluminium-Kompagnie in Spray, als Zufallsprodukt aus Kalk und Kohle im Siemens'schen Tiegel durch einen Strom von 2000 Ampère und 36 Volt Calciumcarbid darzustellen, das bei der Zersetzung mit Wasser reines Acetylen gab.

Das amerikanische Patent Willson datiert vom 21. Februar 1893.[2])

Im Frühjahr 1895 endlich nahm die Willson-Kompagnie als erstes Werk, welches sich mit der industriellen Ausbeutung des Carbids beschäftigte, die Carbidfabrikation im großen auf.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie CXXIV, 220.

2) Das durch Bullier für Deutschland erworbene Patent wurde 1898 ganz annuliert.

Auch in Deutschland wurde sofort nach dem Bekanntwerden der billigen Darstellung von Calciumcarbid eine lebhafte Thätigkeit entwickelt. Raoul Pictet in Berlin schritt sogar dazu, das Acetylen zu verflüssigen, um es zu einem Handelsartikel zu gestalten. Hierbei wurde aber die hohe Gefährlichkeit des flüssigen Acetylens durch zahlreiche Explosionen mit tödlichem Ausgange den Beteiligten klar und nach der bekannten starken Explosion im Isaac'schen Laboratorium zu Berlin am 11. Dezember 1896 wurde das Publikum von einer wahren Panik ergriffen, die erst durch Erklärungen hervorragender Gelehrter zu Gunsten der Gefahrlosigkeit des gasförmigen Acetylens beschwichtigt wurden.

Insbesondere wandten jetzt die Eisenbahnverwaltungen dem Acetylen ihre Aufmerksamkeit zu, so insbesondere die Direktion der Vereinigten Schweizerbahnen. Auch die Probebeleuchtungen preußischer Bahnen mit reinem Acetylen und einem Gemisch aus diesem und Fettgas ergaben, daß die Acetylenbeleuchtung für Eisenbahnen die einfachste und billigste Beleuchtung darstelle (1898).

Litteratur.

Acetylen in Wissenschaft und Industrie. Centralorgan für die Gesamtinteressen der Acetylen- und Carbidtechnik. Herausgegeben von Dr. Altschul und Dr. H. Scheel.

Dommer, F. Calciumcarbid und Acetylen. Deutsch von W. Landgraf. 1898.

Fröhlich, Dr. O., und Ingenieur H. Herzfeld. Stand und Zukunft der Acetylenbeleuchtung. 1898.

Liebetanz, Fr. Calciumcarbid und Acetylentechnik. 2. Aufl. 1899.

Panaotovic, Dr. J. Das Calciumcarbid und Acetylen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. 1897.

Pellissier, C. Praktisches Handbuch der Acetylenbeleuchtung und Calciumcarbid-Fabrikation. Aus dem Französischen von Dr. A. Ludwig. 1897.

Viesbeck, K. Calciumcarbid und Acetylen. Herstellung und Verwendung desselben. Vortrag. 1897.

Zeitschrift für Calciumcarbid-Fabrikation und Acetylenbeleuchtung.

§ 2.

Das Calciumcarbid.

In der Einleitung ist hervorgehoben worden, daß Calciumcarbid ein schon länger bekanntes chemisches Produkt sei, dessen Herstellung im großen erst dann gelang, nachdem man im stande war, die dazu erforderlichen hohen

Temperaturen zu erreichen. In der That hat erst die verhältnismäßig leichte Herstellbarkeit im elektrischen Ofen die Techniker in den Stand gesetzt, unter Einwirkung ungeheurer Temperaturen, Vorgänge, die sich im Erdinnern vollziehen, künstlich nachzuahmen. — Calciumcarbid ist nämlich eine Verbindung von Calcium und Kohlenstoff, die dadurch entsteht, daß eine Mischung von gewöhnlichem Kalkstein, d. h. kohlensaurem Kalk ($CaCO_3$) und Kohle einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wird. Der kohlensaure Kalk zerfällt in der Hitze in Calciumoxyd (CaO) und Kohlensäure (CO_2). Andrerseits bildet sich bei Hinzutritt von Kohlenstoff Kohlenoxyd (CO) und Calciumcarbid; das erstere entweicht gasförmig.

Die Formel für den chemischen Vorgang ist demnach:

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

Calciumoxyd + Kohlenstoff = Calciumcarbid + Kohlenoxyd.

Der elektrische Lichtbogen wirkt nämlich auf den Kalk und die Kohle (Koks) derart ein, daß der Sauerstoff aus dem Kalk (CaO) ausgetrieben wird, wobei sich Calcium (Ca) bildet — und ein Teil des Kohlenstoffes (C) an Stelle des Sauerstoffes in das Calcium tritt, wodurch Calciumcarbid entsteht. Der ausgeschiedene Sauerstoff geht aber mit dem vom Calcium nicht aufzunehmenden Kohlenstoff sofort eine neue Verbindung ein, d. h. es entsteht das in geschlossenen Räumen tödlich wirkende Kohlenoxydgas (CO).

Calciumcarbid kommt in der Natur nicht vor, ist von schwarzgrauer bis rötlicher Farbe, in der Textur kristallinisch und zerfällt in der Luft zu Pulver. Spez. Gewicht = 2,22.

Durch Einwirkung atmosphärischer Feuchtigkeit auf das Carbid entsteht Acetylen, wobei der Kalkrückstand auf den Carbidstücken haftet.

Als Rohstoff für die Fabrikation des Calciumcarbids dient der Kalk, der in der Natur nie rein, dagegen vielfach an andere Stoffe gebunden vorkommt, so an Magnesia; die magnesiahaltigen Kalke heißen Dolomite.

Der zweite Grundstoff des Calciumcarbids ist die Kohle, bezw. der Koks. Guter Koks muß schwarzgrau sein und darf Schwefel nur in geringen Mengen enthalten. — Der Kohlenstoffgehalt im Koks schwankt zwischen 85 und 82 Proz., die Asche beträgt 3 bis 6 Proz., der Wassergehalt 6 bis 10 Proz.

Als Betriebskraft für die Fabrikation von Calciumcarbid kommt fast nur Wasserkraft in Anwendung, da die Kosten des Betriebes sich durch Verwendung der Dampfkraft nahezu verdoppeln. Die Ausnutzung der Wasserkraft geschieht durch Wasserräder und Turbinen.

Zur Zerkleinerung der Rohstoffe werden Kugelmühlen und Kollergänge benutzt, das Heben der vorgebrochenen Stücke erfolgt durch Elevatoren, die Mischung der fertig gemahlenen Rohprodukte durch Mischmaschinen und deren Transport zu den Öfen durch Transportschnecken. Das Schmelzen der Rohprodukte geschieht in elektrischen Öfen.

Die elektrischen Öfen.

Wenn in einem elektrischen Stromkreise ein schlechter Leiter, z. B. Kohle, eingeschaltet wird, so hat der Strom an dieser Stelle einen größeren Widerstand als in dem übrigen Stromkreise zu überwinden. Durch die aufgewendete Arbeit wird Wärme erzeugt, die eingeschaltete, schlecht leitende Kohle wird erhitzt und gerät — wenn der Strom hinreichend stark ist — ins Glühen. Hierauf beruhen die elektrischen Öfen mit Widerstandserhitzung.

Einen solchen Widerstand findet der elektrische Strom an den Kohlenenden (Polen) und dieser ist um so größer, je weiter die Pole des Stromleiters voneinander entfernt werden. Um von dem einen dieser Pole durch die Luftschicht zu dem anderen zu gelangen, werden die Atome der Kohlenspitzen in heftige Schwingungen versetzt und demzufolge in glühenden Zustand übergeführt und es entsteht der elektrische Flammenbogen, auf dem alle Öfen mit elektrischer Lichtbogenerhitzung beruhen.

Die Kohlenansätze an den Enden der beiden Leitungskabel heißen Elektroden und bestehen entweder aus einem massiven resp. röhrenförmigen Stück Kohle, oder sie sind aus Kohlenplatten zusammengesetzt. Diese Teile des elektrischen Ofens sind es, an denen der Strom austritt und sich in Wärme, also auch in Arbeit umsetzt und dadurch die Schmelzung des zwischen die Elektroden eingebrachten Materiales bewirkt.

Es kann nicht die Absicht des Verfassers sein, auf die verschiedenen, für Calciumcarbidfabrikation bestimmten Ofenkonstruktionen hier einzugehen, in dieser Beziehung wird auf das Studium der im Eingang benannten Spezialwerke verwiesen; zur allgemeinen Orientierung fügen wir jedoch den Durchschnitt eines von Armin Tenner konstruierten elektrischen Ofens für kontinuierlichen Betrieb [1]) in Fig. 351 bei.

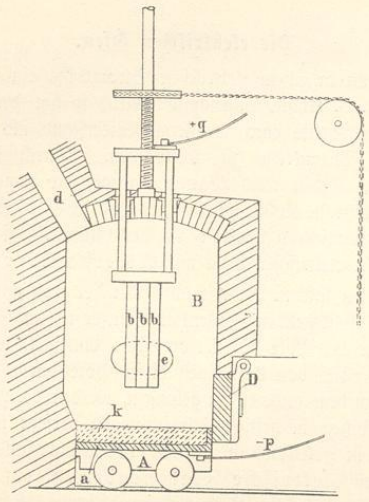
Der Boden des Ofens ruht auf einem beweglichen Schlitten oder Wagengestell A, das auf Schienen läuft und nach Bedarf durch die mit Thür D verschließbare Öffnung der Ofenwand eingefahren bezw. zurückgezogen werden kann. Der Boden a ist eine starke Metallplatte,

1) Patentiert durch D. R. P. Nr. 88364.

auf die eine etwa 20 cm hohe Schicht Elektrodenkohle geschüttet wird, die nun die Herdsohle bildet.

Indem die Eisenplatte a mit den stromzuführenden Kabeln p des einen Dynamopoles verbunden ist, stellt sie zugleich mit der Koksdecke k die eine Elektrode des Ofens

Fig. 351.



dar. Sobald der Betrieb beginnt, wird auf dieser Elektrodensohle das Rohmaterial bis zu einer gewissen Höhe angehäuft. Dieser Vermehrung der Sohlenschicht entsprechend, müssen dann auch die zu einem Bündel vereinigten Elektrodenkohlen b b, welche mit den Speisekabeln durch metallene Fassungen verbunden sind, gehoben werden. Zu diesem Zwecke pflegt man sie aufziehbar mit Spindelantrieb anzuordnen. Zum Beschicken des Ofens dient die Öffnung e und der Abzug der Gase erfolgt bei d.

Der Ofen funktioniert wie folgt:

Ist der Wagen eingeschoben und die Thür D geschlossen, so wird der Arbeitsstrom eingeschaltet und die Elektroden werden der Sohlenschicht genähert. Bei einer Spannung von 65 bis 100 Volt kann die Stromstärke 1700 bis 2000 Ampère betragen. Man bringt nun das Beschickungsmaterial in den Ofen, und zwar derart, daß der Lichtbogen um die Elektroden herum von demselben 30 cm hoch bedeckt liegt. Das Calciumcarbid entsteht durch die Stromwirkung in schmelzflüssiger Form zwischen den Elektroden und bleibt auch in der Kernmitte einige Zeit flüssig, bildet jedoch in fertiger Form einen, auf dem Wagengestell A ruhenden Kuchen; der Wagen wird nach Öffnen der Thür herausgefahren.

Mischung der Rohstoffe. Theoretisch ergiebt sich das Mischungsverhältnis aus der Formel

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

was einer Mischung von 1000 Teilen Kalk zu 643 Teilen Kohlenstoff entspräche; in der Praxis wird man jedoch auf je 100 kg Kalk 65 kg Koks nehmen. Bei hoher Spannung im elektrischen Ofen ist der Koksgehalt der Mischung noch zu steigern. Ungelöschter Kalk erfordert auch gesteigerten Kokszusatz.

Mit dem Mischungsverhältnis der Rohstoffe hat sich Professor V. Lewes eingehend beschäftigt; er stellte bei kontinuierlichem Betriebe mit 60 bis 70 Volt und 1000 bis 2000 Ampère bei einem Einsatze von 60 Proz. Kalk und 40 Proz. Kohle nach $3^1/_3$ stündiger Charge ein praktisches Ergebnis von 50 kg Ingots fest.

Das gesamte Carbid betrug 89,2 Proz., wovon annähernd 80 Proz. reines Carbid.

Anm. An Stelle der pulverisierten Mischung hat man auch versucht, solche in fester Form in den Ofen zu bringen, wie dies u. a. für den neuen Ofen von Siemens vorgesehen ist. So vereinigt John Landin die pulverisierten Rohstoffe zu einer festen Masse in Form von Briquetts oder Stangen; als Bindemittel verwendet er Kohlenwasserstoffverbindungen. Hierdurch wird die theoretisch richtige Zusammensetzung verbürgt und die Vorwärmung der Masse ermöglicht. Nach angestellten Versuchen wird dadurch die Ergiebigkeit des Carbids von 300 l bis zu 330 l Acetylen erhöht.

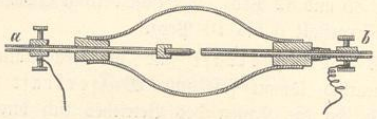
Die Verpackung des Calciumcarbids geschieht in Büchsen aus verzinntem, verzinktem oder verbleitem Eisenblech, das je nach Größe der Büchsen $^1/_2$ bis 2 mm stark ist. Man fertigt sie in der Regel für 40 bis 120 kg Inhalt und der Verschluß erfolgt durch Verlöthen, Verschrauben, Bajonettverschlüsse oder Klemmbügel. Für die Beförderung des Calciumcarbids mit der Bahn sind luftdicht verschlossene eiserne Gefäße vorgeschrieben.

§ 3.

Das Acetylen, dessen Herstellung und Eigenschaften.

In der geschichtlichen Einleitung wurde kurz hervorgehoben, daß Berthelot[1]) bereits im Jahre 1862 seine grundlegenden Untersuchungen des Acetylens begann. Er stellte dasselbe durch direkte Vereinigung von Kohlenstoff und Wasserstoff in der Weise dar, daß er zwei Kohleelektroden in einen Glasballon (Fig. 352) schob, deren eine

Fig. 352.



kurz vor ihrem Ende eine Kupferhülse trug, während die andere b hohl war, um einen Strom Wasserstoff hindurch-

1) Ann. de chimie et de physique, 3. und 4. Serie.

zuleiten. Wenn man nun den Ballon in einen elektrischen Stromkreis einschaltete und Wasserstoff in denselben leitete, so wurden die Spitzen der Elektroden in Kohlendampf verwandelt, der sich mit dem Wasserstoff zu Acetylen verbindet.

Eine andere Methode zur Darstellung von Acetylen war die unvollständige Verbrennung von Kohlenwasserstoffverbindungen in der Glühhitze. Aber diese und andere Methoden waren nur zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwendbar und gestatteten eine Anwendung für die Industrie nicht. Erst dem letzten Decennium ist die industrielle Verwertung dieses Gases vorbehalten geblieben.

Die industrielle Methode der Umwandlung des Calciumcarbids in Acetylen fußt nun auf der starken Reaktion, die eintritt, sobald man Calciumcarbid mit Wasser in Berührung bringt. Während das Carbid zerfällt, tritt heftige Gasentwickelung ein und diese hält an, bis das Wasser vollständig aufgebraucht ist. Das entwickelte Gas ist Acetylen, der Rückstand Kalkhydrat.

Der chemische Vorgang verläuft hierbei nach folgender Formel;

$$CaC_2 + 2HO = C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

Calciumcarbid + Wasser = Acetylen + Calciumhydroxyd.

Theoretisch sind zur Zersetzung von 1000 g Calciumcarbid 562 g Wasser erforderlich, wobei 406 g Acetylen und 1156 g Kalkhydrat entstehen und soll demnach 1 kg reines Carbid bei 760 mm Barometerstand und 0° C. 349 Liter Acetylen ergeben. In der Praxis erhält man jedoch höchstens 320 Liter Acetylen aus einem Kilogramm Carbid.

Der Entflammungspunkt des Acetylens liegt bei 480° C. und Acetylenluftgemische explodieren bei dieser Temperatur. Die Explosibilität hängt aber auch ab von dem Druck, unter dem das Gas steht.

Das spezifische Gewicht des Acetylens beträgt 0,91.

Die Flamme des Acetylens ist absolut weiß, wenn das Gas rein ist; unreines Acetylen ergiebt eine schwach rötliche Flamme mit starker Rußabscheidung. Die Temperatur der Flamme ist (nach Lewes) 900 bis 1000°, Flammen von 40 bis 60 Normalkerzen Leuchtkraft liefern die günstigsten Verhältnisse.

Ein Kubikmeter Acetylen stellt sich bei dem jetzigen Carbidpreise auf 1,17 Mk.

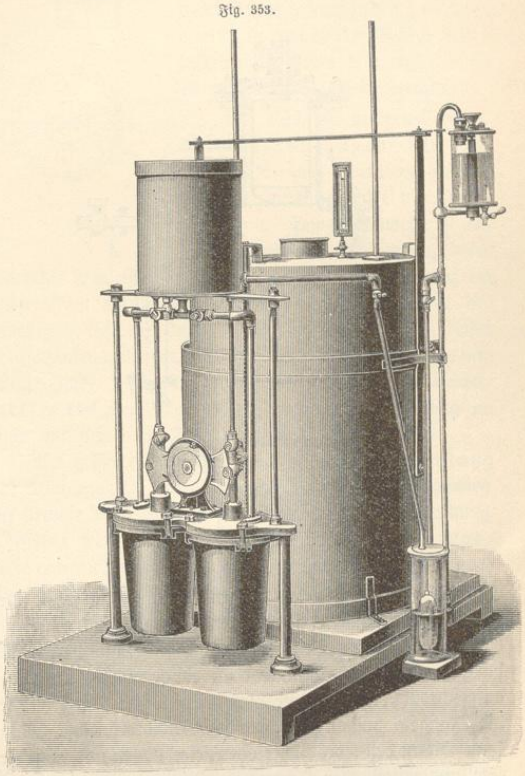
§ 4.

Apparate zur Acetylenentwickelung.

Die Apparate zur Umwandlung von Calciumcarbid in Acetylen werden nach verschiedenen Systemen gebaut, nämlich als Tropf-, Tauch-, Spül-, Überlauf-, Ersäuf- und Einfallapparate. Der Betrieb derselben ist automatisch oder mit Hand!

I. Nach dem System der Tropfapparate ist u. a. der nachstehend in Ansicht dargestellte automatisch regulierte Acetylengasentwickler des Ingenieurs M. Hempel-Berlin (D. R. P. Nr. 88438) ausgeführt. Bei diesem Apparat ist der Acetylenbehälter von den Carbidgefäßen vollständig getrennt, das Gas passiert einen Kühlapparat und ein Waschgefäß, so daß nur gereinigtes, wasserfreies Acetylen in die Behälterglocke dringen kann.

Fig. 353.



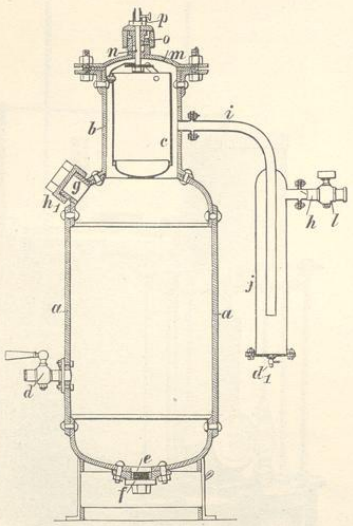
In den doppelt angeordneten Carbidgefäßen wird auch das Acetylen entwickelt; dieselben sind — zwecks Füllung und Reinigung — ausschaltbar, ohne dadurch den Betrieb zu stören. Die Zuführung des Wassers zum Carbid geschieht in genau einstellbarer Menge durch ein Schaltwerk, und zwar selbstthätig, je nach dem Stande der Acetylenbehälterglocke. Als Manometer wirkt ein hydraulisches Überdruckventil; der zulässige höchste und niedrigste Stand der Acetylenbehälterglocke wird durch ein elektrisches Läutewerk angezeigt.

II. Tauchapparate. In diese Kategorie gehört der bekannte Apparat von Julius Schülke in Berlin und derjenige von B. vom Scheidt, Charlottenburg, auch

von Trouve in Paris. Der letztere ist einer der frühesten, da er schon im Herbst 1895 in Gebrauch war.

Ein Handbetriebapparat von L. M. Bullier-Paris[1]) ist in Fig. 354 zur Darstellung gebracht. Derselbe besteht aus einem cylindrischen Generator a aus Stahlblech, auf den ein kleinerer Cylinder b aufgenietet ist. In dem letzteren befindet sich der durchlöcherte Korb c, welcher das Carbid

Fig. 354.



enthält. Der Cylinder a hat einen Reinigungshahn d, eine Entleerungsöffnung e, letztere durch Schrauben verschließbar und im oberen Teil ein Ansatzrohr g mit Verschraubung h. Auf den Cylinder b ist ein gewölbter Deckel m aufgeschraubt, auf dem eine Stopfbüchse n sitzt, durch welche die Stange o hindurchgeht, die den Carbidkorb trägt. Man kann mithin den Korb höher oder tiefer stellen und in jeder Stellung mittels der Schraube p fixieren. Von dem Cylinder b führt ein Rohr i in den Wasserabscheider j, aus dem eine mit Hahn versehene Leitung nach dem Gasometer geht. Am Boden des Wasserableiters befindet sich der Ablaßhahn d_1.

Soll der Apparat beschickt werden, so entfernt man den Deckel m und die Verschlußschraube h, füllt den Generator a bis zu $^2/_3$ der Höhe mit Wasser und den Korb c mit Carbid. Sobald der Deckel mit dem Korbe wieder aufgeschraubt ist, wirft man einige Stücke Carbid durch das Rohr g ein und schließt dasselbe sofort. Nunmehr entwickelt sich Acetylengas, welches die im Generator vorhandene Luft verdrängt, wobei diese durch den zu öffnenden Hahn d_1 entweicht. Nach einigen Minuten ist der Apparat von Luft befreit, worauf man den Hahn d_1 schließt und den Korb nach und nach in das Wasser senkt. An einem Manometer kann die „Spannung" abgelesen werden; wird dieselbe zu stark, so läßt man entweder Wasser durch den Hahn d ab oder hebt den Korb aus dem Wasser mehr heraus. Nunmehr kann die Entwickelung des Acetylengases ungehindert vor sich gehen und das erzeugte Gas durch das Ableitungsrohr h in den Gasometer übertreten.

III. Entwickelungsapparate, bei denen das Wasser von unten in das Carbid dringt (Spülapparate), sind in Deutschland fast gar nicht in Gebrauch und können hier füglich übergangen werden.

IV. Zu den Überlaufapparaten gehört derjenige der Firma Erich & Graetz in Berlin. Eine Darstellung desselben findet sich in dem Werke von Liebetanz, Seite 200.

V. Noch weniger entwickelt sind die Ersäufapparate.

VI. Entwickelungsapparate, bei denen das Carbid in kleinen Portionen selbstthätig in das Wasser fällt.

In diese Kategorie gehört der Apparat von Kampe und der Gaserzeuger der Pariser „Société du Gaz Acétylène."

Originell in der Anlage ist der in Fig. 355 bis 357 dargestellte Acetylenentwickeler von U. Kesselring zu Saint Imier in der Schweiz. Derselbe besteht aus dem Carbidbehälter A mit Füllöffnung a^1; in demselben liegt die drehbare Trommel E (Fig. 357), deren Kammern e^1 mit Carbid gefüllt sind. Die Abteilungen drehen sich regelmäßig, getrieben durch den Auf- resp. Niedergang der Gasometerglocke G.

Die Entwickelung des Acetylengases findet in dem Generator B statt. Bei Inbetriebsetzung wird nun aus dem Wasserkasten D durch Öffnen des Hahnes d_1 die vorher bestimmte Wassermenge durch das Rohr d^2 in den Entwickeler geleitet; anderseits fällt nach Bedarf auch das Carbid durch den Trichter C und dessen beweglichen inneren Boden auf das Sieb b^3 (Fig. 357), wodurch verhindert werden soll, daß der im Entwickeler entstehende Wasserdampf in die Carbidtrommel und zersetzend auf das Carbid wirken kann. Die im Entwickeler erzeugten Gase werden nach Passieren eines Rückschlagventils durch das Rohr c^2 in den Gasometer F geleitet, wobei sich die Gasometerglocke entsprechend der Menge des erzeugten Gases hebt.

Die im Entwickeler angesammelten Rückstände fließen durch das Abflußrohr b^1 nach einer Senkgrube ab.

1) Zeitschr. f. Calciumcarbidfabr. u. Acetylenbel. 1897, S. 17.

Fig. 355.

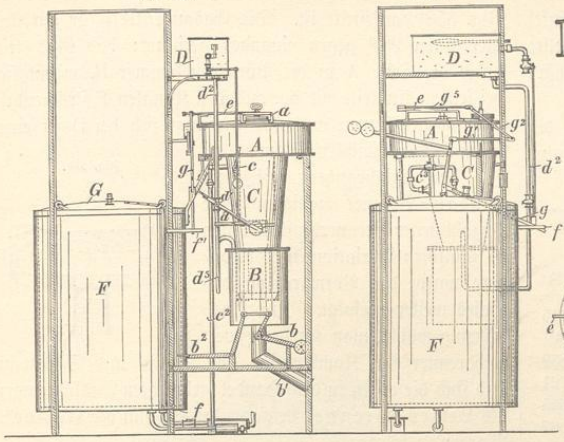
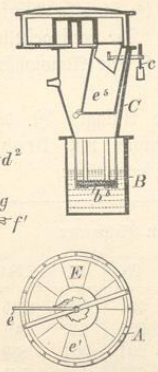


Fig. 356.

Fig. 357.



VII. Transportable Acetylenapparate.

In diese Kategorie gehören die kleineren Apparate, wie: Tischlampen, Fahrrad- und Wagenlaternen, Backofenlampen u. s. w. Mit Ausnahme der Fahrradlaternen steht das Publikum diesen Erzeugnissen mit einer gewissen Scheu gegenüber, denn wenn es auch einige Tischlampen giebt, die unter sachkundiger Hand gut funktionieren, so scheitern doch alle Konstruktionen unter der gefährlichen „Nachgasung", die bei kleinen Apparaten schwer ins Gewicht fällt. Die Gefahr ist nur zu vermeiden durch vollständiges Ausbrennenlassen des nachentwickelten Gases nach Abstellung des Wasserzuflusses. Dagegen dürften die transportablen Acetylenentwickeler für Experimentier- und Studienzwecke ihren Wert behalten. Derartige Apparate fertigt u. a. die Internationale Gesellschaft für Acetylenbeleuchtung „Hera" in Berlin.

VIII. Reinigung des Acetylens. Da das Acetylen aus dem Carbid niemals ganz rein dargestellt werden kann, sondern mit Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd u. s. w. mehr oder weniger stark verunreinigt zu sein pflegt, so muß der Beleuchtungstechniker vor der Verwendung für Entfernung der genannten Verunreinigungen Sorge tragen. Wir müssen uns indessen versagen, auf die chemische Wirkung der Reinigungsmittel und die Art, wie letztere mit dem Acetylen in Verbindung zu bringen sind, hier näher einzugehen und verweisen zu dem Ende auf das Beispiel der Anlage einer Reinigungsvorrichtung der „Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft" in Berlin.[1]) Hier gelangt das entwickelte Acetylen aus dem Generator durch das Auslaßrohr zunächst in den Wäscher, der mit einer Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium gefüllt ist. Das Ammoniak und der Schwefelwasserstoff wird dadurch fast gänzlich entfernt. Hierauf tritt das Gas in den mit dem Wäscher kombinierten Reiniger, woselbst der Phosphorwasserstoff beseitigt wird und das Gas sodann in den Trockner eintritt, in dem es von Chlordämpfen befreit wird. Von hier aus gelangt es endlich in die Gasometerglocke.

IX. Auch die nötigen Sicherheitsvorrichtungen soll jeder Apparat besitzen. Dieselben bestehen in Manometern und Überdruckventilen. Das Manometer ist eine U förmig gebogene Glasröhe, deren Schenkel teilweise mit Wasser gefüllt sind; der auf der Röhrenskala abzulesende Überdruck des Gases über den jeweiligen Luftdruck wird durch die Höhendifferenz beider Wassersäulen gemessen, (1 mm Quecksilbersäule = 13,59 mm Wassersäule). Hierher gehört der einschenkelige Druckmesser von Fr. Lux. Die Manometer müssen stets an einer gut sichtbaren Tafel angeordnet werden.

Bei größeren Anlagen wendet man zur Kühlung des Acetylengases „Kondensatoren" an; ferner kommen für kleinere Anlagen auch Druckregulatoren zur Anwendung. Dieselben werden als Membran- und Glockenregulatoren auch mit beweglicher Metallscheibe konstruiert und sind bereits auf Seite 344 und 345 eingehend besprochen.

Gasmesser kommen bei Privatbeleuchtungsanlagen ganz in Fortfall.

§ 5.
Die Rohrleitung.

Dieselbe beginnt bei kleinen Anlagen am „Trockner" der Reinigungsvorrichtung oder auch beim Druckregulator, bei großen Anlagen am Gasmesser, der mit ersterem in Verbindung steht. Vor jedem Gasmesser ist — wie bei der Verwendung des Steinkohlengases — ein Absperrhahn anzubringen. Als Rohmaterial verwendet man wie dort gußeiserne Muffenrohre und dichtet sie mit Theerstricken, letztere sind mit Eisenchlorid zu imprägnieren.

Die Zuleitungen werden aus Guß- und Schmiedeeisen hergestellt, Schmiedeeisen ist jedoch vorzuziehen. Der Anschluß an die Hauptleitung erfolgt durch eine Rohrschelle, in deren Muffe das Zuleitungsrohr eingebleit wird.

Privatleitungen, auch solche von besonderen Acetylenerzeugern, werden stets aus schmiedeeisernen Röhren ausgeführt. Da der Druckverlust mit der Länge

1) Dargestellt in Fr. Liebetanz, Calciumcarbid und Acetylen, Seite 267.

der Leitung und dem verminderten Durchmesser wächst, so vermeide man möglichst Biegungen im scharfen Winkel oder nehme den Durchmesser größer. Die fertiggestellte Leitung wird mit einer Luftpumpe auf eine Atmosphäre Druck geprüft.

Für Privatleitungen und kleine Anlagen ist die Flammenzahl bei 20 l stündlichem Konsum und 10 mm Druckverlust aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Länge der Leitung in Meter	Lichter Durchmesser in Millimeter						
	6	10	13	20	25	31	38
5	19	53	103	304	531	909	1515
10	10	39	75	215	375	642	1021
15	8	29	57	168	294	504	839
20	7	26	49	145	253	433	721
25	6	23	44	129	227	388	645
30	6	21	40	118	206	353	587
35	5	19	37	110	192	329	547
40	5	18	35	103	179	308	517
45	5	17	33	97	169	289	481
50	4	16	31	91	159	273	454
60	4	15	29	84	147	251	418
70	4	14	26	77	134	230	388
80	4	13	25	72	127	217	360
90	3	12	23	68	119	203	338
100	3	11	22	64	113	193	320

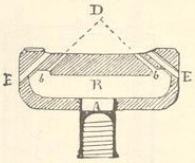
§ 6.

Die Brenner für Acetylengas.

Wegen seines hohen Kohlenstoffgehaltes bedarf das Acetylengas — um rußfrei zu verbrennen — eines größeren Quantums Verbrennungsluft als das gewöhnliche Steinkohlengas und die schweren Ölgase. Aus diesem Grunde muß das Acetylen unter höherem Druck verbrannt werden als die oben genannten Gase und müssen die Gasausströmungsöffnungen der Acetylenbrenner von äußerster Feinheit, also sehr viel enger sein, als diejenigen der Brenner für Steinkohlengas. Was den Gasdruck anbelangt, so wird dieser für Acetylen vier- bis fünfmal so hoch normiert wie bei gewöhnlichem Steinkohlengase, d. h. auf 60 bis 125 mm Wassersäule. Infolge dieses erhöhten Gasdruckes hat die Acetylenflamme größere Stabilität und der Brennprozeß geht ruhiger von statten.

Als Material zur Herstellung von Acetylenbrennern kommt — wie bei Steinkohlengasbrennern — Speckstein zur Verwendung. Ursprünglich benutzte man den bereits in § 9 des dritten Kapitels besprochenen und dargestellten schottischen oder Zweilochbrenner, doch bewährten sich dieselben wegen der stattfindenden starken Ablagerungen an den Ausströmungsöffnungen in der Praxis nicht und wurde daher zu einer Brennerform gegriffen, welche unter dem Namen Libeau-Brenner bekannt geworden und in Fig. 358 dargestellt ist. Die Gasaustrittslöcher a b sind hier unter 90° gegen einander gerichtet; das Gas tritt durch die Düse A in die Vorwärmekammer R, mischt sich bei seinem Austritt mit der aus den Kanälen E strömenden, auch vorgewärmten Luft und vereinigt sich bei D zu einer regelmäßigen, stabilen Flamme.

Fig. 358.



Die Erfahrungen mit dem Libeau-Brenner zeitigten eine Anzahl neuer Brennerkonstruktionen in zahllosen Variationen, insbesondere wurde die Vorwärmung des Gases weiter verfolgt. Zur Ausführung wählte man für den Zweilochbrenner eine Kombination von Metall und Speckstein, und sind die ersten in den Handel gebrachten Ausführungen als Lewes-Brenner bekannt, denen dann die Hempel-Brenner folgten.

Man hatte inzwischen erkannt, daß eine vollständige und intensive Verbrennung des Acetylengases nur erreicht werden könne, wenn die Form der Flamme der zutretenden Luft eine möglichst große Berührung darbietet. Diese Aufgabe wurde durch den Ingenieur Jul. Schülke mit dessen erstem Brenner vollkommen erreicht. Seine Kombination erinnert an die Argandbrenner, nur mit dem Unterschiede, daß das Gas durch eine Anzahl divergierend gestellter Röhrchen austritt. Inzwischen war aber auch der Versuch geglückt, die Libeau-Brenner für die Acetylenbeleuchtung in vervollkommneter Art nutzbar zu machen: Das Resultat dieser Versuche waren die Topf- oder Champignon-Brenner (Fig. 359).

Fig. 359.

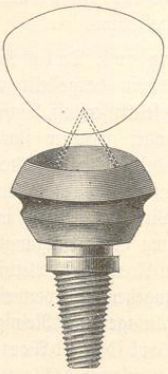


Fig. 360.

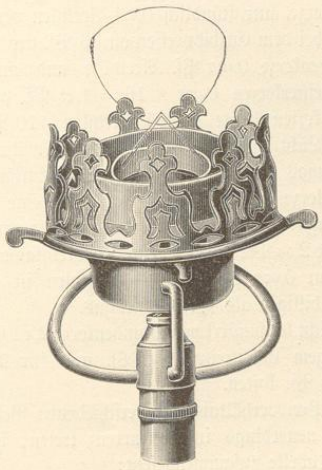


Auch der sogenannte Ringbrenner (Fig. 360), bei dem die Luftzufuhr nicht nur seitlich, sondern auch von unten her reichlich bewirkt wird, bildet ein Glied in der

fortschreitenden Ausbildung der Acetylengasbeleuchtung. Hervorzuheben ist, daß bei dem Ringbrenner ein Teil des Lichtes durch die Öffnung des Ringes „nach unten“ geworfen wird und daß man mit dieser Konstruktion sich dem verbesserten Argandbrenner der Steinkohlengasbeleuchtung wiederum zuwandte.

An Versuchen, denselben thatsächlich in die Acetylenbeleuchtung einzuführen, hat es auch nicht gefehlt, wie Fig. 361 klarstellt, aber der allgemeinen Verwendung stellten

Fig. 361.



sich als Hindernis die starken Schlagschatten entgegen, welche die ringförmige Speckstеinmasse in dem intensiven Acetylenlicht nach unten wirft.

Fig. 362.

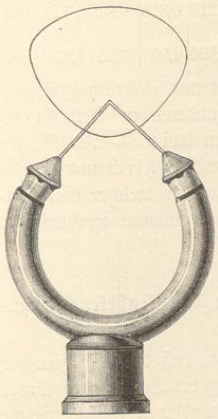
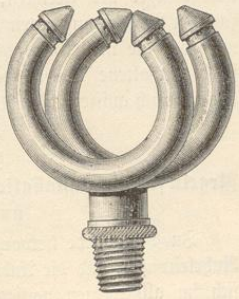


Fig. 363.



Die Schlagschattenbildung wurde erst vermindert, als man sich dem in Fig. 362 zur Darstellung gebrachten sogenannten Gabelbrenner zuwendete. Für bestimmte Fälle ging man sogar dazu über, mehr als zwei Brenner dieser Art zu vereinigen, wodurch Dreifach-, Vierfachbrenner u. s. w. entstanden. Fig. 363 stellt einen Vierfachbrenner dar. Durch Steigerung dieses Prinzipes wurden dann höchst bedeutende Lichteffekte (bis zu 2000 H. K.) erreicht. Zu Brennern dieser Gattung mit ganz geringer Schattenwirkung gehören die in Fig. 364 und 365 dargestellten neuen Schülke'schen Patentbrenner mit vier resp. acht Brennerköpfen.

Fig. 364.

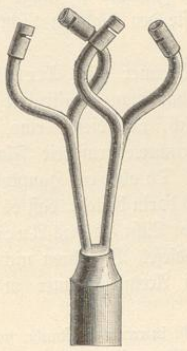
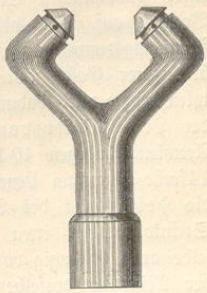


Fig. 365.



Noch galt es, die schädlichen Ablagerungen an den Brennermündungen von den feinen Ausströmungsöffnungen zu entfernen. Dies geschah durch Verlegen der Ausströmungsöffnung in konische Vertiefungen, an deren äußerem Rande sich dann die Ablagerungen festsetzen, ohne die Ausströmungsöffnung zu verengen.

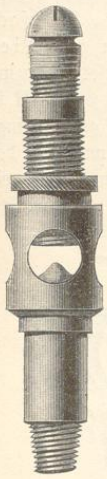
Fig. 366.



Noch mehr gefördert wurde die Acetylengasindustrie durch Einführung der Brenner mit geringer Luftzufuhr, die allerdings nur zuverlässig wirken können, so lange technisch reines Acetylen zur Verwendung gelangt. Kommt unreines Gas zur Anwendung, so bilden sich starke Ablagerungen, die früh genug den Austritt des Gases hindern. In diesem Fall kann der Billwiller-Brenner mit Metallkappe (Fig. 366) Anwendung finden, doch soll sich das Kondensieren von Phosphorsäure auch durch Speckstеinköpfe, welche

auf die metallenen Ausströmungsdüsen geschraubt werden, herabmindern lassen.

Fig. 367.



Auch den Bunsen-Brenner hat man für die Acetyleninduſtrie nutzbar zu machen gesucht, und zwar zeigt Fig. 367 eine derartige Kombination. Der Unterteil des Rohres dient zur Gaszuführung und die erweiterte Lufteinströmungsdüse ist — wie üblich — mit vier Öffnungen versehen. Der Oberteil ist ein sogenannter Hohlkopfbrenner mit breitem Schlitze. Unterteil und Schaft sind von Messing, das Oberteil von Speckstein konstruiert; durch Drehen des Oberteiles läßt sich die Flamme so lange regulieren, bis sie den höchsten Lichteffekt hervorruft.

Auch Brenner für Acetylenglühlicht hat man konstruiert und ist es möglich, mit diesen eine vollkommen entleuchtete, rußfreie Flamme herzustellen. Da aber ein Hauptvorteil des Acetylens darin besteht, daß es ohne Strumpf und Cylinder ein helleres Licht als das Auer'sche Gasglühlicht liefert, so dürfte dieses Verfahren nicht geeignet sein, die bisher üblichen Acetylenbrenner zu verdrängen.

Anm. Wo das Acetylengas nicht in reinem Zustande, sondern mit Öl- oder Fettgas vermischt zur Verwendung gelangt, können auch die alten Schnittbrenner Anwendung finden.

§ 7.

Leuchtkraft und Temperatur der Acetylenflammen.

Aus den Untersuchungen von Lewes wurde (vergl. § 3) hervorgehoben, daß die thatsächliche Temperatur der Acetylenflamme nicht über 1000° beträgt, obwohl diejenige einer gewöhnlichen Steinkohlengasflamme in demselben Brenner auf mehr als 1300° steigt; auch ihre Entflammungstemperatur ist niedriger als diejenige anderer brennbarer Gase. Die geringere Temperatur der Acetylenflamme wird dadurch erklärlich, daß zur Erzeugung der Leuchtkraft von 1 H. K. pro Stunde nur 0,7 l Acetylen, dagegen 10 l Steinkohlengas, also etwa des 14fache Quantum Leuchtstoff erforderlich ist. Aber auch die Helligkeit des Acetylens übertrifft diejenige des Steinkohlengases etwa um das 15fache. Jedoch ist dieselbe auch abhängig von der Reinheit des Acetylens und der Mischung desselben mit Luft oder anderen Gasen. Schlechte Brenner bedürfen mehr Gas, um gleiche Helligkeiten zu erzeugen, unreines Gas wird eine geringere Leuchtkraft ergeben, als reines und wird sich hierauf die abweichende Leuchtkraft bei verschiedenem Gaskonsum erklären lassen

Will man Vergleiche anstellen über das Preisverhältnis des Acetylens zu anderen künstlichen Beleuchtungsquellen, wie Steinkohlengasbeleuchtung, Auerlicht, Petroleumlicht, elektrisches Licht, so ist von folgender Rechnung auszugehen: Der Bezugspreis des Carbids ist heute bei größeren Posten 30 bis 35 Pf. pro Kilogramm — im Mittel 33 Pf. — und liefert 1 kg Carbid durchschnittlich 300 l Acetylen (vergl. Anmerkung auf Seite 382). Da nun eine Stundenkerze, d. h. eine Flamme von der Leuchtkraft der Hefnerkerze, nur stündlich 0,7 l Acetylen verbraucht, so konsumiert bei dem Carbidpreise von 33 Pf. pro Kilogramm eine Stundenkerze 0,077 Pf. Acetylen und eine Flamme von 16 Hefnerkerzen $0{,}077 \times 16 = 1{,}23$ Pf. pro Stunde.

Nun kosten heute 1000 l Acetylen 110 Pf. und ergeben ein Licht von 1430 Hefnerkerzen, während 1000 l Steinkohlengas 16 Pf. kosten und eine Lichtstärke von nur 100 Hefnerkerzen ergeben; es kostet daher eine Hefnerkerze Steinkohlengas 0,16 Pf. und für eine Flamme von 16 Kerzenstärke 2,56 Pf., während eine Acetylenflamme pro Normalkerze nur 0,077 Pf. kostet. — Acetylen ist daher über die Hälfte billiger als Steinkohlengas.

Auerlicht konsumiert pro Stundenkerze 2,4 l Gas, welche nach hiesigem Gaspreise 0,038 Pf. und für 16 Kerzenstärke 0,608 Pf. kosten.

Das Preisverhältnis der verschiedenen Beleuchtungsarten, die neuerdings in Konkurrenz treten, ist in nachstehender Tabelle zusammengesetzt:

Es kostet	Acetylen	Steinkohlengas	Auerlicht	Elektrisches Glühlicht	Fettgas	Petroleum	Spiritus	Elektrisches Bogenlicht
Pro Stundenkerze in Pf.	0,077	0,16	0,039	0,218	0,306	0,84	0,115	0,04
Pro 16 Normalkerzen in Pf.	1,23	2,56	0,624	3,500	4,90	1,35	1,85	0,64

Demnach sind nur Auerlicht und elektrisches Bogenlicht billiger als Acetylen, die anderen in Betracht gezogenen Beleuchtungsarten dagegen teurer. — Im übrigen wird auf die in der Broschüre von Fröhlich und Herzfeld enthaltene Tabelle verwiesen, in welcher die Lichtquellen nach aufsteigenden Kosten pro Flamme geordnet sind.

§ 8.

Regeln für die Installation von Acetylenbeleuchtungsanlagen.

In § 5 wurde hervorgehoben, daß das Verlegen der Rohrleitungen und die Anbringung der Beleuchtungskörper sich im allgemeinen nach den Grundsätzen richtet, welche

bei der Steinkohlengasbeleuchtung zur Anwendung kommen. So können auch die Leitungen der Steinkohlengasbeleuchtung, wo solche vorhanden sind, ohne weiteres für Acetylen in Benutzung genommen werden, doch ist auf eine weit sorgfältigere Abdichtung zu sehen, da das Acetylengas selbst durch die feinsten Öffnungen entweicht.

Wird nun eine Neuanlage beabsichtigt, so muß zunächst auf die ortspolizeilichen Bestimmungen Bezug genommen werden, die sich im wesentlichen auf nachstehende Vorschriften beschränken, nämlich:

In den Acetylenbehältern stationärer Anlagen soll ein höherer Überdruck nicht herrschen und die Gasometer nicht in bewohnten Räumen oder im Keller aufgestellt werden, sondern in Räumen, die durch eine Brandmauer von Wohngelassen getrennt sind.

Die Gasentwickler dürfen nur unter leichter Bedachung Aufstellung finden, Carbid unter 10 kg darf nur in wasserdicht geschlossenen Gefäßen und gut gelüfteten Räumen aufbewahrt werden.

Komprimiertes Acetylen ist in Flaschen aufzubewahren, die auf das Doppelte des zulässigen Druckes geprüft sind.

Flüssiges Acetylen ist in eisernen Flaschen zu halten, die auf 250 Atmosphären Druck geprüft sind.

Metallteile, mit denen Acetylen in Berührung kommt, dürfen nicht aus Kupfer oder Kupferlegierungen bestehen.

In das Bereich der Installation gehört auch die richtige Bestimmung der Flammenanzahl und deren zweckmäßige Verteilung; die schematische Bestimmung nach vorhandenen Beleuchtungstabellen ist gerade bei Acetylenlicht nicht am Platze, da außer der Höhe des Raumes doch auch dessen Bestimmung und die Intensität der Einzelflammen zu berücksichtigen sind. Zweckmäßig dürfte sich hierbei das „Hilfsbuch für Installation von Acetylenbeleuchtungsanlagen“ von F. Liebetanz erweisen. Danach wird man im Durchschnitt mit einem Lichteffekt von 2 bis 4 Kerzen pro Quadratmeter Grundfläche auskommen. In besonderen Fällen (Festsälen, Salons) wird man den Lichteffekt auf acht Kerzen pro Quadratmeter steigern und bei Korridoren, Nebenräumen bis zu 1 Kerze hinabgehen. Hier wird in der Regel die praktische Erfahrung sich als wertvoll erweisen.

Als Beleuchtungskörper verwendet man außer den bereits besprochenen und abgebildeten Brennerformen auch Wandarme, Lyren und Leuchter mit mehreren Armen. Zum Abdämpfen des Lichtes dienen matte Schirme, auch sogenannte Birnen von Mattglas mit Verziermanschetten; letztere werden von der Deutschen Acetylengesellschaft in Berlin geliefert.

Zur Beleuchtung von Straßen und öffentlichen Plätzen mit Acetylenlicht bedient man sich der Laternen. Hier ist der Lichteffekt abhängig von der Stärke der Flamme und der Entfernung der Laternen. Die Intensität der Flammen schwankt hierbei zwischen 30 und 100 Kerzen, der Abstand der Laternen zwischen 20 und 50 m. Je weiter die Laternen entfernt sind, um so intensiver wird die Leuchtkraft der Flamme sein müssen. Die Höhe der Gaskandelaber beträgt 3 bis 3,5 m; in besonderen Fällen, so bei großen öffentlichen Plätzen oder Hallen, auch 8,0 m.

In engen Straßen bedient man sich der Wandarme, die mit Dübeln und Holzschrauben an den Gebäuden befestigt werden.

Nachtrag zu den Beleuchtungsanlagen.

Kosten verschiedener Lichtquellen.

Bei einem Vergleich über Wirtschaftlichkeit und Vorteile der einzelnen Lichtquellen können nicht allein die Kosten pro Kerze und Brennstunde berücksichtigt werden, weil hierbei auch andere Umstände in Betracht zu ziehen sind. Ein nackter Zahlenvergleich der Kosten giebt daher kein richtiges Bild von den Vorzügen der einzelnen Lichtquellen. Als treffendes Beispiel dafür möge die Zimmerbeleuchtung dienen. Zufolge der leichten und bequemen Handhabung des Ein- und Ausschaltens der elektrischen Glühlampen kann man beim Verlassen des Zimmers — wenn auch nur auf kürzere Zeit — die Lampe schnell ausschalten und beim Betreten des Zimmers wieder einschalten, während man etwa bei Verwendung von Petroleumglühlampen es vorziehen würde, die Lampe — deren Anstecken immerhin verhältnismäßig umständlich ist — brennen zu lassen. Man kann also bei elektrischem Betriebe die Brennzeit der Lampen ganz wesentlich abkürzen und dadurch die Wirtschaftlichkeit der Anlage entsprechend erhöhen. Außerdem kommt noch die Bequemlichkeit der Handhabung, die Sicherheit gegen Feuers- und Explosionsgefahr, auch die Verunreinigung der Luft durch Verbrennungsgase in Betracht, d. h. Faktoren, die sich nicht ohne weiteres in eine Tabelle der Kosten verschiedener Lichtquellen einreihen lassen. In vielen Fällen wird auch demjenigen Licht der Vorzug gegeben werden müssen, das in seiner Färbung dem natürlichen Tageslicht möglichst nahe kommt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In nachstehender Tabelle sind die von verschiedenen Lichtquellen (pro Kerze) erzeugten Wärmemengen enthalten:

Lichtquelle	Verbrauchte Wärmemenge pro Kerze
Leuchtgas (Schnittbrenner)	66,5 Calorien
„ (Rundbrenner)	50 „
„ (Regenerativbrenner)	18,4 „
„ (Gasglühlicht)	10 „
Spiritusglühlicht	10,6 „
Petroleum (14liniger Normalbrenner)	32 „
Petroleumglühlicht	13,75 „
Acetylen	8,9 „
Elektrisches Glühlicht	2,59 „
Elektrisches Bogenlicht	0,37 „

Aus dieser Tabelle ist ohne weiteres ersichtlich, welchen Fortschritt die neu eingeführten Lichtquellen, als Gasglühlicht, Petroleumglühlicht, Acetylenlicht gegenüber den älteren Beleuchtungsmethoden bezüglich ihrer unerwünschten und meist als lästig empfundenen Wärmeentwickelung aufzuweisen haben. Am günstigsten ist in dieser Beziehung das elektrische Licht, besonders das Bogenlicht, das sich dem Ideal, d. h. dem Licht ohne Wärmeentwickelung, nähert.

In der folgenden Tabelle sind die Kosten einzelner Lichtquellen zusammengestellt, wobei die Marktpreise für die Leuchtstoffe, sowie für 1 cbm Leuchtgas (16 Pf.) und eine Kilowattstunde (50 Pf.) zu Grunde gelegt worden sind.

Lichtquelle	Kerzen	Preis für die Brennstunde der Lichtquelle	Preis pro Kerze und Brennstunde
Leuchtgas (Schnittbrenner)	30	6,4	0,214
„ (Rundbrenner)	20	3,2	0,160
„ (Regenerativbrenner)	111	6,5	0,059
„ (Gasglühlicht)	50	1,6	0,032
Spiritusglühlicht	30	2,0	0,067
Petroleum (14liniger Normalbrenner)	30	2,2	0,073
Petroleumglühlicht	40	1,0	0,025
Acetylen	60	5,4	0,090
Elektrisches Glühlicht	16	2,9	0,181
Elektrisches Bogenlicht	600	15,5	0,026

Die Preise beziehen sich nur auf direkten Verbrauch an Brennmaterial und zugeführter Energie.

Je nach den Erfordernissen, die die Praxis an die Lichtquellen stellt, wird man die eine oder andere Beleuchtungsart wählen. Trotz des höheren Preises, den zur Zeit elektrisches Glühlicht gegenüber dem Gasglühlicht hat, steigt der Konsum elektrischer Glühlampen stetig, ein Beweis dafür, daß beide Beleuchtungsarten neben einander bestehen können und konkurrenzfähig sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sechstes Kapitel.

Anlage der Haustelegraphen und Telephone.

I. Pneumatische Haustelegraphen und Sprachrohre.

§ 1.

Die Wirkung pneumatischer Telegraphen beruht auf der Erzeugung und Fortpflanzung des Druckes komprimierter Luft mit Hilfe einer Leitung enger Metallröhren. Wird nämlich ein am vorderen Ende der pneumatischen Leitung angebrachter und je nach Erfordern geformter Gummi-Luftbehälter zusammengedrückt, so wirkt die Luftkompression auf den am andern Ende derselben befindlichen Gummipilz, der hierbei aufgeschwellt wird, und dadurch kann mit Hilfe eines Hebelwerkes entweder eine Klingel direkt angeschlagen oder die Auslösung eines Läutewerkes bewirkt und gleichzeitig ein „Nummerapparat" in Thätigkeit gesetzt werden.

Geschichtliches. Der Gedanke, Signalapparate herzustellen, bei welchen als Triebkraft die am Aufgabeorte bewirkte Luftkompression wirkt, rührt von dem schwedischen Grafen A. M. Sparre her, dessen Erfindung in Frankreich patentiert wurde. Es datiert dieses Patent (vergl. Brévets d'invention 1864, Tome 90) vom 1. September 1864.[1] Graf Sparre verkaufte dasselbe an M. Walcker in Paris, der in den Jahren 1867 und 1868 noch mehrere französische Zusatzpatente erhielt. — Inzwischen hatte ein erster praktischer Versuch zur Einführung der atmosphärischen Telegraphen im Hotel des Baron v. Rothschild in Paris stattgefunden, dem bald auch zahlreiche andere folgten.

In Deutschland hat sich um die Einführung der pneumatischen Telegraphen der Mechaniker A. Schädel aus Berlin, der unter Sparres Leitung in Paris gearbeitet hatte, verdient gemacht, denn die erste Versuchseinrichtung, welche der erstere im „Hotel de Rome" zu Berlin getroffen hatte, war von derartigem Erfolge gekrönt, daß der Firma Töpfer & Schädel im Oktober 1866 die vollständige Telegrapheneinrichtung des „Hotel d'Angleterre" übertragen wurde. Nun fand die pneumatische Telegraphie hier und anderwärts eine schnelle Verbreitung und verdrängte durch ihre Vorzüge die mechanischen Klingelzüge mehr und mehr. Nicht allein für einfachere Anlagen, wie solche in Wohngebäuden vorkommen, sondern auch für öffentliche Gebäude und komplizierte Hoteleinrichtungen — so im Hotel „Kaiserhof" zu Berlin mit 250 Zimmern — hat das System seine Anwendbarkeit erwiesen.

Die Anlage der pneumatischen Telegraphen ist an sich einfacher als die der elektrischen, weil als Triebkraft lediglich der am Aufgabeorte ausgeübte Druck wirkt, welcher sich für mittlere Entfernungen fast momentan auf die Endpunkte der Leitung überträgt. Werden jedoch von einem und demselben Luftbehälter aus nach mehreren Apparaten Ableitungen angebracht, so wird bei gleichzeitigem Signalisieren die Wirkung des Druckes erheblich geschwächt; auch erfordert für Distanzen über 60 m die Fortpflanzung des Druckes eine gewisse, wenngleich kurze Zeit. Als Resultat der Erfahrung wird für die angemessensten Grenzen des Systemes folgendes festzuhalten sein:

Die pneumatischen Telegraphen funktionieren am sichersten, wenn die Zahl der Endpunkte einer und derselben Leitung nicht über drei hinausgeht und die Leitungslänge bei einfacher Anlage 100 m nicht überschreitet.[1]

§ 2.

Das System.

Die Rohrleitung. Das zur Anwendung kommende Leitungsrohr ist verzinntes Bleirohr von 3 mm lichter Weite und 1,5 mm Wandstärke und kommt bei Neubauten in den Wandputz zu liegen. Zu dem Ende wird etwa 30 cm von der Decke entfernt eine Rinne von solcher Breite in den Putz geschnitten, daß die Leitungen nebeneinander verlegt werden können. Die Befestigung der Röhren geschieht mittels kleiner Haken in Entfernungen

1) Dies Patent Nr. 64336 wurde erteilt: pour un système de transmission des signaux etc. Hierzu die Certifikate vom 4. Januar und 4. April 1865.

1) Die pneumatischen Telegraphen haben nicht gehalten, was sie versprochen, und werden daher bei Neuanlagen fast überall nicht mehr pneumatische, sondern „elektrische Telegraphen" angewendet. Pneumatische Thüröffner sind dagegen nach wie vor mit Vorteil in Anwendung geblieben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von 30 bis 40 cm, wobei zu beachten ist, daß die Röhren bei der Befestigung durch Haken weder gedrückt noch beschädigt und daß alle scharfen Biegungen in der Leitung möglichst vermieden werden. — An denjenigen Stellen, wo die Röhren zum Signalapparat hinabgehen, legt man sie möglichst dicht nebeneinander und bringt die Haken von beiden Seiten an.

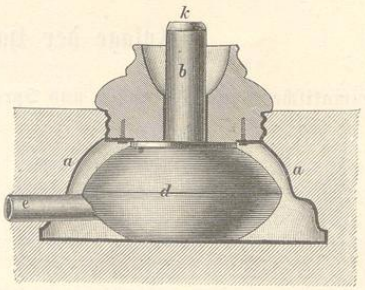
Die Verbindung der Rohrenden geschieht durch Lötung, wobei das eine Ende etwas erweitert, das andere zugeschärft wird, beide zusammengesteckt und mit Lötzinn und Lötwasser gelötet werden. Wo die Leitungsröhren mit dem Signalapparat in Verbindung gebracht werden müssen, da wendet man Lötung nicht an, stellt vielmehr die Verbindung der Leitung mit dem Signalapparat durch Gummischlauch her, um bei eintretenden Revisionen des Gangwerkes die Verbindung schnell lösen zu können. Wenn der Gummischlauch nicht fest an das Leitungsrohr anschließt, so wird derselbe mit Kupferdraht umwickelt.

Nach dem Verlegen müssen die Röhren in ihrer ganzen Länge untersucht werden. Die Probe auf Dichthalten der Leitung geschieht, indem man das eine Ende mit einem Gummipilz und das andere mit einer Gummibirne dicht verschließt. Hierauf wird die Birne einige Sekunden lang zusammengepreßt. Bleibt der Pilz aufgebläht und zeigt die Birne keine Veränderung durch Luftverlust, so ist die Leitung als dicht zu betrachten.

Sind die Leitungen sämtlich auf Dichthalten probiert, so können sie verputzt werden, was mit Gips geschieht, weil frisch gelöschter Kalk das Kompositionsrohr angreift und zerfrißt. — In Wohnungen, welche tapeziert werden, kann man die Putzrinnen leicht durch übergeklebte Bandstreifen verdecken. Sind die Zimmer aber schon tapeziert, so führt man das Rohr möglichst unsichtbar auf der Tapetenborde entlang, dann neben der Thürbekleidung zum Druckknopf hinab und befestigt dasselbe wie vorher mittels kleiner Häkchen. In der Regel endet die Rohrleitung 1,25 m über dem Fußboden.

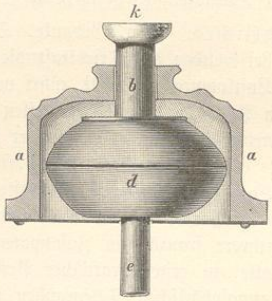
Druckknöpfe. Als Druckgeber werden Gummibehälter, deren Größe im Verhältnis zur Länge der Druckleitung stehen soll, angebracht und diese in Metallkapseln eingeschlossen. Eine solche Kapsel a a (Fig. 368) wird innerhalb der Wand und bündig mit dem Putz eingelassen und verputzt; die polierte Holzrosette mit Druckstopfen b wird erst nach erfolgtem Tapezieren der Wände in das Metallgewinde eingeschraubt, wobei der Rand der Rosette die Mauerfuge deckt. In manchen Fällen besteht auch die Rosette aus (bronziertem) Metall, während der Drücker wie vorher aus Bein hergestellt ist. — Die Wirkung des Apparates ist dabei folgende: sobald man den Elfenbeinknopf k des Druckstopfens b mäßig nach innen preßt, wird der Gummiball d (Fig. 368) zusammengedrückt, die Luft in demselben komprimiert und die Luftkompression mittels des Gummischlauches e auf die Bleirohrleitung und den Schluß derselben, einen im Signalapparat angebrachten Gummipilz, übertragen.

Fig. 368.



Bei schwachen Holzwänden sucht man den Umfang der Rosette möglichst zu beschränken, weil die Kapsel a a hier nicht eingelassen werden kann, sondern auf die Wand aufgeschraubt werden muß. In Fig. 369 besteht sie

Fig. 369.

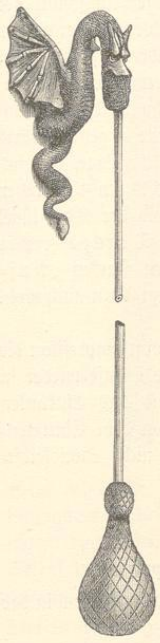


aus Holz, wird jedoch ebenso oft aus poliertem oder bronziertem Metall hergestellt, die korrespondierenden Teile sind mit den in Fig. 368 gewählten Buchstabenbezeichnungen versehen.

In älteren Gebäuden, wo das nachträgliche Einlassen der Kapseln stets mit Umständen verknüpft ist, empfiehlt es sich, statt der stark hervorstehenden Druckknöpfe Gummibirnen mit Gummischlauch anzuwenden. Beide, Birne wie Schlauch, sind mit Seide umsponnen und werden durch einen Halter von Metall, der an der Wand befestigt ist, in festbestimmter Lage erhalten. In Fig. 369 ist der Birnenhalter in Drachenform ausgeführt und wird bronziert oder vergoldet geliefert. Der Preis stellt sich für den Halter mit Birne und zwei Meter Schlauch auf 13 Mark.

Die Gummibirnen empfehlen sich ganz besonders für Schlaf- und Krankenzimmer, doch kommen hier und in anderen Fällen auch transportable Drücker zur Anwendung, welche gestatten, daß dieselben — beispielsweise am Bureautisch — in unmittelbare Nähe des Rufenden gebracht werden.

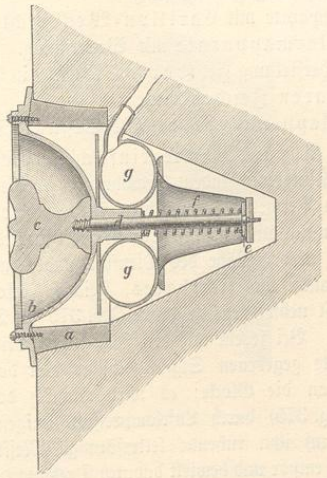
Fig. 370.



Das **Material** der Gummibirnen und Schläuche soll das denkbar beste sein. Man verwendet dazu nur englischen Patentgummi, wobei sich die Abnutzung auf ein Minimum reduziert. — Gut vulkanisierte Gummiteile behalten ihre Elasticität ca. 10 Jahre lang, wenn sie gehörig vor Zugluft geschützt werden; geschieht dies nicht, so hört der Gummi schon nach wenigen Jahren auf, gegen Druck empfindlich zu sein.

Zugapparate (Zugknöpfe) kommen hauptsächlich bei Haus- und Entreethüren, und zwar darum zur Verwendung, weil sie den mechanischen Klingelzügen mehr gleichen und den Fremden, der mit der Einrichtung pneumatischer Telegraphen nicht vertraut ist, kaum im Zweifel lassen, wie er sich verständlich machen soll, um Einlaß zu

Fig. 371.



erhalten. — Hierbei ist die Verbindung mit der Leitung dieselbe wie bei Druckknöpfen, und der Unterschied im Mechanismus besteht nur darin, daß beim Anziehen des Zugknopfes (Fig. 371) der bewegliche Metalltrichter f gegen den ringförmigen Gummi-Luftbehälter g drückt und dadurch die Luft komprimiert. Zur Befestigung des Zuges wird bei Hausthüren ein 4 cm dicker Ring a von Gußeisen bündig mit seiner Oberkante in die Mauer eingelassen und auf diesem die eigentliche Zugschale bb mit Schrauben derartig befestigt, daß Ring und Mauerfuge gedeckt werden. Im Centrum der Schale sitzt der mit Gewinde versehene und an die Zugstange d festgeschraubte Zugknopf c; die Zugstange aber behält Führung in einer cylindrischen Fortsetzung der Schale. Auf diesen Cylinder stützt sich die Spiralfeder, oberhalb begrenzt durch den Metallring e, auf welchem jener Messingtrichter f ruht, der dazu dient, den ringförmigen Luftbehälter g beim Anziehen der Zugstange zusammenzupressen. Nach Aufhören der Zugwirkung schnellen Trichter und Luftbehälter — ersterer infolge der Spannkraft der Spiralfeder — in die Ruhelage zurück.

Derartige Schalen werden für Hausthüren in eleganter Modellierung von Naturbronze oder verkupfert geliefert und gewöhnlich mit der Inschrift „Portier“ oder „Pförtner“ versehen.

Zugapparate für Entreethüren kommen in noch mannigfaltigerer Form und Ausstattung zur Verwendung, fallen aber stets etwas größer aus als bei galvanischen und mechanischen Klingelzügen, weil der Gummiball durch die Schale resp. Platte verdeckt werden muß. Falls — wie in Fig. 372 — ein Knopf mit Unterlagsplatte gewählt wird, kann die letztere aus Glas, Metall, Marmor oder dunkel poliertem Holz bestehen; der Zugknopf wird aus Glas, Krystall, Majolika, Messing oder Bronze hergestellt und im letzteren Falle vernickelt, verkupfert, versilbert oder vergoldet geliefert. Fig. 372 stellt eine schwarze Glasplatte mit Goldrand dar, die durch zwei Schrauben mit Bronzeknopf an der Wand befestigt ist. Als Zugapparat dient ein Krystallknopf mit Bronzerosette.

Fig. 372.



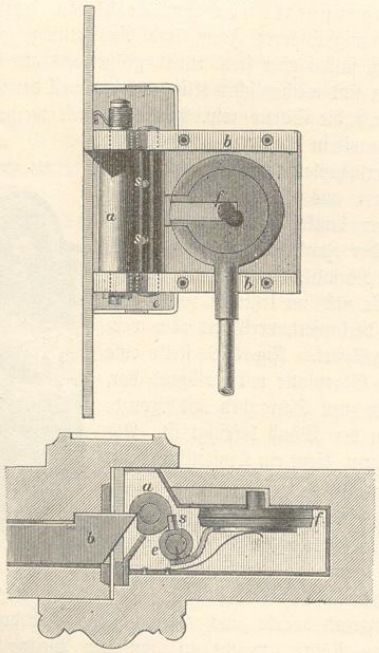
In einzelnen Fällen finden auch Tretvorrichtungen Anwendung und werden dann gewöhnlich unter einem „erhöhten Tritt“ in der Portierloge angebracht. Der Apparat besteht aus einer in das Trittbrett eingelassenen Röhre, welche in ähnlicher Weise wie bei den Zugknöpfen dem Tretknopf mit Kolben und Spiralfeder zur Führung dient; eine unter dem Kolben angebrachte Metallplatte überträgt dann den Druck auf den

Gummiball mit Schlauch und anschließendem Leitungsrohr. — Diese Vorrichtung ist jedoch nicht zu empfehlen, weil sie nur schwer vor Verunreinigung zu schützen ist.

Pneumatische Vorrichtungen zum Öffnen und Schließen von Ventilationsklappen werden da angebracht, wo die Abzugsöffnung des Ventilationskanales in großer Höhe liegt oder schwer zugänglich ist. Eine solche Vorrichtung besteht aus zwei im Zapfen laufenden vertikalen Stellklappen, deren nach unten verlängerte Drehachsen mittels Hebeln an einer gemeinschaftlichen Stange befestigt sind. Die Stange wird durch an deren Enden angebrachte Luftbehälter abwechselnd nach der einen oder anderen Seite geschoben und dadurch werden die Stellklappen geöffnet oder geschlossen. Für jeden der beiden Luftbehälter ist ein besonderer Druckknopf erforderlich, der in der Wand an passender Stelle eingelassen wird. Der zum Öffnen bestimmte Knopf wird in der Regel mit der Aufschrift „A", d. h. „Auf", der andere mit „Z", d. h. „Zu" bezeichnet.

Der pneumatische Thüröffner, sonst auch „Luftschloß" genannt, ist nicht allein den sonst üblichen mechanischen Aufzügen, sondern auch den elektrischen Vorrich-

Fig. 373 und 374.



tungen dieser Art vorzuziehen. Der Apparat besteht aus dem Metallcylinder a (Fig. 373 und 374), welcher sich in den Messinglagern b b dreht, wobei letztere gleichzeitig als Backen zur Befestigung der beiden Deckbleche dienen. Dies schloßähnliche Gehäuse wird in den feststehenden Thürflügel eingelassen, und in der Ruhelage greift die Thürfalle des aufgehenden Flügels in den rechtwinkeligen Ausschnitt des Cylinders a ein. Zwei Stifte s s der Welle e verhindern für gewöhnlich die Drehung des Cylinders; sobald aber die Luft in der Leitung infolge eines (etwa vom Portier) gegebenen Druckes komprimiert wird, schwillt der Gummipilz im Luftschloß an, der Arm der Welle e geht abwärts und die Stifte s s kommen dabei in solche Lage, daß sich der Cylinder a in der Richtung nach rechts um 45° drehen kann. Dabei wird die Thürfalle frei und der Thürflügel springt auf, und zwar infolge des Druckes einer oberhalb in das Rahmstück eingelassenen starken „Aufwerffeder". Bei kleinen Thüren genügt dazu auch wohl eine „Lamelle".

Inzwischen ist nach Aufhören der Luftkompression die Hebelwelle und der Cylinder a durch Federkraft wieder in die ursprüngliche Lage zurückgekehrt und das Einklinken der Thür kann daher wie gewöhnlich von dem Eintretenden besorgt werden, wenn diese Arbeit nicht etwa selbstthätig, d. h. durch Federkraft erfolgt.

§ 3.

Die pneumatischen Signalapparate.

Zur Erzeugung hörbarer Signale werden in der Praxis verwendet:

a) Apparate mit einfachem Schlag, sogenannte einschlägige Klingeln;
b) Apparate mit Carillon-Weckerschlag;
c) Alarmapparate mit Weckerschlag.

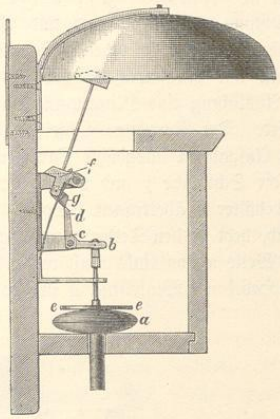
Zur Herstellung sichtbarer Signale in Verbindung mit hörbaren Zeichen dienen:

d) Klappenapparate oder Signal-Tableaux.

ad a) Apparate mit einfachem Schlag (einschlägige Klingeln) finden gewöhnlich in Entrees und Korridoren Verwendung, um hier ein hörbares Signal zu geben, wenn an der Thür Einlaß begehrt wird, während gleichzeitig in der Nähe des Dienstpersonals (am Signaltableau) auch ein sichtbares Zeichen erfolgt. Der Apparat ist nebst Gehäuse durch Fig. 375 im Durchschnitt dargestellt. Bei jedem auf den Zug- oder Druckknopf am Aufgabeorte gegebenen Signal schlägt hier der Hammer einmal an die Glocke; es wird nämlich der Gummipilz a (Fig. 375) durch Luftkompression aufgeschwellt, er hebt die auf ihm ruhende tellerförmige Messingplatte e nebst Stift empor und bewirkt dadurch Drehung des Winkelhebels b c d um die Achse c, wobei der aufrechtstehende Arm d desselben gegen die schräge Fläche des Stahlgelenkes g drückt. Hierbei wird der Daumen f und der

daran befestigte Hammer der Glocke in die aus der Figur ersichtliche Lage gebracht, aus welcher er durch Federkraft zurückschnellt und die Stahlglocke einmal kräftig anschlägt.

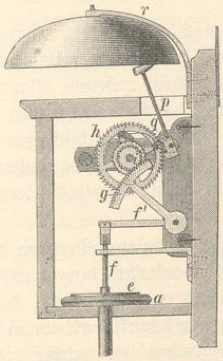
Fig. 375.



Beim Aufhören des Druckes kehrt der Pilz in seine ursprüngliche Ruhelage zurück, der Teller e sinkt nieder und nimmt den Hebel b c d mit, der sich nun wieder vor das Gelenk legt.

b) Apparat mit Carillon-Weckerschlag. Bei dem in Fig. 376 dargestellten Wecker hebt der Gummipilz a den Teller e mit Stift f empor und bewegt mit Hilfe des

Fig. 376.

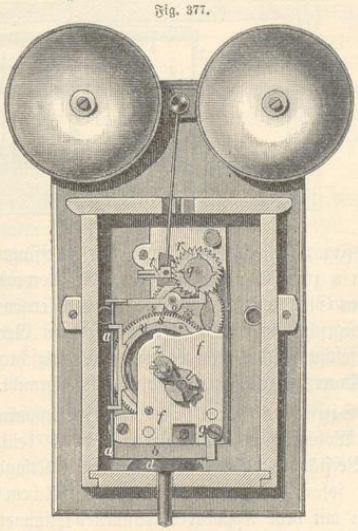


Hebels f' das mit Zahnteilung versehene Segment g, welches das Triebrad i um einige Zähne weiter bewegt. Mit dem Trieb ist ein Sperrrad in Verbindung, in welches ein Sperrkegel eingreift. Dieser Sperrkegel ist am Steigerade h festgeschraubt und bewegt, sobald i in Drehung gesetzt wird, das Steigerad. In das letztere greift endlich der Echappementhaken q ein: jeder Zahn des Steigerades wird also den Echappementhaken einmal bewegen und dadurch den auf derselben Welle befestigten Hammer mittels des Stieles p gegen die Glocke schleudern. Da aber das Triebrad bei jeder Schwellung des Gummipilzes um 2 bis 3 Zähne weiter geschoben wird und jedem Zahne des Triebrades etwa 3 bis 4 am Steigerad entsprechen, so wird bei einem auf den Druckknopf ausgeübten Drucke der Hammer schnell hintereinander acht- bis zehnmal an die Glocke schlagen.

Nachdem der Luftbehälter in die Ruhelage zurückgesunken ist, wird auch Teller e, Hebel f und Segment g niedersinken und das Triebrad i mit daran sitzendem Sperrrad sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, wobei der Sperrkegel außer Thätigkeit kommt.

c) Alarmapparat mit Weckerschlag. Diese Apparate funktionieren leicht und auf weite Entfernungen, sind stets mit einem Uhrwerk versehen und müssen deshalb aufgezogen werden, sobald das Werk abgelaufen ist. Fig. 377 stellt die innere Einrichtung des Apparates mit dem durchschnittenen Holzgehäuse dar.

Fig. 377.



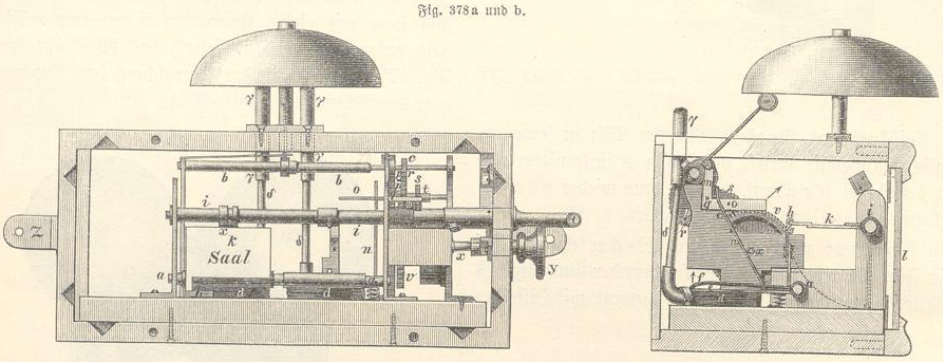
Zwischen der oberen Messingwange f f und der auf die Rückwand in 30 mm Abstand aufgeschraubten Hinterwange ist das Uhrwerk eingeschaltet, bestehend aus dem Federgehäuse mit darunter liegendem Stirnrad S, welches ein Triebrad in Bewegung setzt und durch mehrfache Übersetzung das Steigerad r treibt. In dieses letztere greift wiederum der Echappementhaken ein, und dadurch wird die Hakenwelle t so gedreht, daß der an ihr befestigte

Glockenhammer eine hin- und hergehende Bewegung macht und so in schneller Folge die beiden abgestimmten Glocken zum Anschlagen bringt. — Für gewöhnlich steht das Triebwerk still, sobald aber der Gummipilz d den um g drehbaren Teller b emporhebt, wird der Stift a a, welcher in einem Doppelwinkel Führung hat, ebenfalls nach oben geschoben, drückt dabei den um o drehbaren Hebel mit hakenförmigem Ende empor und läßt hierbei den Arretierungsstift einer an der Steigeradwelle befestigten Scheibe u frei, wodurch das Uhrwerk ausgelöst wird und die einzelnen Teile in der vorbeschriebenen Art funktionieren. — Inzwischen aber hat die Luftkompression zu wirken aufgehört und der Teller b sinkt durch sein eigenes Gewicht abwärts, mit ihm der Stift a a; auch der Hakenhebel sinkt hinab und hält den Arretierungsstift so lange fest, bis der Pilz d aufs neue geschwellt wird.

Fig. 378a und 378b stellen ein derartiges Signaltableau für zwei Klappen oder Nummern dar. Fig. 378a giebt die Ansicht nach Fortnahme der Rückwand und des vorderen verglasten Rahmens, welcher mit Holzzapfen an das Gehäuse befestigt ist. Fig. 378b zeigt den Querschnitt der ganzen Einrichtung nebst Rückwand und Verglasung. — Der Mechanismus zerfällt in zwei Teile, nämlich in den Klappenapparat mit Nummerwelle und in das Uhrwerk, durch dessen Auslösung eine Klingel mit Weckerschlag angeschlagen wird. Der Vorgang ist hierbei folgender:

Der am Aufgabeort ausgeübte Druck wird durch die Leitung auf die Schläuche γ und mittels der Bleiröhre δ auf die Luftbehälter d übertragen. Sobald der eine angeschwellt wird, hebt er den Teller e und bewirkt dadurch Drehung der Welle a von links nach rechts, wobei der an dieser sitzende Hebel mit Winkelstück g in der Richtung des

Fig. 378a und b.



In Fig. 377 sieht man über der Messingwange f f den Dorn z zum Aufziehen des Uhrwerkes hervortreten. — Die beiden Glocken sind an einem flachen, eisernen Glockenhalter festgeschraubt, der auf der hölzernen Gehäuserückwand befestigt wird; letztere wird mit Holzschrauben an in die Mauer eingelassenen Dübeln festgeschraubt.

d) Signaltableau oder Klappenapparat. Für größere Wohnungen genügen zum Zweck leichter und sicherer Verständigung die vorbeschriebenen Klingeln nicht. Um hier sofort ersehen zu können, in welchem der verschiedenen mit dem Apparat verbundenen Zimmer gerufen wurde, wendet man sogenannte Nummerapparate an, wobei es angänglich ist, mehrere zusammenliegende Zimmer an einen Apparat zu leiten und dadurch die Apparatenzahl und die Leitungslänge einzuschränken. Hierbei ist jeder Druck- resp. Zugknopf, der Signale geben soll, mit dem Nummerapparat durch ein Leitungsrohr in Verbindung zu setzen, und außer dem sichtbaren Zeichengeber (Tableau) ist ein besonderes Läutewerk anzubringen, welches gewöhnlich direkt mit dem Apparat verbunden wird.

Pfeiles bewegt wird. Dadurch verliert aber der Stift h sein Auflager, und die mit ihm verbundene, mit Nummerbezeichnung oder Schrift versehene Klappe k, die lose auf die Nummerwelle i i aufgesteckt ist, fällt durch ihr eigenes Gewicht hinab. An der durchsichtigen vorderen Glastafel l erscheint daher die herabgesunkene Klappe k als sichtbares Zeichen dafür, daß (beispielsweise im „Saale“) gerufen wurde.

Gleichzeitig wird infolge Drehung der Welle a auch der Messinghebel n aufwärts bewegt und hierbei der Stift o des Winkelhebels m q so gefaßt, daß hierdurch eine Drehung des letzteren bewirkt wird, wobei der Arretierungsstift p des Steigerades (r), welcher bisher von dem im Scheitelpunkt e angebrachten Haltestift q unterstützt wurde, frei wird. Auf diese Weise wird das Uhrwerk ausgelöst, dessen Feder das Stirnrad v und durch mehrmalige Übersetzung auch das Steigerad r treibt. In das letztere greift der Echappementhaken c ein, und jeder Zahn des Steigerades veranlaßt eine Bewegung der Welle b b, welche den mit ihr verbundenen Hammer an die Stahlglocke schleudert.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Glocke ertönt daher unter schnell aufeinander folgenden Schlägen so lange, bis das Steigerad im Laufe gehemmt wird und — da vier Arretierungsstifte an seiner Peripherie verteilt sind — bis eine Viertel-Umdrehung des Rades vollendet ist. So lange aber hält die Luftkompression gewöhnlich nur an. Beim Aufhören des pneumatischen Druckes geht nämlich der Teller e mit Welle a, Hebel n und Winkelstück m in die Ruhelage zurück, wobei der an letzterem befindliche Halter q den nächsten Arretierungsstift des laufenden Rades faßt und die Fortbewegung desselben hemmt, bis ein neues Signal gegeben wird.

Um nie Zweifel darüber aufkommen zu lassen, wo gerufen wurde, muß die gefallene Nummertafel (Klappe) sofort aufgehoben werden, was dadurch erreicht wird, daß man die Welle i i an dem äußeren Griff t um 50° nach der Rückwand hin dreht. Dabei bewegt der Stift x die gefallene Nummertafel so weit nach oben, bis sie wiederum auf dem Winkelstück g des vertikalen Hebels Auflager findet. Nach Aufhören der Drehbewegung schnellt die Welle i durch Federkraft in die Ruhelage zurück.

Das Aufziehen des Uhrwerkes wird äußerlich mittels des Knopfes y bewirkt, der zu diesem Zweck an der Peripherie leicht geriefelt ist. — Die Befestigung des Apparatengehäuses an zwei Holzdübeln der massiven Wand wird mit Hilfe von Messingwinkeln z z bewirkt.

Anm. Die Signaltableaux können wesentlich vereinfacht werden 1) wenn der Hebel, mit dem die Nummertafeln hochgehoben werden, gleichzeitig zum Aufziehen des Uhrwerkes dient, wobei an Stelle des Stirnrades ein mit Zahnteilung versehenes Segment tritt und an korrespondierender Stelle der Welle i i ein Daumen, der das Segment jedesmal um einige Zähne zurückdreht und so die Uhrfeder aufs neue spannt; 2) indem die Gummipilze vertikal an der Rückwand angebracht und die Gummischläuche horizontal und direkt in die Wand eingeführt werden.

Zur Aufhängung der Tableaux ist ein trockener, gut beleuchteter und bequem und passend gelegener Ort auszuwählen (Dienerzimmer, Anrichteraum oder ein heller Korridor), damit die Dienerschaft, ohne Umwege zu machen, die Abstellung des Apparates bewirken kann. In Fig. 378[a] sind nur zwei Klappen angenommen; ist die Anzahl der Zimmer eine größere, so wird der Tableaukasten länger. Um Nummern zu sparen, pflegt man aber benachbarte Räume von gleichartiger Benutzung gern nach einem Luftbehälter im Tableau zu leiten. Hierbei ist zu bemerken, daß höchstens sieben Nummern in einer Reihe angebracht werden können; darüber hinaus ordnet man die Tafeln in zwei Reihen übereinander an, und selten wird die Anzahl der Zimmer größer sein, als sie ein Tableau zu fassen vermag. — Etwas schwieriger liegt die Sache bei Einrichtungen in Hotels, wo die Hausordnung verlangt, daß von sämtlichen Fremdenzimmern einer Etage mindestens sichtbare Zeichen nach einem hell beleuchteten Signaltableau in der betreffenden Etage gegeben und außerdem ein Kontrolltableau mit Alarmglocke für die verschiedenen Etagen beim Portier aufgehängt werde. In kleinen Hotels wird es genügen, Nummernapparat und Glocke in der Portierloge aufzuhängen, wogegen in ganz großen Hotels die Leitungen jeder Etage bezw. jedes Gebäudeflügels ein für sich abgeschlossenes System bilden und die weitere Verständigung etwa durch Sprachrohre erfolgen kann.

§ 4.

Sprachrohre.

Das Sprachrohr dient zur Vermittelung mündlich erteilter Aufträge und ist ein akustischer Fernsprecher. Zum Sprechen resp. Hören sind Mundstücke und ein dieselben verbindendes Leitungsrohr erforderlich, welches letztere gewöhnlich aus Zinkblech besteht und eine konstante Lichtweite behält, damit die Schallwellen sich mit unveränderter Stärke fortpflanzen können. Berührungen mit anderen metallischen Körpern sind hierbei zu vermeiden, weil dieselben die Schall-Leitungsfähigkeit des Sprachrohres durch eigene Schwingungen irritieren. Nebeneinander liegende Sprachrohre sind aus demselben Grunde durch Umwickelung mit Werg zu isolieren. Endlich ist für jedes von mehreren in gleicher Richtung liegenden Zimmern, nach denen gesprochen werden soll, ein separates Rohr anzulegen.

Kann die Leitung in den Putz gelegt werden, so wirkt das Sprachrohr in der Regel am zuverlässigsten, weil hierbei alle äußeren Einwirkungen auf dasselbe fortfallen; selbst unterirdische Führung des Rohres ist nicht zu verwerfen, nur in diesem Falle ist das stabilere Eisenrohr dem Zinkrohr vorzuziehen. — In allen Fällen soll die Leitung sicher geschlossen und das Rohr — wenn dasselbe aus Zink besteht — gut gelötet sein. Wo aber die Leitung im Winkel geht, da sind die Übergänge durch Kurven zu vermitteln. Erfahrungsmäßig funktionieren die Sprachrohre bei richtiger Ausführung noch sicher bei 100 m Länge der Leitung.

Die Weite der Leitungsrohre und der Mundstücke soll nach Annahme der Praktiker 3 cm betragen, indessen hat die Erfahrung gelehrt, daß für das Leitungsrohr auch eine geringere Dimension anwendbar ist. — Die Mundstücke werden mit einer Pfeife, die zugleich als Stöpsel das Mundstück schließt, versehen, um vor Beginn des Sprechens ein laut tönendes Signal geben und den Gerufenen an das Sprachrohr heranrufen zu können. Ein derartiges Mundstück mit zugehöriger Pfeife ist in Fig. 379 dargestellt, wobei die Ausstattung, je nach Wunsch, in Holz, Metall

oder Elfenbein erfolgen kann. Die Signalpfeife wird mit Kettchen an den Hals des Mundstückes befestigt. — Zur größeren Bequemlichkeit kann dasselbe auch transportabel gefertigt und beim Gebrauch in die Leitung eingeschraubt werden.

Fig. 379.



Mündet das Rohrende im Zimmer an einer schwer zugänglichen Stelle, z. B. im Winkel oder hinter einem Möbel, so wird ein besponnener, 20 bis 25 mm weiter Schlauch von passender Länge, an dessen Ende sich das Mundstück mit Pfeife befindet, in die Rohrmündung beim Sprechen eingesetzt.

In Berlin stellen sich die Einzelpreise einer derartigen Einrichtung, wie folgt:

Ein Mundstück mit Pfeife in beliebiger Holzart	1,50 Mk.
„ „ „ „ „ Elfenbein . . .	9,00 „
Leitungsrohr aus Zinkblech kostet pro Meter .	0,70 „
Ein Bogenknie desgl.	1,00 „

Schlußbemerkung. Mit Einführung des Bell'schen Telephons glaubte man das Sprachrohr, welches sich bis dahin durch seine einfache Gebrauchsweise Eingang verschafft hatte, ganz entbehren zu können. Dieser Gedanke ist aber bisher nicht in Erfüllung gegangen, denn beim Sprechen und Hören mittels des Telephons wird nicht nur absolute Ruhe, sondern auch gewisse Übung verlangt, beides Bedingungen, welche im gewöhnlichen Verkehr gar nicht oder nur ausnahmsweise zutreffen. — Für geräuschvolle Geschäftsbranchen und bei mäßiger Ausdehnung der akustischen Leitung wird hiernach das Sprachrohr auch ferner neben dem Telephon seine Stelle im Haus- und Geschäftsverkehr finden, schon darum, weil alle auf Erhöhung der Leistungsfähigkeit des letzteren gerichteten Verbesserungen notwendig auch den Preis der Anlage steigern müssen.

II. Elektrische Haustelegraphen und Telephone.

§ 5.

Allgemeines.

Eine besondere Klasse der elektrischen Telegraphen bilden die Haustelegraphen und Signalwerke zu verschiedenen Zwecken der Hausökonomie. Ihre Vorzüge bestehen insbesondere in der Leichtigkeit, mit der sie selbst in vorhandenen Gebäuden angebracht werden können, in der einfachen und billigen Unterhaltung und der verhältnismäßig schnellen Beseitigung etwa eintretender Betriebsstörungen.

Bereits im Jahre 1855 erhielt Mirand in Paris die Medaille I. Klasse für seine Haus- und Hoteltelegraphen, die er auf der internationalen Industrie-Ausstellung vorgeführt hatte. Seither ist nur der Mechanismus dieser Apparate durch Bréguet, Hagendorf, Siemens & Halske u. a. bedeutend vervollkommnet worden, was ihre große Verbreitung wesentlich gefördert hat.

Litteratur.

Schellen, Der elektromagnetische Telegraph. 5. Auflage. Braunschweig 1870.

Zetzsche, Dr. K. E., Handbuch der elektrischen Telegraphie. IV. Band. Berlin 1878. (J. Springer.)

A. Merling, Die Telegraphentechnik der Praxis. Hannover 1879.

L. Scharnweber, Die elektrische Haustelegraphie. Berlin 1880. (J. Springer.)

Goldschmidt, Dr., Haustelegraphen (Separatabdruck aus dem deutschen Bauhandbuch, Band II.) Berlin 1880.

C. Erfurth, Haustelegraphie, Telephonie und Blitzableiter. Berlin 1888. 8°.

Lindner, Max, Leitfaden der praktischen Haustelegraphie. Halle a. S. 1889. 8°.

Mix und Genest, Anleitung zum Bau elektrischer Haustelegraphen und Telephonanlagen. Berlin 1890.

J. Sack, Die Haustelegraphie. Berlin 1893. 8°.

O. Canter, Der technische Telegraphendienst. 5. Auflage. Breslau 1898.

Mit der glänzenden Entdeckung des Elektromagnetismus, d. h. der Einwirkung galvanischer Ströme auf Magnete, eröffnete sich der elektrischen Telegraphie ein großes Feld. Die Aufgabe, um die es sich dabei handelt, besteht aber darin, die Mechanik der primären und einfachen Bewegungen, welche der galvanische Strom direkt oder indirekt hervorruft, zu leicht verständlichen und sicheren Signalen umzugestalten.

Selten nur werden zwei getrennte Räume eines Hauses, einer Fabrik oder größeren Bauanlage behufs des Austausches von wirklichen Telegrammen durch Sprechapparate verbunden; aber auch wo es geschieht, erweisen sich in der Regel die bekannten Apparate zum Betrieb langer Linien, seien es nun Nadel-, Zeiger- oder Drucktelegraphen, als zu kompliziert, zu schwer zu behandeln und außerdem zu teuer.[1])

Gewöhnlich sollen nur einfache, sichtbare oder hörbare Signale ausgetauscht werden, und es können daher die erforderlichen Einrichtungen — bei aller Mannigfaltigkeit der zu erreichenden Zwecke — doch sehr einfache sein. Diese Apparate sind bekannt unter dem Namen der „Hoteltelegraphen" und sollen in der Folge besprochen werden. Die Art ihres Betriebes besteht darin, daß man nur eine Leitungsbatterie aufstellt, welche im Zustande der Ruhe nicht geschlossen ist und deren Strom erst beim Telegraphieren in die Leitung geschickt wird, um dadurch den

1) Es kostet von dem magneto-elektrischen Zeigertelegraph von Wheatstone das Paar 12000 Mark, Siemens & Halskes Magnetzeiger 600 Mark; nur der vereinfachte Comptoir-Telegraph von Hipp & Hagendorf stellt sich wesentlich billiger (unter 300 Mark).

Apparat eines entfernten Raumes in Thätigkeit zu setzen. Solche Leitungen nennt man „Leitungen mit Arbeitsstrom", weil nur beim Telegraphieren Strom in der Leitung ist.[1])

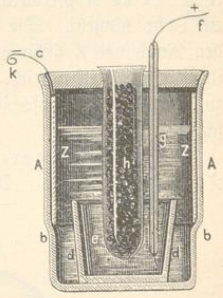
§ 6.
Die konstanten Elemente.

Zum Betriebe der Haustelegraphen eignen sich nur die sogenannten „konstanten Elemente",[2]) von denen die wenigsten weitere Verbreitung gefunden haben, weil für den vorliegenden Zweck nur solche Elemente in Betracht kommen können, welche bei großer Sicherheit des Betriebes wenig Wartung bedürfen. So ist das Daniell'sche Element zwar geruchlos und entwickelt keine sauren Dämpfe, eignet sich aber nicht für Arbeitsstrom, weil bei lange geöffneter Kette am Boden der Thonzelle sich metallisches Kupfer ablagert, wodurch die Zelle verdorben und der Strom bald abgeschwächt wird. Überhaupt erfordern die Elemente die aufmerksamste Behandlung, denn sie bilden die hauptsächlichste Fehlerquelle, welche selten durch das bloße Auge zu erkennen ist.

Die beiden Elemente, welche in der Haustelegraphie fast ausschließliche Anwendung gefunden haben, sind das Meidinger-Element und das Leclanché-Element Diese nur sollen hier besprochen werden; das letztere ist das neuere von beiden.

a) Das Meidinger-Element zeichnet sich durch ungewöhnlich lange Dauer und große Konstanz des Stromes aus. In der älteren Form besteht dasselbe aus einem etwa 21 cm hohen und 12 cm weiten Glasgefäß A A (Fig. 380),[1]) auf dessen Boden ein kleineres Gefäß d d mit Harz festgekittet ist; in dem letzteren befindet sich das konisch gebogene Kupferblech e, dessen Zuleitungsdraht g mit Guttapercha überzogen und am unteren Ende festgenietet ist.

Fig. 380.



Das kleinere Glas d d wird von einem Zinkring Z Z, der in das sich verengende Gefäß A A eingesetzt ist, umgeben und die Mündung des letzteren durch eine Holz- oder Blechplatte geschlossen, in deren Mitte sich eine Öffnung befindet, um den nach unten verengten Glascylinder h von 3 cm Durchmesser und 20 cm Höhe aufzunehmen, welcher an dem zugerundeten Ende eine kleine Öffnung hat und bis Mitte des kleinen Gefäßes hinabreicht. Dieser Cylinder ist mit Krystallen von Kupfervitriol angefüllt und soll damit stets voll erhalten werden. (Bei den neuen Meidinger-Elementen wird er gewöhnlich durch einen oben geschlossenen Glastrichter ersetzt. Vergl. Fig. 381). Das große Gefäß A A ist mit einer verdünnten Lösung von Bittersalz angefüllt, welche den Zinkring bis etwa 3 cm unter dem oberen Rande bespült, während aus dem Gefäß h die schwere konzentrierte Lösung von Kupfervitriol durch das feine Loch der Glasröhre nach unten sinkt und das kleine Gefäß bald bis zur Mitte anfüllt, auch nur sehr langsam emporsteigt und in die Bittersalzlösung wenig diffundiert, falls die Batterie ruhig steht, was jedenfalls zu beachten ist. — Und selbst wenn das Element nicht im Gebrauch, also offen ist, zeigt das Zink nach mehreren Wochen kaum Spuren von Kupfer, während bei der gewöhnlichen Daniell'schen Batterie gerade bei geöffneter Kette die Diffusion des Kupfervitriols durch die Thonzelle am stärksten ist. Verbindet man sodann den an das Kupferblech angenieteten Kupferdraht g f mit der Hülse eines schmalen Kupferblechstreifens c k, welcher an den Zinkring Z Z angelötet ist, so erhält man einen galvanischen Strom, der so lange konstant bleibt, als Kupfervitriol in h vorhanden und das Zink Z nicht aufgelöst ist.[2])

1) Stellt man beim Betrieb langer Linien an beiden Enden der Telegraphenleitung in gleichem Sinne kontinuierlich wirkende Batterien auf, so werden sämtliche Apparate während der Ruhe beständig von einem Strome durchlaufen, und zur Bewegung der Apparatenteile hat man die Linie nur an einem Punkte zu unterbrechen. Diese Leitungen nennt man im Gegensatz „Leitungen mit Ruhestrom", weil auch im Ruhezustande der elektrische Strom cirkuliert.

2) Der Durchgang des Stromes durch ein Zink-Kupfer-Element ist stets von chemischen Vorgängen begleitet; am positiven Pol wird Wasserstoff und am negativen Pol Sauerstoff ausgeschieden. Da nun bei allen Elementen der negative Pol durch Zink in verdünnter Schwefelsäure gebildet wird, so ist der chemische Vorgang hier stets derselbe, d. h. der entwickelte Sauerstoff bildet mit dem Zink und der Schwefelsäure schwefelsaures Zinkoxyd (Zinkvitriol), welches in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Die Erregung von Elektrizität hat also ein Ende, sobald alles Zink aufgelöst, keine freie Säure mehr vorhanden oder die Flüssigkeit mit Zinkvitriol gesättigt ist. Der Vorgang am positiven Pol ist dagegen bei den verschiedenen Elementen verschieden: im vorliegenden Falle sammelt sich der Wasserstoff in Gestalt von Bläschen an der Kupferplatte, so daß das Kupfer nach einiger Zeit außer Berührung mit der Flüssigkeit steht und ein neues Element, Wasserstoff-Zink, sich gebildet hat, dessen Strom dem erstgenannten entgegengesetzt ist. Dieser Vorgang heißt die galvanische Polarisation des Elementes.

In der Telegraphie sucht man die Polarisation dadurch zu vermeiden, daß man den positiven Pol mit sauerstoffreichen Substanzen umgiebt, die den Wasserstoff sofort beim Entstehen aufnehmen; man erhält dann einen Strom, der nur geringen Schwankungen unterworfen ist, und Elemente dieser Art heißen „konstante Elemente".

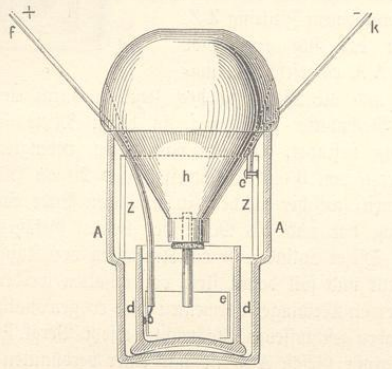
1) Vergl. H. Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, und Müller, Dr. Johann, Lehrbuch der Physik und Meteorologie, II. Band.

2) Der Ring ZZ wird von vornherein an der inneren Fläche amalgamiert; dadurch lösen sich die Unreinigkeiten von demselben

Die Dauer der Batterie hängt von dem Volumen der Flüssigkeit ab, welche das Glasgefäß fassen kann. Bei der vorgeschriebenen Größe wird nach Meidingers Angabe die Batterie auseinander zu nehmen sein, wenn sie etwa 1,5 kg Kupfervitriol verbraucht hat, worüber etwa ein Jahr hingeht. Die Bittersalzlösung soll nicht über den Rand von Z Z hinausreichen, weil sonst der Kupferstreifen abgefressen wird. Beim Gebrauch sind von Zeit zu Zeit neue Kupfervitriolkrystalle in das Glas zu schütten.

Das Meidinger-Element in seiner neueren Form zeigt Fig. 381. Die Glasröhre ist hier durch einen

Fig. 381.



— unten konischen — Ballon ersetzt, welcher einen mit Ausflußröhren versehenen Korkpfropfen trägt. Der Ballon enthält so viel Kupfervitriol, als das Element für längere Zeit bedarf. An Stelle des Kupfercylinders c tritt hier ein solcher von Blei, an welchen statt des Guttaperchadrahtes ein Bleistreifen befestigt ist. Dabei findet folgender Vorgang statt: der am Blei sich bildende Wasserstoff entzieht dem Kupfervitriol Sauerstoff und bildet damit Wasser; das frei werdende Kupfer schlägt sich auf dem Blei nieder. Die freie Schwefelsäure löst Zink auf und bildet damit Zinkvitriol, der in der Flüssigkeit gelöst bleibt. In dem Sinne, wie sich die Kupfervitriollösung durch Niederschlag von Kupfer verdünnt, tritt neue Lösung aus dem Ballon heraus. Ist alles Kupfervitriol zersetzt, so tritt Wasserstoffpolarisation ein; dies muß also vermieden werden. Im übrigen tritt, selbst bei lange andauernden starken Strömen, Polarisation nicht ein.

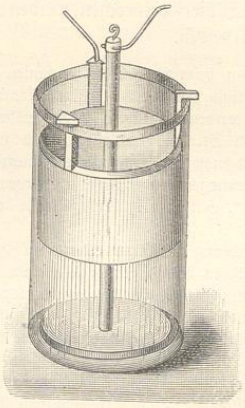
Das Element darf nach dem Ansetzen nur vorsichtig berührt werden, indem durch Schütteln eine Mengung der Flüssigkeiten herbeigeführt wurde, welche die Konstanz des Stromes aufhebt. Ein Zeichen der Sättigung der Flüssigkeit mit Zinkvitriol ist das Auskrystallisieren des letzteren. Im Sommer sind demnach die Elemente länger betriebsfähig als im Winter, weil die Flüssigkeit dann mehr Zinkvitriol aufzulösen vermag. Die Dauer des Elementes beträgt, je nach dem Gebrauch, zwei Monate bis ein Jahr.

Ist es nach erfolgter Prüfung der Batterie nötig, die Elemente zu reinigen, so entfernt man zunächst das auf dem Bleicylinder niedergeschlagene Kupfer, nachdem vorher die Zinkvitriollösung behutsam mittels eines Hebers abgefüllt wurde. Ist die Flüssigkeit dennoch blau geworden, so kann man das Kupfervitriol dadurch entfernen, daß man Zinkabfälle einige Tage darin liegen läßt; diese schlagen das Kupfer nieder.

Die kleineren Mängel dieses Elementes lassen sich durch angemessene Konstruktion wesentlich reduzieren; der verhältnismäßig große Leitungswiderstand in demselben ist aber von Bedeutung für die Haustelegraphie.

Anm. Bei der Reichstelegraphen-Verwaltung findet das in Fig. 382 dargestellte Meidinger-Element mit Zink und Bleielektrode sehr weitgehende Verwendung.

Fig. 382.



Dasselbe besteht aus einem cylindrischen Glasgefäß, 10,5 cm im Lichten weit, 14,5 bis 15,5 cm hoch, dessen Rand und die obere Innenwand auf 10 cm Tiefe mit weißer Ölfarbe bedeckt sind.

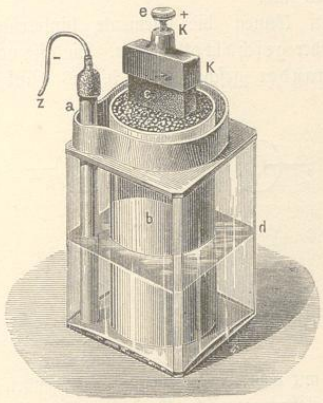
In dem Glase ist ein 5 cm hoher Zinkring mittels dreier Arme aufgehängt. An einem der Arme ist ein Kupferdraht als Poldraht angegossen. — Auf dem Boden des Gefäßes ruht eine 8 mm dicke Bleiplatte, in deren Mitte ein Bleistab befestigt ist, der an seinem oberen Ende eine Polklemme trägt.

Das so ausgerüstete Glas füllt man mit einer verdünnten Lösung von Zinkvitriol bis 4 mm unter den Rand des Zinkringes. Sodann werden 70 g Kupfervitriol in Stücken in das Glas geworfen. Sobald sich auf dem Boden des Gefäßes eine blaue Lösung von Kupfervitriol gebildet hat, ist das Element zum Einschalten in die Batterie fertig.

leicht ab, während sie sonst das Zink als harte Kruste bedecken würden. Eine Spur von Kupfer, welche durch die Wirkung des Stromes bis zum Zink gelangt, ist erst nach mehreren Wochen zu bemerken.

b) Das Element Leclanché (Fig. 383) ist ein Zink-Kohlen-Element. Der + Pol besteht aus einer an ihrem oberen Ende mit Harz überzogenen Kohlenplatte c mit Bleikappe K und Klemmschraube e. Dieselbe steht in einer porösen, auf der oberen Hälfte glasierten Thonzelle b, die mit einem Gemisch grob gestoßenen Braunsteines (Mangansuperoxyd) und Retortenkohle gefüllt ist. Die Thonzelle steht in einem viereckigen, etwa 26 cm hohen Glase d, welches bis zu $^3/_4$ der Höhe mit einer gesättigten Lösung von Salmiak angefüllt ist. Der — Pol wird durch einen außerhalb der Zelle, jedoch innerhalb des Glases stehenden, amalgamierten Zinkstab a gebildet. Sobald das Element geschlossen ist,

Fig. 383.

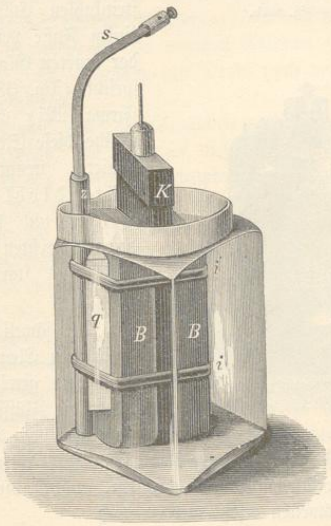


zersetzt der Strom das Wasser und den Salmiak (chlorwasserstoffsaures Ammoniak) und in der Thonzelle das Mangansuperoxyd. Am + Pol bildet der frei werdende Sauerstoff mit dem Zink und dem Chlor des Salmiaks Chlorzink, welches in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt; am — Pol wird der Wasserstoff des zersetzten Wassers durch den Sauerstoff des Braunsteines neutralisiert, und der Wasserstoff der Salzsäure vereinigt sich mit dem Sauerstoff des zersetzten Wassers. Das Zink sowohl als die Kohle bleibt daher in gut leitender Verbindung mit der Flüssigkeit und die Stromstärke ziemlich lange (durchschnittlich zwei Jahre) konstant, ohne daß es irgend welcher Aufsicht bedarf, höchstens ist Wasser und Salmiak nachzufüllen.

Die beiden Stromerreger stehen in der elektromotorischen Reihe ziemlich weit auseinander, daher ist die elektromotorische Kraft des Elementes ziemlich groß, nämlich etwa $1^1/_2$ mal so groß als die des Meidinger-Elementes. Allgemein wird angenommen, daß man 40 Meidinger-Elemente durch 28 Elemente Leclanché gleicher Größe ersetzen kann. Die Kosten sind pro Element etwa 4 Mark.

Leclanché hat das in Fig. 383 dargestellte Element dadurch vereinfacht, daß er die Thonzelle ganz beseitigte und an Stelle der Kohlen-Braunsteinmischung zwei Briquettes (Braunstein-Kohlenplatten) setzte, welche zu beiden Seiten der Kohlenplatte K (Fig. 383a) liegen. Diese Elemente heißen daher auch Briquette-Elemente. Mit der so gebildeten Elektrode ist der Zinkstab z verbunden,

Fig. 383a.



der sie jedoch nicht berührt, sondern durch den Porzellankörper q davon getrennt gehalten wird. Die Briquettes werden aus einem Gemenge von Pyrolusit, Retortenkohle, doppelt schwefelsaurem Kali und Gummilack als Bindemittel hergestellt; dieses Gemenge wird auf 100° C. erwärmt und gepreßt.

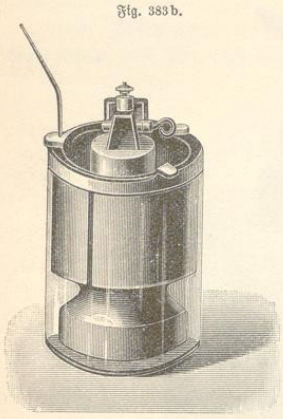
Eine Abänderung des Leclanché-Elementes, die von Keiser & Schmidt in Berlin herrührt, zeichnet sich durch Einfachheit und Wirksamkeit aus. Die Braunstein-Kohlenmischung bedeckt 6 cm hoch den Boden des cylindrischen Glases, und eine schmale Kohlenplatte, die auf dem Boden des Glases aufsteht, vermittelt die Verbindung zwischen der Mischung am Boden und der Polklemme. Der negative Pol wird durch eine schmale Zinkplatte, die oberhalb an einem Stege aufgehängt ist, gebildet, die Mischung aber nicht berührt. Die Salmiaklösung, die das Glasgefäß füllt, reicht nur bis 4 cm unter den Rand, den man mit Firnis oder Talg bestreicht.

Anstatt der Briquettes hat man auch Kohlencylinder konstruiert, wodurch das Leclanché-Element

eine nicht zu übertreffende Einfachheit erhält. Derartige Elemente werden „Braunstein-Cylinder-Elemente“ genannt.

Neuerdings ist man dazu übergegangen, bei den letztgenannten Cylinderelementen an Stelle des Zinkstabes einen Cylinder aus gewalztem Zinkblech als negative Elektrode zu benutzen, welche mit dem unteren Rande etwa um ein Drittel der Glashöhe vom Boden absteht. Gleichzeitig wurde der Braunsteinkohlen-Cylinder mit einem Fuße versehen, der der inneren Glasweite entspricht (Fig. 383 b). Die Firma Mix & Genest, welche diese Elemente konstruiert, nennt dieselben „Standkohlen-Elemente“ und liefert dazu einen gepreßten Verschlußdeckel aus stark lackierter Pappe.

Fig. 383 b.



Die sämtlichen vorbeschriebenen Elemente erfordern eine gewisse Pflege, indem die Flüssigkeit durch Zugießen von Wasser ergänzt und durch Nachwerfen von Kupfervitriolstückchen in der geeigneten Dichte erhalten, endlich die Salmiaklösung bisweilen ersetzt werden muß.

Eine Versendung der Elemente in fertiger Form ist nicht möglich, sondern die Bestandteile müssen einzeln verpackt und erst an Ort und Stelle zusammengesetzt werden, was Störungen hervorrufen kann, wenn die nötige Vorsicht mangelt.

Man ist daher schon seit Jahren bemüht gewesen, die Elemente so zu füllen und zu verschließen, daß sie längere Zeit betriebsfähig bleiben und wie feste Körper versandt werden können. Derartige Elemente nennt man „Trockenelemente; dieselben haben für kleinere Hausanlagen vielfach Verwendung gefunden.

Bei den Trockenelementen von Gaßner wird die Zinkelektrode gleichzeitig als Elementengefäß benutzt, indem man sie in cylindrischer Form, außen lackiert, herstellt. Innen befindet sich die Kohlenelektrode. Der freie Raum wird bis 3 cm vom Gefäßrande mit der erregenden Masse[1]) ausgegossen, der übrige Raum aber mit einer Verschlußmasse gefüllt.

1) Über die Zusammensetzung des Erregers bewahren die Fabrikanten ein Geheimnis.

§ 7.

Batterie und Wandleitungen.

Jede Anlage von Haustelegraphen erfordert eine Batterie mit einer bestimmten Anzahl von Elementen; obwohl die Zahl der Elemente aus der Zahl der gleichzeitig auf Kontakt wirkenden Apparate resultiert, empfiehlt es sich dennoch, auch bei den einfachsten Anlagen nie weniger als drei Elemente anzuwenden und — bei gleichzeitiger Thätigkeit mehrerer Apparate — diese Zahl zu verdoppeln. Dies verteuert zwar eine kleine Anlage, wenn aber sämtliche Wohnungen eines Hauses mit elektrischen Haustelegraphen versehen werden, so ist ebenfalls nur eine Batterie erforderlich und es gleichen sich daher die Anlagekosten aus.

Hierbei können die Elemente hintereinander oder nebeneinander geschaltet werden. Sind sie nach Fig. 384 hintereinander geschaltet, d. h. das Zink des einen

Fig. 384.

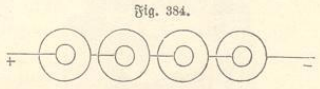
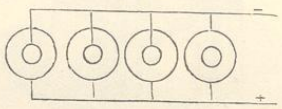


Fig. 384 a.



Elementes mit dem Kupfer des nächstfolgenden verbunden, so ist die elektromotorische Kraft der Batterie gleich vier, wenn die eines Elementes gleich eins gerechnet wird. Sind die Elemente dagegen nach Fig. 384 a sämtlich nebeneinander geschaltet, d. h. alle Zink- und alle Kupferplatten miteinander verbunden, so ist es dasselbe, als ob man ein großes Element hätte mit viermal so großen Elektroden und viermal so großer Flüssigkeitsmenge. Die elektromotorische Kraft der ganzen Batterie ist in diesem Falle nur gleich eins, aber auch der Leitungswiderstand[1])

1) Die Körper setzen dem Durchgange des elektrischen Stromes einen gewissen Widerstand entgegen und dieser gilt als Maß der Leitungsfähigkeit. Die Leitungswiderstände der Metalle sind, Kupfer gleich 1 gesetzt, folgende:

Kupfer	= 1	Platin	= 6,50
Zink	= 3,50	Blei	= 9,00
Messing . . .	= 3,75	Neusilber . . .	= 11,50
Eisen	= 5,75	Quecksilber . .	= 40.

Die Leitungswiderstände der Flüssigkeiten sind erheblich größer und nehmen ab mit der Temperaturzunahme, was für die Haustelegraphie von Wichtigkeit ist. Der Widerstand metallischer Leiter nimmt dagegen mit der Erhöhung der Temperatur zu. Für Drähte wie für Flüssigkeitsschichten ist er proportional ihrer Länge und umgekehrt proportional ihrem Querschnitt.

in den Elementen ist viermal so klein als im ersten Falle, so daß die Stromstärke in beiden Fällen dieselbe ist. Es bleibt also ganz gleich, ob man die Elemente hinter- oder nebeneinander schaltet.

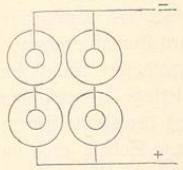
Im ersten Fall ist nämlich — wenn für jedes Element ein Widerstand von 6 E gerechnet wird — die Stromstärke nach dem Ohm'schen Gesetz*)

$$S = \frac{4}{24 + 6} = \frac{2}{15} = 0{,}13.$$

Im zweiten Fall ist der Gesamtwiderstand viermal so klein wie der eines einzelnen Elementes, also gleich $\frac{6}{4}$, der unwesentliche Widerstand $= 6$, die elektromotorische Kraft $E = 1$, also hat man:

$$S = \frac{1}{{}^6/_4 + 6} = \frac{2}{15} = 0{,}13.$$

Fig. 385.



Schaltet man endlich zwei Batterien von je zwei Elementen nach Fig. 385 nebeneinander, so ist die elektromotorische Kraft der ganzen Batterie gleich 2. Der Widerstand jeder einzelnen Batterie von zwei Elementen beträgt $2{,}6 = 12$ E; weil aber zwei solche Batterien nebeneinander geschaltet sind, beträgt der Widerstand $^1/_2$, also nur 6 E. Der unwesentliche Widerstand ist ebenfalls 6 E, daher die Stromstärke

$$S = \frac{2}{6 + 6} = \frac{2}{12} = 0{,}16.$$

Man ersieht daraus, daß in diesem Falle mit der Schaltung der stärkste Strom erzeugt wird.

Übrigens darf man nie Batterien von ungleicher Stärke nebeneinander schalten, weil alsdann auch bei geöffneter Leitung in der Batterie Ströme entstehen würden.

Die Stärke des elektrischen Stromes mißt man an den Wirkungen, die er ausübt, und ein vorzügliches Mittel dazu bietet die Ablenkung der Magnetnadel. Eine Beschreibung der Meßinstrumente würde aber den Rahmen dieses Buches überschreiten, auch ist die Kenntnis dieser Apparate und deren Gebrauch für die Anwendung der Haustelegraphie nicht absolut nötig.

Die Wandleitungen.

Der Leitungsdraht besteht aus Kupferdraht von 0,8 mm Stärke mit isolierendem Überzuge. Wo die Leitungsdrähte in den Putz oder unter die Tapete gelegt werden, da ist Kupferdraht mit Guttaperchaüberzug und mit Baumwolle besponnen anzuwenden. In feuchten Räumen — auch in Neubauten — ist es ratsam, den Draht noch mit Asphaltlack zu überziehen.

In bereits bewohnten Gebäuden werden die Leitungsdrähte frei gelegt; es wird in diesem Falle Kupferdraht benutzt, der mit in Wachs getränkter Baumwolle doppelt besponnen ist. Wo Leitungsdrähte durch das Mauerwerk gehen, sind sie mehrfach mit Guttaperchapapier zu umhüllen, wie denn überhaupt im Innern der Gebäude Leitungsdrähte ohne Isolierung nicht verwendet werden dürfen, wohl aber für im Freien geführte oberirdische Leitungen.

Zur Befestigung der Drähte werden verzinnte Stifte und Haken angewandt und zu dem Ende Rinnen in den trockenen Putz eingeritzt, die Drähte eingelegt und wieder verputzt. Ist dies aber — wie in älteren Gebäuden — nicht erwünscht, so befestigt man jeden einzelnen Draht auf Isolierrollen von Knochen.

§ 8.

Die Telegraphenapparate.

A. Einfache Läutetasten für galvanische Ströme. Bei den elektrischen Haustelegraphen beabsichtigt man — wie oben bemerkt wurde — meist nur ein Signalisieren von einem Orte des Hauses zu einem anderen, d. h. es soll mittels elektrischer Klingeln und Wecker am Empfangsorte ein deutlich hörbares Zeichen hervorgebracht werden, welches die Aufmerksamkeit des Dienstpersonals erregt und sie nach dem Aufgabeort heranruft. Hierzu sind nur Apparate von einfachster und solidester Konstruktion und Manipulation verwendbar.

1) Der einfachste von allen Telegraphenapparaten ist **die Läutetaste** für galvanische Ströme oder der **Drücker;** sie dient zum Schließen eines Stromkreises und kommt fast bei jeder elektrischen Telegrapheneinrichtung vor, ist aber je nach Art der Anwendung mannigfachen Abänderungen unterworfen.

Fig. 386 zeigt den inneren Mechanismus einer gewöhnlichen Taste. Die Federn b und p sind aus Neusilberblech hergestellt und werden mit den Enden a und x des Stromkreises fest verbunden. Indem man mit dem

Als Maß für die Leitungswiderstände wählte Siemens den Widerstand, den ein Quecksilberprisma von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt dem Durchgange des Stromes bei 0° C. entgegensetzte. Dieses jetzt allgemein gebräuchliche Maß nennt man eine Siemens'sche Widerstandseinheit; kurzweg S. E.

Der Widerstand im Element heißt der wesentliche Widerstand, der Widerstand in der die Pole verbindenden Leitung der außerwesentliche Widerstand. Beide Widerstände, ausgedrückt in S. E., geben den reduzierten Widerstand.

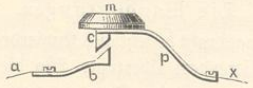
Eine in sich geschlossene Leitung nennt man einen **Stromkreis.** Bezeichnet dann S die Stromstärke, E die elektromotorische Kraft, w den wesentlichen und W den unwesentlichen Widerstand, dann ist bei geschlossenem Stromkreise

*) $$S = \frac{E}{w + W}$$ 1.

Diese Formel nennt man das Ohm'sche Gesetz.

Finger auf den isolierenden Knopf m der Taste einen mäßigen Druck ausübt, wird der Kontakt c am Ende der federnden Schiene p auf den festliegenden Kontakt b niederbewegt und dadurch der Stromkreis a b c p x geschlossen.

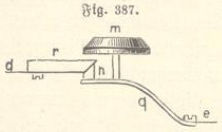
Fig. 386.



Bei Aufhören des Druckes unterbrechen die Federn von selbst den Strom. Man nennt dies Arbeitsstromschaltung.

Bei der sogenannten Ruhestromtaste (Fig. 387) ist dagegen der Strom beständig geschlossen und wird das Signal durch Stromunterbrechung gegeben, indem man

Fig. 387.



beim Telegraphieren mittels des Knopfes m auf die Feder q drückt. Es ist vorteilhaft, den Tasten eine solche Biegung zu geben, daß beim Niederdrücken der Taste eine Reibung bei n entsteht, welche die Flächen metallisch rein erhält.

Fig. 388 zeigt die Ansicht der Taste. Die Federn b und p werden auf einer in die Wand eingelassenen Platte befestigt und darauf wird der rosettenförmige Deckel aufgeschraubt, aus welchem der Druckknopf m

Fig. 388.



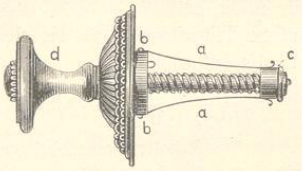
hervorragt. Dieser Deckel wird in verschiedener Ausstattung geliefert. Je nach dem Preise, den man dafür anzulegen beabsichtigt, besteht er aus Holz, Horn, Elfenbein, Majolika, Porzellan oder Metall; im letzteren Falle wird er häufig vernickelt oder vergoldet.

Anm. Wird statt des Druckknopfes eine entsprechende Einrichtung in den Zimmerfußboden eingelassen, so nennt man dies einen Tretkontakt.

2) Die **Zugkontakte** unterscheiden sich im Äußeren nicht von den zu mechanischen Klingelzügen benutzten Vorrichtungen. Man bringt sie in der Regel außerhalb der Haus- und Korridorthüren an, und zwar liegt der Mechanismus hinter einer seitlich am Thüreingange aufgeschraubten Holz-, Marmor- oder Metallplatte. Für Hausthüren sind Zugkontakte jedenfalls den Drückern vorzuziehen, weil sie den mechanischen Klingelzügen mehr gleichen und einem Fremden, der mit der Einrichtung elektrischer Telegraphen nicht vertraut ist, leicht gestatten, sich bemerkbar zu machen, was bei Drucktasten nicht immer gelingt.

Fig. 389 stellt einen Zugkontakt mit verzierter und ciselierter Metallrosette für Korridorthüren dar. Der Zugknopf d wird auf einer 9 mm dicken Zugstange befestigt, deren Unterlagsplatte c aus Messing hergestellt ist. Unter

Fig. 389.



dieser liegt ein kleiner Isolierungscylinder aus Hartgummi, an welchem im Ruhezustande die beiden Kontaktfedern aus Neusilberblech a a sich anpressen, während ihre Enden bei b b ebenfalls auf einer Hartgummiunterlage festgeschraubt sind. Hier findet auch die Verbindung der Kontaktfedern mit den beiden Leitungsdrähten statt. Sobald nun an dem Knopf d gezogen wird, kommt die Messingscheibe c in leitende Verbindung mit den Federn a a und der Kontakt ist hergestellt. Nach Aufhören der Zugwirkung schnellt durch die Federkraft einer die Zugstange umgebenden Spiralfeder der Knopf in seine Ruhelage zurück, dadurch werden auch die Federenden wieder in Berührung mit dem Gummicylinder gebracht und der Strom ist also unterbrochen.

Fig. 390.

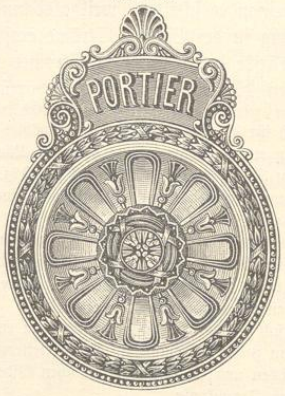


Fig. 390 stellt einen Zugkontakt für Hausthüren mit isolierter Schale dar, und zwar in der Vorderansicht.

Bei dem in Fig. 390a dargestellten Kontakt für Entree- und Hausthüren befindet sich dagegen in der vertieften Metallschale ein Druckknopf und in der dahinter befindlichen metallenen Büchse sind die Leitungsdrähte und die Kontaktfeder untergebracht. Die Metallbüchse wird in die Wand eingelassen.

Fig. 390a.

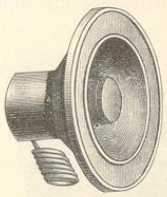


Fig. 390b.



Der Badezimmerkontakt (Fig. 390b) wird in der Regel unweit der Zimmerdecke befestigt und mittels einer Schnur mit Quaste gezogen. Dadurch wird vermieden, daß das Bade- oder Brausewasser die leitenden Teile des Kontaktes benetzt und die Oxydation derselben beschleunigt, resp. deren Isolation beeinträchtigt. Im Innern des Kontaktes sind zwei Klemmschrauben und Federn angebracht, welche miteinander in Verbindung kommen, sobald an der Schnur gezogen wird.

3) Fußboden- oder Tretkontakte werden unter Schreib- und Speisetischen im Fußboden angebracht und dazu benutzt, in unbemerkbarer Weise durch Druck mit dem Fuß ein Signal zu geben. Der Tretkontakt (Fig. 390c)

Fig. 390c.



gleicht im allgemeinen dem einfachen Druckkontakt (Fig. 388), wird jedoch in Metall ausgeführt und mit einem vorstehenden Knopf versehen. Die Leitung zu dem Kontakt wird meistens durch eine bewegliche Leitungsschnur gebildet, da derselbe nur zeitweise angewendet wird.

Dauernd wirksame Fußkontakte müssen in den Fußboden eingelassen werden und bestehen aus einem, in einer Metallfassung mittels Scharnier beweglichen kleinen Pulte, unter dessen höchster Stelle ein Metallstück angebracht ist, welches bei einem Drucke auf die Pultfläche den Kontakt herstellt.

4) Bewegliche Kontakte. Auf Schreib- und Speisetischen, am Fußboden und an solchen Orten, wo ein fester Platz nicht vorhanden ist, verwendet man bewegliche Kontakte. Die Kontaktvorrichtungen befinden sich am Ende der Leitungsschnur, welche mit Baumwolle oder Seide umsponnen ist und die notwendige Anzahl von metallischen Leitern enthält. Die gebräuchlichsten Gattungen sind die Birne, der Preßkontakt und der Tischkontakt. Zur Verbindung der Leitungsschnur mit dem Endpunkte der festen Leitung werden Rosetten und Verbindungskapseln verwendet.

Fig. 390d.



Fig. 390e.

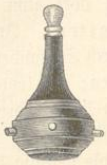


Fig. 390f.



a) Die Birne (Fig. 390d) besteht aus zwei aufeinander geschraubten Teilen und enthält im Innern zwei geschweifte Blattfedern, wie jede gewöhnliche Taste. Der Knopf zum Drücken befindet sich am unteren Teile der Birne. Wenn mehrere Leitungen mit einer Birne in Verbindung zu bringen sind, so werden die betreffenden Kontakte seitwärts aus der Birne herausgeführt und die Kontaktknöpfe durch eingravierte Zahlen entsprechend bezeichnet (Fig. 390e).

b) Der Preßkontakt (Fig. 390f) besteht aus einem aufgeschlitzten Holzcylinder, an dessen inneren Flächen zwei Metallschienen befestigt sind, die mit den beiden Leitungsflächen verbunden werden und sich im Ruhezustande nicht berühren. Wird der Kontakt dann zusammengedrückt, so kommen die Schienen in leitende Verbindung und erzeugen durch „Stromschluß" das gewünschte Signal.

c) Tischkontakte eignen sich zur Anbringung auf Schreib- und Speisetischen und erhalten nicht selten die Form eines Briefbeschwerers. Die Grundplatte derselben

Fig. 390g.



ist aus Messing hergestellt und je nach Ausstattung der Räume mit Ornament oder einer figürlichen Darstellung versehen. Fig. 390g stellt einen Tischkontakt mit drei Kontaktknöpfen dar.

5) **Thürkontakte.** Um Auskunft darüber zu geben, ob eine Thür (oder ein Fenster) geschlossen ist oder offen steht, bedient man sich einer Kontaktvorrichtung, welche

im Thürfalz, bezw. an der Thürbekleidung, aufgeschraubt wird, dabei in der einen Lage der Thür den Strom schließt, in der anderen ihn unterbrochen hält. Es schellt dann die Klingel so lange, als die Thür geöffnet bleibt. Für Ladenthüren werden Streichkontakte verwendet, welche die Klingel nur so lange ertönen lassen, als die Thür während des Öffnens darunter hinwegstreicht.

6) Der Umschalter. Die Einrichtung zum Unterbrechen einer Leitung oder zum Einschalten einer neuen nennt man „Umschalter". In Fig. 391 sind die Leitungen L_2 und L_3 durch Schraubenklemmen mit den Plättchen a und b verbunden; auf letzteren schleift die Kurbel h. Wird die letztere nach links gedreht, so ist mit der allgemeinen Leitung L_1 die Leitung L_2 verbunden, wird sie auf b gestellt, so ist die Leitung L_3 eingeschaltet, und soll die Leitung ganz unterbrochen werden, so stellt man die Kurbel zwischen a und b.

Fig. 391.

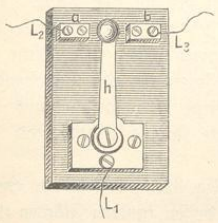
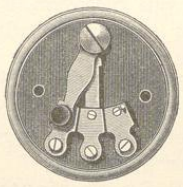


Fig. 391 a.



Mittels des Umschalters (Fig. 391[a]) kann man z. B. die mittlere (Kurbel) Schiene entweder mit der Schiene links (wie in der Figur) oder mit der Schiene rechts verbinden, oder von beiden trennen (Mittelstellung).

Ausschalter und Umschalter dienen hiernach zur Unterbrechung oder Ableitung des Stromes nach anderer Richtung und finden für die Diebessicherungen und bei Telephonanlagen Anwendung.

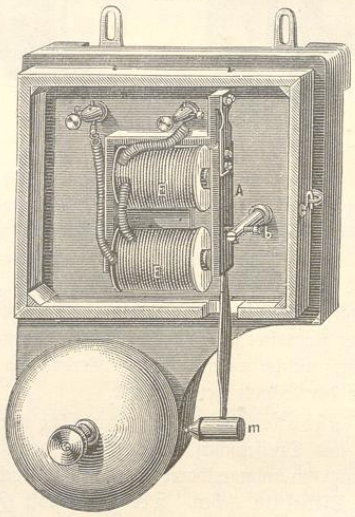
B. Die Klingeln.

Bréguet's Klingel[1]) mit einfachem Schlage (Fig. 392). Diese sogenannten einschlägigen Klingeln arbeiten ohne Triebwerk; für jeden einzelnen Schlag, den man hervorbringen will, muß daher der galvanische Strom einmal geschlossen und unterbrochen werden. Der an die Glocke schlagende Klöppel m wird dabei in einfachster Weise an dem verlängerten Anker A des Elektromagneten E E angebracht, und so oft ein Strom durch die Windungen desselben kursiert, wird der Anker angezogen und der Klöppel gegen den Rand der Glocke geschlagen.

1) Vergl. Dr. H. Schellen, Der elektromagnetische Telegraph.

Der Elektromagnet E E ist mit seinem Kerne auf einem gußeisernen Winkelstück befestigt, auf welchem auch die Feder des Ankers A angeschraubt ist. Übrigens kann durch die Anschlagschraube b die Bewegung des Ankers beliebig begrenzt werden, der im Ruhestande die Feder am Anschlag b festhält. — Um einen reinen Ton der Glocke hervorzubringen, darf der Klöppel beim Anschlagen die Glocke nur durch eine geringe Durchbiegung des Schwengels erreichen.

Fig. 392.



Der Apparat wird von einem hölzernen Schutzkästchen, dessen Deckel in Fig. 392 fortgenommen gedacht ist, umschlossen und mittels Ösen an die Wand befestigt.

Anm. Läuteapparate mit Schalmeiglocken unterscheiden sich von den gewöhnlichen nur durch einen tieferen Ton.

Rasselklingel mit Selbstunterbrechung.

Der durch einfache Einschläger hervorgebrachte Ton ist selten vernehmbar genug, um die verlangte Person aus weiter Entfernung heranzurufen; man wendet daher jetzt allgemein für diesen Zweck Rasselklingeln mit Selbstunterbrechung an. Die Konstruktion derselben weicht wenig von derjenigen des in Fig. 392 dargestellten Apparates ab.

In Fig. 393 bezeichnet M wieder den Elektromagneten, a den Anker mit Klöppel; letzterer wird von der bei b befestigten Feder fg getragen. An deren Ende bei c ist ein Platinkontakt angebracht, der in seiner Ruhelage an der Kontaktschraube d anliegt. Hierbei kursiert der Strom von L' durch die Windungen des Elektromagneten zur Kontaktschraube d und geht von c durch die

Feder gf und den Körper der Klingel zur Batterie zurück, der Strom ist also geschlossen, der Anker wird angezogen. Aber infolge dieser Bewegung verläßt die Feder g die Kontaktschraube und der Strom wird unterbrochen. Die Feder fg drückt den Anker, der nun nicht mehr angezogen wird, vom Elektromagneten ab und bringt ihn wieder in Berührung mit der Kontaktschraube, um den Strom aufs neue zu schließen. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, als der Kontakt im Knopfe anhält, man kann also nach Wunsch mit diesem Apparate andauernde Klingelsignale hervorbringen.

Fig. 393.

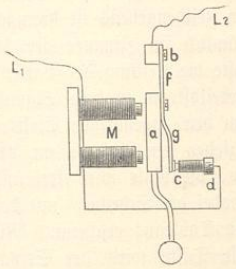
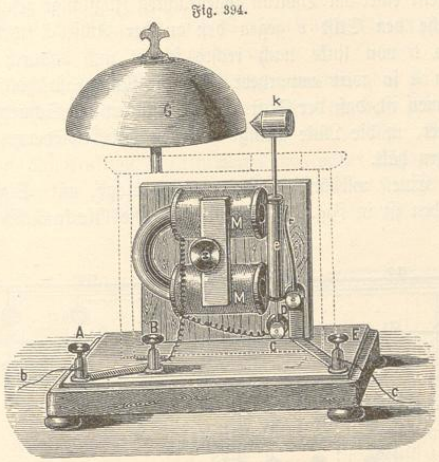


Fig. 394 stellt Bréguets Rasselklingel dar. Hier geht der Strom aus b über A B durch den Draht des Elektromagneten M M über C und den Anker e nach r

Fig. 394.



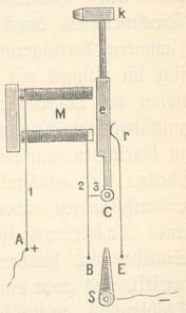
und den Klemmen D und E nach c; der Anker e führt bei dieser Bewegung den Klöppel k gegen die Glocke G, und der Strom unterbricht sich selbst, sobald der Anker e die Feder r verläßt.

Die einzelnen Teile des Klingelapparates werden auf einem Metallstück montiert und durch ein — in der Zeichnung punktiertes — Holzgehäuse geschützt.

C. Kombiniertes Schlag- und Klingelwerk.

Fig. 395 zeigt das Schema einer Drahtverbindung, mittels welcher es gestattet ist, den Signalapparat nach Belieben als Glocke mit einfachem Schlage oder als Lärmklingel mit Stromunterbrechung anzuwenden. Die Teile des Apparates sind dieselben, wie in Fig. 393; M ist der Elektromagnet, e der Anker, c dessen Drehpunkt, r die Kontakt- und Unterbrechungsfeder.

Fig. 395.



Ein Ende der Drahtrolle des Elektromagneten ist bei A, das andere bei B befestigt; von diesem letzteren zweigt sich die Verbindung 3 nach C hin ab. Zwischen den Kontaktstücken B und E steht der Schieber S, den man nach Belieben auf B oder E rücken kann, während seine Achse mit dem negativen Pole, A dagegen mit dem positiven Pole der Batterie verbunden ist. — Steht nun der Schieber S mit B im Kontakt, so geht der bei A ankommende Strom über 1 durch die Drahtwindungen nach 2 und direkt über B und S zur Batterie, ohne die Unterbrechungsfeder r zu berühren.

Steht der Schieber S mit E im Kontakt, so geht der Strom über A, 1, Elektromagnet, 2, 3, C, e und die Feder r nach E und S, um von da die Leitung weiter zu passieren; der Apparat wirkt daher wie Fig. 394 mit Selbstunterbrechung, d. h. als Rasselklingel.

Die Anwendung von Doppelklingeln, die man zuweilen benutzt, um ein sehr starkes Geräusch zu erzeugen, indem man den Hammer gegen zwei Glocken schlagen läßt, hat sich in der Praxis keinen großen Eingang verschafft.

D. Läuteapparate mit Triebwerk,

zur Aufstellung in Fabriken, Schulen u. s. w. geeignet, erhalten — je nach den Zwecken, denen sie dienen sollen — die verschiedenartigsten Einrichtungen. Das Glockenwerk wird bald durch leichtere oder schwerere Gewichte, bald durch Federkraft in Bewegung gesetzt. Dabei giebt das Werk entweder nur einen einzelnen Schlag oder eine gewisse Anzahl von Schlägen. In allen diesen Fällen hat der elektrische Strom nur die Aufgabe, das im Ruhezustande auf irgend eine Weise gesperrte Werk auszulösen, und dies geschieht durch Einwirkung eines Elektromagneten auf einen Anker.

Eine weite Verbreitung hat die Signalglocke mit einfachem Schlag- und Gewichtswerk von **O. Hagendorff** gefunden. Von Beschreibung derselben wird hier Abstand genommen und auf das Specialwerk von Dr. H. Schellen verwiesen.

E. Klingeln mit sichtbarem Signal (Signalscheiben).

Apparate dieser Art sind in allen den Fällen unentbehrlich, wo aus verschiedenen Räumen einer Etage (oder eines Hauses) Signale gegeben werden, d. h. das Dienstpersonal durch dieselbe Klingel nach verschiedenen Zimmern herbeigerufen werden soll. Hier empfiehlt es sich, die Klingel mit einem sichtbaren und auch beim Aufhören des Läutens noch sichtbar bleibenden Signal auszustatten, um dadurch dem Gerufenen den Ort bestimmt zu bezeichnen, an welchem geläutet wurde. Die Signalscheiben sind gewöhnlich so angebracht, daß sie hinter der undurchsichtigen, aber mit Fensterchen versehenen Platte eines Tableaus sichtbar werden. Die Bewegung der Scheibe wird hierbei durch den elektrischen Strom selbst bewirkt, und zwar durch die Abstoßung eines magnetisierten Stahlankers, an welchem die Nummerscheibe befestigt ist. — Diese Signalscheibe bleibt sichtbar, bis der gerufene Bedienstete sie wieder einzieht.

In Fig. 396 und 397 ist die sehr gebräuchliche und bekannte Signalscheibe von O. Hagendorff dargestellt. Die Kerne des Magneten m m sind mit der metallenen

Fig. 396.

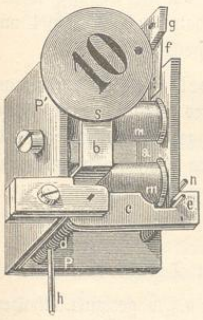
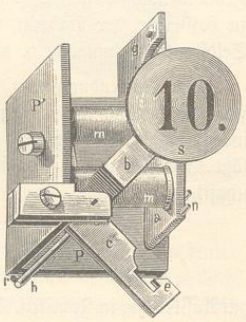


Fig. 397.



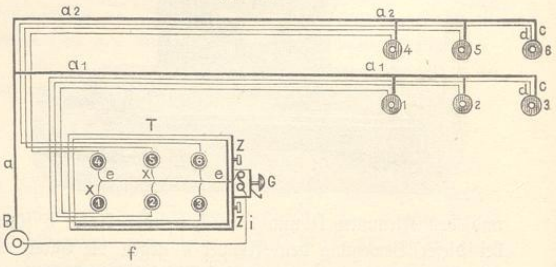
Seitenwand P' verschraubt, welche mit der Bodenplatte P ein Winkelstück bildet; letztere kommt im Tableau vertikal zu stehen. Vor den Polen des Elektromagneten ist der Anker a mittels einer flachen Abreißfeder f an dem Stück g befestigt und trägt am vorderen Ende einen kurzen Stift n, der zum Festhalten des Schneppers e dient, ein zweiter Stift verhindert das Ausweichen des Ankers nach rechts hin.

Der Schnepper e bildet das Ende eines Winkelhebels e c b, der sich um die wagrechte, in P ruhende, Achse d dreht und an seinem anderen Ende ein rundes Schildchen s von Papier (die sogenannte Nummerscheibe mit der Bezeichnung des Zimmers) trägt. So lange nun die Nase des Schneppers e vom Stifte n des Ankers festgehalten wird, steht der Arm des Schildchens s vertikal; sobald aber der Stift n die Nase e freiläßt, erhält der Arm c das Übergewicht und sinkt abwärts, den oberen Arm b mitnehmend. Dadurch kommt das Schildchen s in eine tiefere Lage vor einen „kreisrunden Ausschnitt", der zu diesem Zwecke in der Vorderplatte des Tableaus angebracht ist.

Die Wirkung eines solchen Zeichengebens ist hiernach leicht zu übersehen. Wird nämlich im Zimmer Nr. 10 durch Drücken auf die Läutetaste die Leitung der Batterie geschlossen, so cirkuliert der Arbeitsstrom in dem Signalgeber Nr. 10 des Tableaus um den zugehörigen Elektromagneten, die Pole desselben ziehen den Anker a an, der Stift verläßt den Schnepper e, die Nase wird frei und fällt mit dem Arm c herab, wobei die Scheibe s mit der Nummer 10 im Ausschnitt des Tableaus erscheint. Mit Aufhören des Druckes auf die Taste wird der Strom unterbrochen, m m verliert den Magnetismus und der Anker a tritt mit Hilfe der Abreißfeder f wieder in die alte Stellung zurück. Der Diener, durch das Ertönen der Glocke aufmerksam geworden, erblickt die signalisierte Nummer 10 und bringt sie in die Ruhelage zurück, was vermittelst einer am Tableau angebrachten Zugstange geschieht, welche den Stift r gegen den an der Achse d sitzenden Arm h von links nach rechts schiebt und dadurch den Arm c so weit emporhebt, bis die Nase e so hoch gekommen ist, daß der Stift über den Rücken des Schneppers gleitet, in die Lücke springt und den Hebel wiederum gefangen hält.

Eine vollständige Telegraphenanlage mit Signalscheiben ist in Fig. 398 abgebildet. Die Glocke G ist hier

Fig. 398.



an dem Tableaukästchen T befestigt; die gefallenen Scheiben werden mittels der beiden Zugstangen Z Z wieder aufgehoben. Von den sechs Läutetasten befinden sich 1, 2 und 3 im Erdgeschoß, 4, 5 und 6 in der Beletage. In jedem Stockwerk läuft ein Draht (a_1 a_2) an der Korridordecke hin und vereinigt sich mit dem stärkeren Drahte a, welcher von dem einen Pol der Batterie kommt. Von den Drähten a_1 resp. a_2 gehen Nebendrähte (c c) in die einzelnen Zimmer zu den Läutetasten, und zwar an das

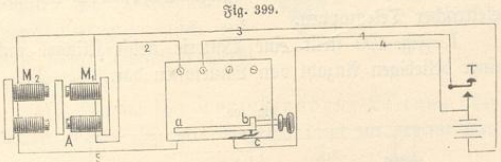
untere Metallstück derselben, während der von der oberen Kontaktfeder der Taste austretende Draht d nach dem einen Ende der Elektromagnetspulen läuft, durch welche die zugehörige Signalscheibe in Bewegung gesetzt wird. Das andere Spulenende ist durch einen Draht x an die Schiene e e gelegt und durch diese und den Glockenelektromagnet mittels des Drahtes i f mit dem zweiten Pol der Batterie verbunden. Sobald daher der Strom durch den Druck auf eine der Tasten geschlossen ist, tritt der Glockenelektromagnet in Thätigkeit und die Rasselklingel ertönt, während gleichzeitig auch der zu der gedrückten Taste gehörige Anker angezogen wird, der Arm des Winkelhebels herabfällt und die Scheibe im Ausschnitt des Tableaus erscheint.

Damit die Fallscheiben nicht versagen, wenn mehrere Tasten zugleich niedergedrückt werden, empfiehlt es sich, den Widerstand der Batterie und der Leitung möglichst klein zu machen, d. h. man wähle große Elemente, welche einen kräftig andauernden Strom liefern (Meidinger, Leclanché), und lasse die in § 7 über Schaltung der Elemente gegebenen Winke nicht außer Acht.

F. Fortschellklingel in Verbindung mit einem Tableau.

Fortschellklingeln mit Triebwerk werden gern da angewendet, wo der Gerufene den Ort, an dem sich die Klingel befindet, zuweilen auf kurze Zeit verläßt. Ohne auf die Konstruktion des Uhrwerkes hier näher einzugehen, geben wir in Fig. 399 die Anwendung dieser Klingel in Verbindung mit dem Tableau.[1])

Fig. 399.



A ist der Anker der Fortschelle, deren Magnetsystem abweichend von den vorigen konstruiert ist. Der Anker ist nicht mit Abreißfeder versehen, er bleibt an dem Magnet M_1 oder M_2 liegen, je nachdem der Strom durch diesen oder jenen geht. Wird die Taste T gedrückt, so geht der Strom von der Batterie über T, 1, die Tableaunummer, 2, M_1 und durch den Draht 3 zur Batterie zurück, der Anker wird vom Magneten M_1 angezogen und dadurch das Triebwerk ausgelöst, die Glocke ertönt also so lange, bis die gerufene Person das Signal vernommen hat, an der Signalscheibe ablest, wo gerufen worden ist, und nun durch einen Zug an der Abstellstange a b den an derselben angebrachten Kontakt schließt. Hierdurch aber wird der Strom auf einen anderen Weg geleitet: er geht nun durch den Draht 4 über den Kontakt c in die Stange a b und durch den mit derselben verbundenen Draht 5 zum Elektromagneten M_2 und über 3 zur Batterie zurück. Der Anker wird jetzt von M_2 angezogen und dadurch das Triebwerk wieder arretiert.

1) Aus Scharnweber, Die elektrische Haustelegraphie.

§ 9.

Regeln für die Ausführung der Hausleitungen.

Sobald das Programm der beabsichtigten Telegrapheneinrichtung aufgestellt ist und dieses mit den der Technik zu Gebote stehenden Mitteln praktisch realisierbar erscheint, auch über das Prinzip der Anlage eine Einigung mit dem Auftraggeber erzielt ist, muß zunächst der Grundriß der mit Telegraphenleitung zu versehenden Lokalitäten aufgetragen werden, um hiernach ein Schema für die Gesamtanlage ausarbeiten zu können. Dieses Schema soll die wirkliche Anlage mit allen Einzelnheiten möglichst genau darstellen und erleichtert die Montage wesentlich; für den mit Ausführung von Reparaturen betrauten Arbeiter wird solcher Entwurf sogar von unschätzbarem Nutzen sein; derselbe ist daher für eventuelle Fälle aufzubewahren.

Dem Tableau ist ein möglichst günstig gelegener und hinreichend beleuchteter Platz einzuräumen, damit das gerufene Dienstpersonal an demselben ohne Umwege vorbeipassieren und es jederzeit im Auge halten kann (Dienerzimmer, Korridor, Anrichteraum). Wegen bequemer Abstellung der gefallenen Nummern darf das Tableau nicht zu hoch hängen. Die Klingel wird gewöhnlich über dem Tableau angebracht, wenngleich nicht in allen Fällen; sie muß aber stets hoch hängen, damit der Klöppelhebel nicht durch mutwillige Hände verbogen werden kann. Befinden sich zwei Klingeln in demselben Rayon, so giebt man ihnen verschiedenen Ton, oder läßt die eine als Rasselklingel, die andere als Einschläger wirken.

Bei den Haustelegraphen der Mietswohnungen hat sich hierorts ein gewisses Schema herausgebildet; beim Druck (oder Zug) auf die Taste am vorderen Eingang zur Wohnung giebt im Entree ein „Einschläger“ das Signal, während gleichzeitig in dem entfernt gelegenen Dienerzimmer resp. Korridor eine Rasselklingel über dem Tableau kräftig ertönt und die Nummerscheibe mit der Inschrift „Entree“ am Fensterchen des Tableaus erscheint. Der Diener wird hiernach das Signal vernehmen, ob er sich nun im vorderen Teil der Wohnung oder in den entfernteren Räumen derselben befindet.

Die Läutetasten werden in den Zimmern meist in Brusthöhe an der Wand neben dem Thürfutter angebracht, je nach Bedürfnis lassen sie sich aber auch in der Nähe des Schreibtisches oder sonstwo anbringen: so als Hänge-

tasten über dem Eßtisch, als Birnentaste im Schlafzimmer, als Tretkontakt in der Portierloge u. dergl. m. Vergl. § 8.

Die Befestigung der Apparate geschieht gegen Holzwände mittels Anschrauben; bei Backsteinmauern werden an der gewählten Stelle Holzdübel eingegipst und, nachdem der Gips trocken geworden, wird der Apparat an diese festgeschraubt.

Zur Aufstellung der Batterie wählt man gern unbewohnte Räume (Kammern, Klosetts u. dergl.); um sie vor äußeren Beschädigungen oder Erschütterungen zu bewahren, ist dieselbe in einem festen Holzspind einzuschließen.

Zur Leitung des Stromes wird, wie oben erwähnt, umsponnener Kupferdraht von 0,8 bis 1,0 mm Stärke verwendet. Sind die Zimmer bereits tapeziert, so giebt man dem Drahte die Farbe der Tapete, damit er möglichst wenig ins Auge fällt. Während sich in feuchten Räumen Guttaperchadraht empfiehlt, hat sich an trockenen Orten in Wachs getränkte Baumwolle zur Umhüllung bewährt, weil Guttapercha in der Wärme leicht brüchig wird.

Die Befestigung der Drähte an der Wand erfolgt mittels verzinnter Eisenstifte in der Art, daß man den Draht um den Stift einmal umschlingt. Beim Einschlagen des Stiftes darf der Draht keinesfalls beschädigt werden. Da in den Korridoren in der Regel mehrere Drähte hinlaufen — was, beiläufig bemerkt, in etwa 0,5 m Abstand von der Decke geschieht —, so sollen dieselben überall je einen Centimeter voneinander entfernt bleiben. Man könnte die Drähte zwar in ein Bündel vereinigen, dies würde aber die Übersichtlichkeit der Leitung bedeutend vermindern und bei Reparaturen außerordentlich unbequem sein. Aus diesem Grunde legen manche Fabrikanten die Drähte nicht unter die Tapete und verkleben sie nicht, damit sie stets zugänglich bleiben. Wenn der Draht an der Bordüre und in gleichem Farbenton entlang geführt wird, macht er sich überdies kaum bemerkbar, aber die Enden, welche rechtwinkelig nach den Tasten und Apparaten hinuntergeführt werden, fallen mehr oder weniger ins Auge, selbst wenn sie die Farbe der Tapete haben.

Bei Neubauten werden kleine Rinnen in den Putz gezogen und dort, zur Sicherheit mit Guttaperchapapier umwickelt, eingelegt. Das Verputzen der Rinnen geschieht mit Gips oder magerem Kalk. — Wo die Drähte Gasröhren passieren, sind sie durch Unterlagen von Holz und Guttapercha gut zu isolieren.

Zur Durchführung der Drähte durch Wände werden Porzellan-Einführungstüllen gebraucht, und bei sehr feuchten Wänden wird die Leitung über Isolierrollen von Porzellan geführt.

Bei Herstellung von Drahtverbindungen und Abzweigungsstellen müssen die Enden von der Isolierung befreit, gut zusammengeflochten und dann wieder mit erwärmtem Guttaperchapapier sorgfältig umhüllt werden. Den Arbeitern ist das Befreien der Drahtenden von der Umhüllung mit einem Messer oder mit dem Schaber zu untersagen, weil dadurch leicht Brüche in die Drähte kommen, welche spätere Störungen veranlassen können: die Umspinnung muß vielmehr mittels der Flamme zerstört werden.

Die in Klemmen und unter die Knöpfe zu führenden Drahtenden werden ebenfalls von der Isolierung befreit und außerdem metallisch rein gekratzt.

Bei Anwendung von Birnentasten sind metallische Zuführungen wegen der häufigen Bewegung leicht dem Bruch ausgesetzt: aus diesem Grunde wendet man für genannten Zweck meistens Leitungsschnüre an, d. h. Seile aus dünnen Kupferdrähten, welche mit Seide umsponnen sind.

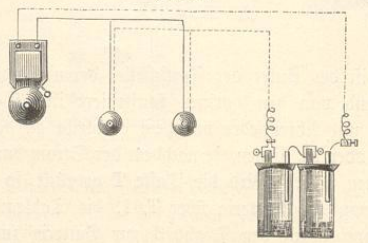
Läuft die Leitung eine kurze Strecke im Freien, etwa von einem Gebäudeflügel zum anderen, so bedient man sich des geteerten Guttaperchadrahtes; sind Stützpunkte an der Mauer vorhanden, so hängt man die Drähte in emaillierten Haken auf, während sie in der Mauer von einer Ebonitröhre (vulkanisiertem Kautschuk) umschlossen werden.

Zu längeren Luftleitungen wendet man gute, zähe Eisendrähte von 2,5 bis 4,0 mm Stärke an, die auf Isolatoren verlegt werden. Die Drähte werden nicht isoliert, wohl aber — zum Schutz gegen Witterungseinflüsse — verzinkt. Als Isolatoren werden Porzellanglocken verwendet, wie solche für die Staatstelegraphenleitungen in Gebrauch und allgemein bekannt sind. (Vergl. II. Kapitel, Fig. 132 und 132 a.)

Nachstehend geben wir einige Schemata einfacher elektrischer Telegraphen.

I. Fig. 400 stellt eine Batterie nebst Klingel und einer beliebigen Anzahl von Läutetasten dar.

Fig. 400.



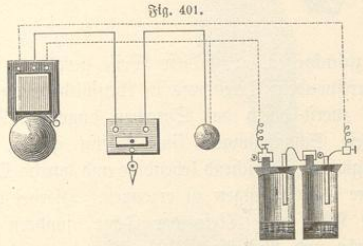
Der erste Leitungsdraht wird direkt vom Zinkpol des Elementes zu der Klingel geführt; der zweite Draht verbindet die Kontaktfedern sämtlicher Tasten (Knöpfe) mit dem positiven (Kohlen-) Pol der Batterie, der dritte Draht verbindet die Kontaktfedern mit der Klingel. Bei einem auf die Taste ausgeübten Druck geht also der Strom

vom Zinkpol durch die Glocke und die Taste zum Kohlenpol zurück.

Es können auch gleichzeitig mehrere Klingeln eingeschaltet werden, es wird dann mit der Ableitung der beiden Drähte, welche zu den anderen Klingeln führen, in derselben Weise verfahren.

II. Fig. 401 zeigt das Schema einer Anlage mit Fortschellklingel. Vom Zinkpol führt der Draht direkt

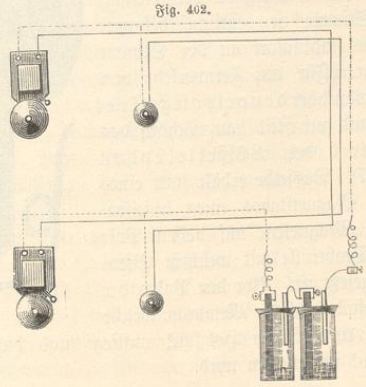
Fig. 401.



zur Glocke, der Draht vom Kohlenpol geht ebenfalls zur Glocke und ist auch zur Taste abgeleitet. Der zweite Tasterdraht geht durch den Ausschalter nach der mittleren Klemme der Glocke, in welcher durch Kontakt Schluß der Leitung hervorgebracht wird. Dieser Umschalter ist namentlich dann erforderlich, wenn statt der Taste ein Thürkontakt für Diebessicherung eingeschaltet ist, welcher zeitweise außer Thätigkeit gesetzt werden soll.

III. Schema für Korrespondenz-Leitung. Die Anlage, welche Fig. 402 darstellt, dient zur gegenseitigen

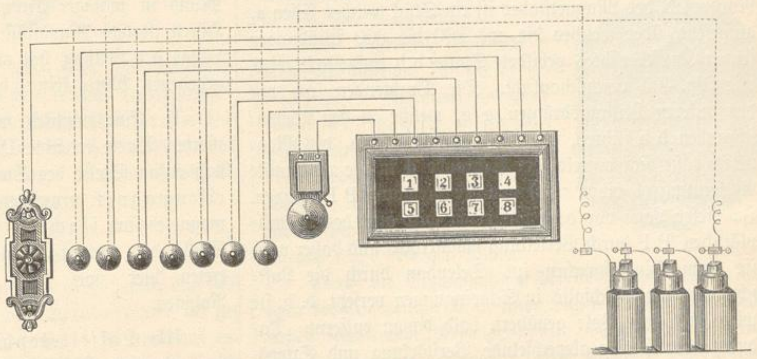
Fig. 402.



Verständigung von zwei entfernten Räumen in einer oder in zwei verschiedenen Etagen. Der Draht vom Zinkpol führt nach der Glocke der oberen Etage und nach der oberen Läutetaste, der Draht vom Kohlenpol nach der unteren Glocke und der unteren Taste. Von der zweiten Feder des unteren Knopfes führt ein Draht nach der oberen Glocke und umgekehrt von der zweiten Feder des oberen Knopfes nach der unteren Glocke. Durch einen Druck auf den unteren Knopf klingelt daher die obere Glocke und umgekehrt. Auf diese Weise läßt sich also mit Leichtigkeit ein Rückantwortsignal nach jeder der beiden Richtungen erteilen.

IV. Fig. 403 zeigt endlich ein Schema für Tableauanlagen. Der Draht wird vom Kohlenpol der Batterie nach sämtlichen Knöpfen geführt. Vom Zinkpol geht der Draht direkt nach der einen Polklemme des Glockenelektromagneten. Die erste Klemme auf der linken Seite des Tableaus ist die allgemeine, mit der Glocke verbundene,

Fig. 403.



während die übrigen Tableauklemmen mit den zugehörigen Drucktasten in den verschiedenen Zimmern der Etage und mit dem Zugkontakt der Entreethür in Verbindung stehen.

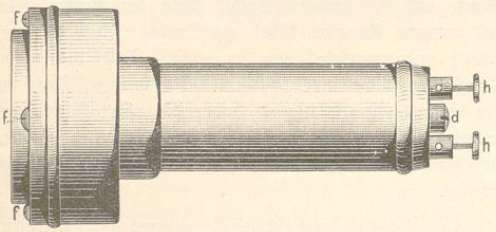
§ 10.

A. Telephonische Anlagen.

I. Alexander Graham Bell, Professor der Physiologie an der Universität zu Boston, nahm am 6. April 1875 sein erstes Patent auf Herstellung eines von ihm erfundenen sprechenden Telephons, welches durch Magnetinduktionsströme funktionierte und gerade deshalb eine außerordentliche Einfachheit und Handlichkeit zeigte. Dieser Apparat erfuhr im Laufe der nächsten Jahre noch mannigfache Verbesserungen, und Graham Bells letzte Versuche führten zu derjenigen Form, in welcher sein Telephon nach Europa gebracht wurde. Diese Konstruktion ist in Fig. 404 und 405 etwa in halber Naturgröße dargestellt.

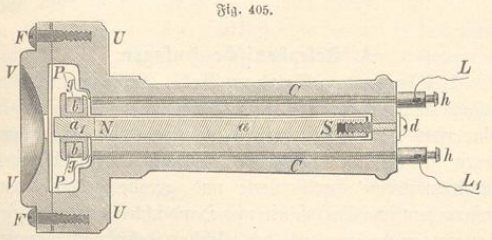
Auf dem dickeren Ende U U des ausgedrehten Holzrohres c c (Fig. 405) ist das Mundstück V V mit vier Schrauben f befestigt; in seinem Centrum befindet sich eine

Fig. 404.



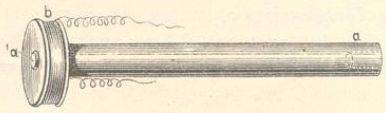
runde Öffnung von 15 mm Durchmesser, und zwischen V V und U U ist eine Membran p p von dünnem Eisenblech mit ihrem Rande festgeklemmt, während sie sich in der Mitte durchbiegen, also frei schwingen kann. In der Höhlung des Rohres c c liegt ein Stabmagnet a, der durch die Schraube d im Rohre festgehalten wird. Auf dem Nordpol N des Magnetstabes ist ein Stück weiches Eisen a_1 aufgesetzt, über welches die aus 800 bis 900 Windungen feinen Kupferdrahtes gebildete Spule b b aufgesteckt wird, wie Fig. 405 veranschaulicht. Die Drahtenden sind mit den dickeren Leitungsdrähten g g, welche zu den Klemmschrauben h h führen, verlötet. Das Polende a_1 des Magneten läßt sich mittels der Schraube d in die wirksamste Entfernung (1 bis 2 mm) von der Membran P P bringen. In dieser Lage vor dem Magneten wird auch das Metallplättchen P P durch Verteilung magnetisch, und daher wird sie beim Hineinsprechen ins Telephon durch die Luftschwingungen gleichfalls in Schwingungen versetzt, d. h. sie wird bald dem Pole genähert, bald davon entfernt. Dadurch aber ist eine abwechselnde Verstärkung und Schwächung des Magnetismus der schwingenden Membran bedingt, was wiederum Induktionsströme in den Windungen der Umwickelung zur Folge hat.

Fig. 405.



Die Enden L L des Spulendrahtes sind nun durch zwei Leitungsdrähte mit den Spulenenden des korrespondierenden Telephons verbunden: es umkreisen daher die Induktionsströme auch den Magnetpol des anderen Telephons, ziehen umgekehrt bei jeder Verstärkung der Anziehung das zugehörige Eisenblech näher an den Magnet heran und lassen es bei der darauf folgenden Schwächung

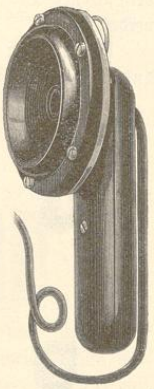
Fig. 406.



wieder zurückgehen. Auf diese Weise gerät die Membran des Korrespondenz-Telephons in ebensolche Schwingungen wie die zuerst durch das Sprechen angeregte Membran, und diese Schwingungen sind kräftig genug, um am Empfangsorte ausreichend lebendige und durchs Ohr wahrnehmbare Schwingungen zu erzeugen. Hierbei wird nicht nur die Höhe und Tiefe der Töne, sondern auch die Klangfarbe und Besonderheit der Stimme wiedergegeben. — Beim Hineinsprechen in das Telephon hält man den Mund in mäßiger Entfernung vom Mundstück und beim Hören ist das Mundstück fest aufs Ohr aufzusetzen. Die Länge der Leitung hat auf die Deutlichkeit der wiedergegebenen Worte keinen besonderen Einfluß.

II. Eine ungleich stärkere Wiedergabe der telephonierten Worte erreichte Dr. Werner Siemens dadurch, daß er an Stelle des Stabmagnetes einen kräftigen Hufeisenmagnet verwendete. An den Polen des Hufeisenmagnetes sind flache Eisenkerne aufgeschraubt und an Stelle der runden Spulen des Bell'schen Telephons treten hier zwei mit feinem Kupferdraht bewickelte Rahmen.

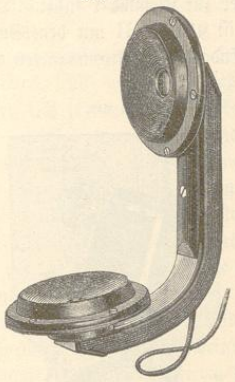
Fig. 407.



III. Löffeltelephone. Das vorbeschriebene Bell'sche Telephon wird „einpolig" genannt und findet für kurze Leitungen mit Vorteil Verwendung. Die Wiedergabe der menschlichen Stimme ist deutlich, bekannte Personen sind sofort an der Stimme erkennbar. Für den Fernverkehr verwendet man aber doppelpolige Telephone und zur Zeit hauptsächlich das gestielte oder Löffeltelephon (Fig. 407). Dasselbe erhält statt eines geraden Magnetstabes einen hufeisenförmigen Magneten, auf dessen Pole je eine Drahtrolle mit weichem Eisenkern aufgesetzt ist. Vor den Polen der Kerne befindet sich die Membran, welche auf dem cylindrischen Holzstück aufliegt und durch das Mundstück festgehalten wird.

IV. Doppeltelephon (Fig. 408). Das Doppeltelephon besteht aus zwei Löffeltelephonen, welche durch einen aus den Magneten gebildeten Bügel derartig miteinander verbunden sind, daß man beim Gebrauch gleichzeitig das eine Telephon zum Sprechen vor dem Munde und das

Fig. 408.



andere zum Hören am Ohre hat. Eine Leitungsschnur mit zwei Leitern ist unten aus dem Bügel herausgeführt. Das Doppeltelephon eignet sich insbesondere zur Einschaltung in Leitungen auf freier Strecke (für Telegraphen- und Eisenbahnbeamte u. s. w.). Der Anruf kann durch Signalpfeife, Batterie oder Induktor geschehen.

B. Das Mikrophon.

Die Erfindung des Mikrophons ging hervor aus dem Bestreben, die Deutlichkeit der Wiedergabe der gesprochenen Worte zu erhöhen, und — da jene mit der Länge der telephonischen Leitung abnahm — sie auch für weite Entfernungen nutzbar zu machen. Nun erzeugt die elastische Membran bei den Telephonen einen schwachen elektrischen Strom und giebt ihm die zur Wiedergabe der Schwankungen nötige Stärke. Es lag daher der Gedanke nahe, der Membran eine Hälfte ihrer Aufgabe abzunehmen und dem Telephonsystem die elektrische Energie eines konstanten Elementes zuzuführen, d. h. beständig einen elektrischen Strom kursieren zu lassen, in welchem die elastische Platte nur die erforderlichen Veränderungen hervorzubringen hat. Darauf beruht aber die Wirkung der Telephone.

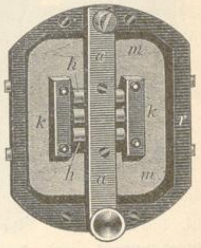
Der erste, dessen Versuche in diesem Sinne zum Ziele führten, war Professor **Hughes**, 1871; er nannte seinen Apparat „Mikrophon", und mit demselben konnte er Töne zartester Natur, die das unbewaffnete Ohr nicht erregen, deutlich vernehmbar machen. Das Prinzip, das dem Apparat zu Grunde liegt, ist einfach. Man denke sich einen Stromkreis an einer Stelle durchschnitten, doch so, daß die Enden in loser Berührung bleiben. An dieser Trennungsstelle findet ein durch die Leitung geschickter Strom erheblichen Widerstand (Übergangswiderstand). Aber auch die unbedeutendste Erschütterung an dieser Stelle bewirkt Änderungen im Übergangswiderstand und ruft dadurch Stromschwankungen hervor. Legt man nun die Trennungsstelle so an, daß die Schwingungen der Membran die Erschütterungen bewirken, so hat man den Zweck erreicht. — Hughes benutzte dieses Prinzip und schaltete in den Stromkreis einen losen Kohlenkontakt ein.

Das Mikrophon hat seit seiner Erfindung die bedeutendsten Wandlungen in Bezug auf seine Form durchgemacht.

Am meisten verbreitet sind in Deutschland, England, Niederland, Rußland die Mikrophone nach dem System **Bell-Blake**, während Frankreich und die südeuropäischen Staaten solche nach dem System **Ader** vorziehen.

Die zur Zeit gebräuchlichste Konstruktion des Mikrophons ist in Fig. 409 dargestellt.

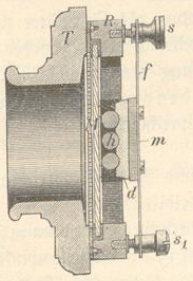
Fig. 409.



Der gußeiserne Rahmen r dient als Fassung für die Holzmembran m. Auf dieser sind zwei kleine Kohlenbalken kk befestigt, welche die Endzapfen der drei cylindrischen Kohlenstäbe h h h tragen, die mit hinreichendem Spielraum gelagert sind, damit sie sich leicht bewegen können.

Durch die Schwingungen der Membran werden aber auch die Kohlenstäbe h in ihren Lagern erschüttert, es entstehen schnarrende Nebengeräusche, welche die Übermittelung der Sprache verhindern. Eine bewährte Vorrichtung, um diesen Übelstand zu verhindern, wurde zuerst von der Firma Mix & Genest angegeben, hat auch ausgedehnte Anwen-

Fig. 410.

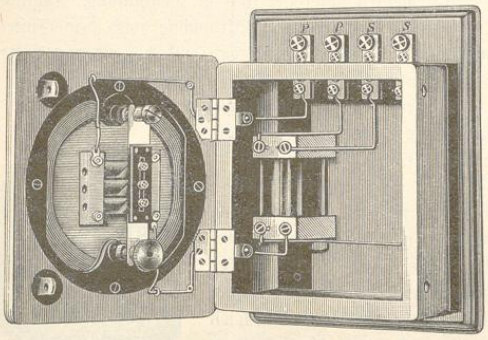


dung gefunden. Dieselbe ist aus vorstehendem Durchschnitt Fig. 410 ersichtlich, das Mikrophon ist durch vier Schrauben

an dem Kasten R befestigt, M ist eine auf Gummiband gelagerte Sprechplatte aus Tannenholz, welche hinter dem Sprechtrichter T angebracht ist. Die in dem Kohlenbalken gelagerten Kohlenstäbchen h werden durch die Blattfeder f und eine dazwischen geschobene Filzplatte d gegen die Sprechplatte M gedrückt, durch welche Anordnung die freie Bewegung der Kohlenstäbe gehindert wird. Durch die Schrauben s und s^1 läßt sich der Druck auf die Kohlenstäbe regulieren.

Das Mikrophon wird nun in einem Holzgehäuse (Fig. 411), und zwar auf der Rückwand der Thür desselben, die, wie jedes Telephongehäuse, mit einem Mundstück und einer durch die Thür gehenden Öffnung versehen

Fig. 411.



ist, untergebracht. Im Gehäuse befindet sich der Induktionsapparat und darüber die vier Zuleitungsklemmen. Die äußeren Klemmen sind mit den Thürscharnieren des Gehäuses und der primären Rolle verbunden, die inneren Klemmen stehen in Verbindung mit der sekundären Rolle der Leitung und der Rückleitung resp. der Erdleitung.

Nach den vorhergehenden Erörterungen gehören zu jedem eigentlichen Fernsprechsystem als Hauptapparate:

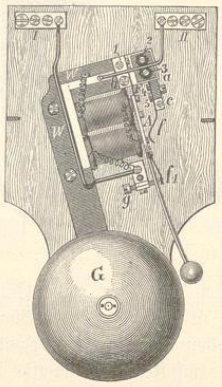
1) Das Mikrophon nebst Induktor als Sprechapparat (Sender) und
2) das Telephon als Fernhörer (Empfänger).

Zur Sicherstellung des Betriebes und zum Schutz gegen die Entladung atmosphärischer Elektrizität werden noch folgende Nebenapparate beigegeben:

1) Der Fernsprechwecker,
2) die Taste,
3) die Ein- und Ausschaltvorrichtung,
4) der Spindelblitzableiter.

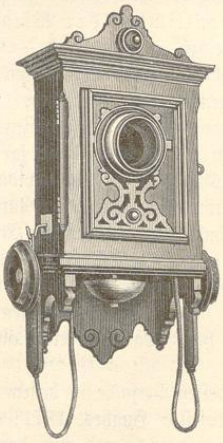
Der Fernsprechwecker ist oben in Fig. 412 dargestellt. Auf das Grundbrett ist ein Gußeisenwinkel W aufgeschraubt, welcher einerseits die Kerne des Elektromagneten und die Glockenständer, andererseits den Anker und einen Messingwinkel aufnimmt, an welchem durch die Schrauben 4 und 5 die Unterbrechungsfeder befestigt ist. Der auf die Blattfeder f geschraubte Anker trägt an seinem freien Ende den Glockenhammer und die sogenannte Ausschlußfeder f^1, welche bei angezogenem Anker die Kontaktschraube g berührt. An dem Messingwinkel liegt ein Ende der Windungen des Elektromagneten und mit Guttapercha isolierter Kupferdraht, der zur Klemme I führt. Durch einen ebensolchen Draht ist Klemme II mit dem Gußeisenwinkel und dem anderen Ende des Elektromagneten verbunden.

Fig. 412.



Tritt nun bei Klemme I ein Strom zu den Elektromagnetwindungen, so wird unter der Wirkung des Stromes

Fig. 413.



der Anker von den Kernen angezogen, wobei jede Ankeranziehung ein Anschlagen des Hammers an die Glocke G bedingt.

In Betreff der unter 2 bis 4 genannten Nebenapparate wird auf das Spezialwerk „Der technische Telegraphendienst von **O. Canter**“ verwiesen, in welchem der Leser auf Seite 271 auch die innere Anordnung eines vollständigen Fernsprechers abgebildet findet.

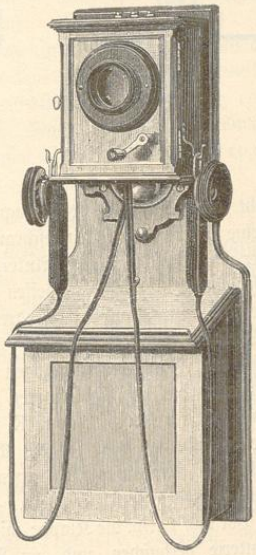
Gewöhnlich werden Telephon, Mikrophon und Klingel auf Holzkästen fertig montiert, wie solches durch Fig. 413 ersichtlich gemacht ist.

Solche Zusammenfassungen des Telephons, Mikrophons und Weckers sind gewöhnlich sehr komplizierter Natur und ändern sich je nach dem besonderen Zweck, der bei der Anlage verfolgt wird. Die erschöpfende Darstellung dieser mannigfachen Kombinationen ist für den Baumeister ohne Wert und bleibt dem eventuellen Studium des eingangs genannten Spezialwerkes überlassen. Von größerem Wert ist die Kenntnis der gebräuchlichen Ausführungsformen der Fernsprecher und die Methode ihrer zweckmäßigen Aufstellung.

Im Nachstehenden geben wir Abbildungen der gebräuchlichsten Formen von Fernsprecheinrichtungen, wie solche jetzt u. a. von der bekannten Firma **Mix & Genest,** Aktiengesellschaft in Berlin, in den Handel gebracht werden.

Fig. 414 ist das Modell, nach welchem die Fernsprechapparate der Reichspost mit Wecker, Telephon und Mikrophon für Batteriestrom gebaut werden.

Fig. 414.

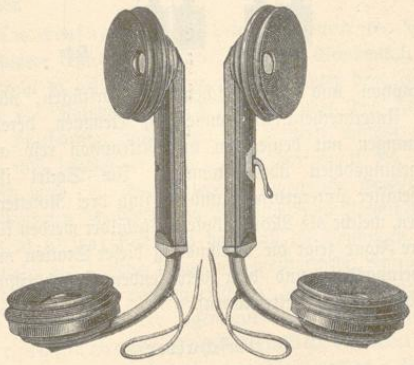


Außer den gewöhnlichen Telephonstationen kommen aber auch transportable Telephonapparate zur Anwendung. Denn die Unbequemlichkeit, welche damit verbunden ist, bei einem an der Wand angebrachten Apparat in unbequemer Stellung längere Zeit zu verharren, verleidete vielen Personen den Gebrauch des Telephons und machte die Benutzung desselben durch kranke oder gelähmte Personen unmöglich.

Solche transportabe Sprechapparate, je aus einem Mikrophon und Telephon bestehend, wurden zuerst 1886 von der Firma Mix & Genest konstruiert und im Laufe der Jahre technisch zur hohen Vervollkommenheit gebracht, auch in der äußeren Form so gestaltet, daß das Telephon zu einem bequemen Verkehrsmittel geworden ist. Dieselben bestehen aus dem eigentlichen Sprechapparat (Mikrophon) und den nötigen Zubehörstücken.

Das in Fig. 415 dargestellte Mikrophon besteht aus einem Löffeltelephon (vergl. Fig. 408 auf S. 413) und einem mittels eines gebogenen Metallrohres an dasselbe angesetzten Mikrophon. Das letztere besitzt die Einrichtung, welche für transportable Apparate bestimmt ist. Eine aus dem gebogenen Metallrohr heraustretende Leitungsschnur enthält vier voneinander entfernte Schnüre, von denen zwei zum Telephon und zwei zum Mikrophon führen.

Fig. 415. Fig. 416.



Das Mikrophon (Fig. 416) unterscheidet sich von dem vorstehenden Apparat durch den am Handgriff des Löffeltelephons bestehenden Umschalter, welcher zwischen den Magnetschenkeln des Telephons untergebracht ist. Dieser Umschalter besteht aus zwei voneinander isolierten Federn, von denen die eine mit einem Ruhekontakt in Verbindung gesetzt ist.

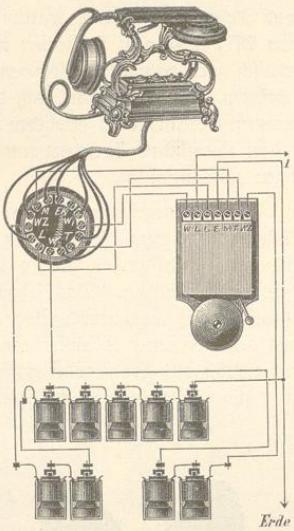
Die Zubehörstücke zu den Mikrotelephonen werden im allgemeinen in derselben Weise hergestellt, wie wir sie bei den Telephonstationen kennen gelernt haben und befinden sich in Holzkästen, ähnlich denjenigen für Telephonstationen; sie enthalten die schon bekannten Apparate.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die vollständigen Apparate.

Das Tischtelephon (Fig. 417) besteht aus einem Stativ von vergoldeter Bronze auf schwarzem Sockel und ebensolchen Beschlägen und Metallfüßen, einem vergoldeten

Fig. 417.



Mikrophon und den üblichen Zubehörstücken, nämlich: einer Unterbrecherglocke, sowie fünf Klemmen, deren Bezeichnungen mit denjenigen am Mikrophon resp. an den Kuppelungsdosen übereinstimmen. Im Sockel ist der Morsetaster untergebracht und es sind drei Rosetten vorhanden, welche als Morseknöpfe ausgebildet werden können. Unsere Figur zeigt die Verbindung dieser Station mit der Kuppelungsdose und dem betreffenden Zubehörstück für Fernbetrieb mit Batterieanruf.

Umschalter.

Außer den in § 8 beschriebenen Umschaltern sind im Telephonverkehr Umschalter erforderlich, welche dazu dienen, mehrere selbständige Leitungen miteinander in Verbindung zu bringen.

Fig. 418.

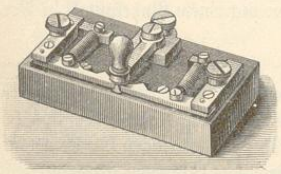


Fig. 419.

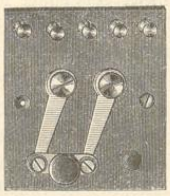
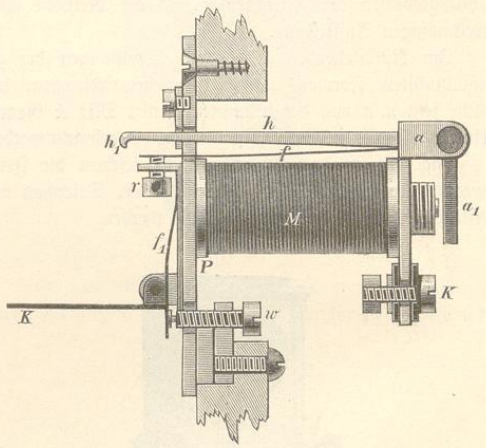


Fig. 418 zeigt einen bei Telephonanlagen gebräuchlichen Kurbelumschalter, er gleicht im Prinzip dem in Fig. 391[a] dargestellten Umschalter.

Der Stromwender (Fig. 419) besteht aus zwei zusammengesetzten Umschaltern, die durch eine Querschiene mit Handgriff derartig verbunden sind, daß die Kurbeln stets in paralleler Stellung bleiben und gleichzeitig bewegt werden können.

Centralumschalter (Klappenschrank). Für Fernsprechanlagen in Städten und größeren Etablissements ist — zwecks Verbindung einzelner Stationen unter einander — ein Centralumschalter erforderlich, in welchem die einzelnen Leitungen der Seitenstationen dort nach Bedarf unter einander verbunden werden. Die Grundlage des Klappenschrankes bildet die in Fig. 420 dargestellte Signalklappe K.

Fig. 420.

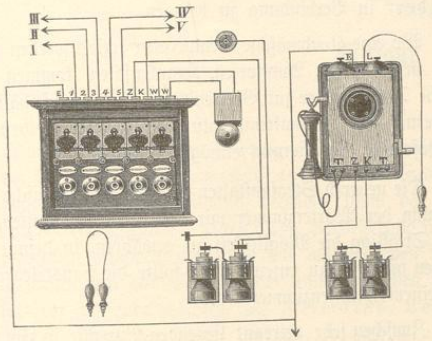


Dieselbe besteht aus einem Hufeisenmagnet M, dessen Schenkel in eine Eisenplatte P eingeschraubt sind. a ist der Ankerträger, a_1 der bewegliche Anker. Derselbe ist mit einem Messinghebel h verbunden, dessen Ende h_1 hakenförmig gestaltet ist. Die Klappe K ist drehbar und kann in senkrechte Stellung gebracht werden. So lange der Anker a_1 nicht vom Magneten angezogen ist, bleibt die Platte in vertikaler Stellung, im anderen Falle geht der Haken h_1 in die Höhe und die Klappe K fällt durch ihr Gewicht in die dargestellte Lage. Ist die Klappe gefallen, so drückt dieselbe die Kontaktfeder f_1 gegen die Kontaktschraube w und es tritt Berührung ein. Wird nun w mit dem einen Pol und f resp. die Klappe mit dem anderen Pol einer Batterie verbunden und ein Wecker in den Stromkreis eingeschaltet, so ertönt dieser so lange, als eine Klappe des Klappenschrankes sich in horizontaler Lage befindet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 421 stellt eine Umschaltstation mit Klappenschrank für mehrere Stationen mit Induktoranruf dar. Wenn nun z. B. auf Station 1 ein Induktionsstrom erregt wird, so fällt die betreffende Klappe des Umschalters

Fig. 421.



und schließt einen Batteriestromkreis für den Wecker. Zunächst wird nun das in der Figur angeordnete Stationstelephon durch Einsetzen eines Stöpsels mit dem Anrufer verbunden. Dieser nennt die mit ihm zu verbindende Nummer III. Die Verbindung zwischen 1 und III wird sodann durch das Einsetzen zweier mittels Leitungsschnur verbundenen Stöpsel hergestellt und nach Beendigung des Gespräches gelöst.

Der wißbegierige Leser, welcher sich auch über diese Anordnung informieren will, welche auf den Vermittelungsämtern der Reichstelegraphenverwaltung vorkommt, findet das zeichnerische Material nebst Beschreibung in dem hier vielfach genannten Werke von Mix & Genest, S. 157.

Sprechzellen.

Da alle Nebengeräusche im Sprechraum der Telephonanlagen die Fernwirkung erheblich stören, andererseits der Sprechende belauscht werden kann, so hat man, um den Sprecher möglichst vor Störungen zu bewahren, besondere Sprechzellen eingerichtet. Es ist nun ziemlich schwierig, alle die Anforderungen, die an die Konstruktion solcher Zellen gestellt werden können, zu erfüllen, als da sind:

a) Schalldichte Konstruktionen sämtlicher Umschließungswände,
b) ununterbrochene Lüftung der Zelle,
c) eine zum Lesen und Schreiben ausreichende Beleuchtung.

Die Entlüftungsrohre dürfen jedoch mit anderen Räumen des Hauses nicht in Verbindung stehen, noch unbekleidet ins Freie münden, sondern sollen mit den im ersten Abschnitt besprochenen „Windkappen“ verschlossen sein. — Die Innenwände der Zelle sowie die Zugangsthür einschließlich der Falze sind zu polstern.

Die Telephonleitung.

Die Details der Anlage richten sich nach der Längenausdehnung der Leitung und nach den lokalen Bedürfnissen. Für lange Entfernungen empfiehlt sich eine oberirdische Leitung aus 1 mm starkem, verzinktem Eisendraht[1]) oder Stahldraht oder solcher aus Kupferbronze und Silicium-Silberbronze auf Isolatoren.

Als Leitungsmaterial in bedeckten Räumen dient Doppeldraht. Im Freien, also für die Luftleitung, kommt verzinkter Eisendraht oder Kupferbronzedraht, 2 mm stark, zur Verwendung.

Diese Leitungsdrähte werden an Porzellan-Isolatoren befestigt. Vergl. zweites Kapitel, Elektrische Beleuchtung, § 12. Da das Porzellan ein Nichtleiter ist, wird der außerhalb um die Glocke geschlungene Draht vollständig isoliert. Diese Glocken werden an Mauern, Dachgesimsen, Dachfirsten oder eisernen Telephongestängen befestigt. Im Holz werden die Enden der Glockenstützen eingeschraubt, im Mauerwerk eingegipst und bei eisernen Gestängen angeschraubt.

Die Einführung der Leitungen durch die Mauer ins Innere erfordert besondere Vorsicht. Gewöhnlich wird der Draht so geführt, daß er oberhalb unter dem Fensterbogen das Rahmenholz des Fensters oder das Fensterfutter durchdringt und dann im Innern aufwärts zur Decke und sodann je nach Bedarf horizontal bis dahin geführt wird, wo das Telephon angebracht werden soll. Das Einlegen der Drähte in Putzrillen und Verputzen derselben ist unstatthaft, ja man soll die Leitungen sogar nicht unter die Tapeten legen, weil hierdurch die Auffindung von Fehlern in der Leitung erschwert wird. Für besondere Fälle benutzt man die sogenannten Isolierleitungsrohre System **Bergmann,** vergl. Seite 315, die weder durch Säuren noch durch Ätzkalk angegriffen werden. Mittels solcher Rohre kann man Drähte sicher verlegen und gegen Temperatureinwirkungen schützen.

Die Verbindung zweier isolierten Hausleitungen geschieht in der Weise, daß man die beiden zu verbindenden Enden von der isolierenden Umkleidung befreit, mit Schmirgelpapier blank macht, sie in entgegengesetzter Richtung nebeneinander legt und fest zusammendreht (würgt). Die blanke Verbindungsstelle wird dann noch mit Guttaperchapapier spiralförmig umwickelt. Ähnlich ist das Verfahren, wenn eine Haupt- und eine Nebenleitung zusammentreffen.

1) Wo der Draht Stößen ausgesetzt ist, wird er 1,5 bis 2 mm dick genommen.

Die Erdleitung. In Häusern mit Wasserleitung bietet diese eine bequem zu erreichende Rückleitung. Der Erddraht des Apparates wird nämlich an das nächste Wasserrohr geführt, mehrere Mal herumgewunden und dann festgelötet.

Wo Wasserleitung nicht im Hause vorhanden ist, da werden die mit der Erde zu verbindenden Leitungen bis in das Grundwasser hinabgeführt oder, wo ein Brunnen vorhanden ist, in den Kessel des Hausbrunnens hinabgeleitet. Zu dem Ende wird aus mehreren 2,5 mm dicken, verzinkten Eisendrähten ein Seil geflochten, das eine Ende zu einem Ringe gewickelt und dieser in den Brunnen gesenkt. Dies Seil wird andererseits bis ins Gebäude eingeleitet und dort mit einem Kupferdraht verlötet, der mit den telephonischen Apparaten an Stelle der Rückleitung in Verbindung gebracht wird.

Statt der Drahtseile kann man auch ein Drahtnetz verwenden, dessen Maschen an das Erdleitungsseil angeflochten sind (Vergl. Mix & Geneſt, Fig. 65).

Resumé. Die elektrischen Haustelegraphen bieten neben der Zeitersparnis eine mannigfache und interessante Benutzung zu verschiedenen Zwecken. Durch dem Auge unsichtbare, an den Thüren und Fenstern angebrachte Vorrichtungen wird das Öffnen derselben bis in entfernte Räume signalisiert und bildet so eine schätzbare Einrichtung als Diebessicherung.

Die Pflicht, in den Fabriken für Sicherheit der Arbeiter dadurch Sorge zu tragen, daß eine direkte Verbindung der Arbeitssäle mit dem Maschinenraum hergestellt und so bei eintretender Gefahr eine schnelle Benachrichtigung herbeigeführt wird, kann durch die Anwendung pneumatischer oder elektrischer Telegraphen ohne sonderlichen Kostenaufwand erfüllt werden. — Für große Etablissements empfiehlt es sich, mit der Leitung sicher wirkende „Feuermelder“ in Verbindung zu bringen.

Wo eine gleichmäßige Temperatur erzielt werden muß, wie in Theatern, Auditorien, Krankensälen, kommen elektrische Thermometer zur Verwendung, welche selbstthätig die Änderung der Normaltemperatur dem Heizer melden und die sofortige Regulierung ermöglichen.

Die neueren Strafanstalten erhalten telegraphische Verbindung der Wärterzimmer mit den Gefangenenzellen, um dem Sträfling die Möglichkeit zu gewähren, in dringenden Fällen um Hilfe zu rufen. Auch sollte die Haustelegraphie in keinem Krankenzimmer fehlen.

Zwischen sehr getrennt liegenden Bureaux in Fabriken wie in sonstigen öffentlichen Anstalten wird mit Vorteil der elektrische Strom benutzt, da er mit gleicher Sicherheit über wie unter der Erde wirkt und weit entfernt liegende Räume im Augenblick durch Signale verbindet. Endlich ist die direkte Verständigung zweier beliebiger Stationen eines großen Gebäudekomplexes durch Anwendung der Telephone mit Rufsignal ohne große Kosten geboten, wodurch die schwer zu bedienende und kostspielige Feuerwehr-Telegraphie sich zweckmäßig ersetzen läßt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Siebentes Kapitel.

Anlage der Blitzableiter.

§ 26.

Die erste Anleitung zur Anfertigung von Blitzableitern gab der Amerikaner Benjamin Franklin, indessen dürfte eine ausgedehntere Anwendung derselben kaum vor dem Jahre 1760 stattgefunden haben. Die Verbesserungen, die sie inzwischen erfahren, verdanken wir nachstehenden Physikern, welche sich das Studium der atmosphärischen Elektrizität zur Aufgabe machten, als Reimarus, Léroy, Beccaria, Watson, Gay-Lussac, Arago u. a.

Litteratur.

Kuhn, Handbuch der angewandten Elektrizitätslehre. Leipzig 1866.
Müller, Dr. Joh., Lehrbuch der kosmischen Physik. 1856 u. 1868.
Buchner, Konstruktion und Anlage der Blitzableiter. Weimar 1876.
Holtz, Theorie der Blitzableiter. Greifswald 1878.
Meidinger, Heinr., Geschichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888.
Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1896, S. 471—473.

Wenn eine elektrische Wolke über dem Erdboden schwebt, so wird sie verteilend auf denselben wirken; die der Wolke gleichnamige Elektrizität wird abgestoßen, die ungleichnamige angezogen und in allen Leitern und Halbleitern, die sich über die Erde erheben, wird diese angehäuft werden. Ist die elektrische Wolke nahe und die durch sie bewirkte Ladung irgend eines dieser leitenden Gegenstände stark genug, so schlägt der Blitz direkt zwischen ihnen über. Alles, was sich über die Ebene erhebt, ist daher dem Blitzschlag ausgesetzt.

Die Gebäude sind nun in der Regel aus Steinen, Holz und Metall aufgeführt, d. h. aus Substanzen von sehr ungleicher Leitungsfähigkeit. Wenn der Blitz einschlägt, trifft er aber vorzugsweise die besseren Leiter und die höchsten Stellen der Gebäude, wobei die mechanischen Wirkungen sehr heftige sind. Blitzableiter werden daher an den höchsten Stellen der Gebäude angebracht, und da der Blitz vorzugsweise Metalle trifft, so ist mit Sicherheit zu schließen, daß — wenn ein metallischer Ableiter den höchsten Punkt eines Gebäudes bildet — er diese Metallmasse treffen wird. Der Blitzableiter muß möglichst mit allen Leitern verbunden und durch eine ununterbrochene Leitung in das Wasser oder in den feuchten Boden hinabgeführt werden.

Die einzelnen Teile, aus denen ein Blitzableiter besteht, sind: a) die Auffangstange mit feiner Spitze, b) die oberirdische Leitung von da bis zum Erdboden (Dach- und Wandleitung) und c) die Bodenleitung. Wenn von der Spitze bis zum unteren Ende keine Unterbrechung in der Leitung stattfindet, dann werden die verbundenen Elektrizitäten des Stabes und der Leitung durch die über dem Blitzableiter schwebenden Gewitterwolken zerlegt, die gleichnamige Elektrizität wird abgestoßen und kann sich in den Boden verbreiten, die entgegengesetzte wird nach der Spitze gezogen, wo sie frei in die Luft ausströmen kann. Hierbei ist keine Anhäufung von Elektrizität im Blitzableiter möglich; man kann sich ihm ohne Gefahr nähern und ihn berühren.

Ist dagegen die Leitung unterbrochen oder unvollkommen, so ist eine Anhäufung von Elektrizität im Blitzableiter unvermeidlich; er bildet dann einen geladenen Konduktor, aus dem man Funken ziehen kann.

Ist endlich nur die Spitze stumpf, so kann der Blitz zwar leichter einschlagen, er wird aber der Leitung folgen und dem Gebäude nicht schaden.

Hieraus ergeben sich nun folgende **Konstruktionsregeln:**

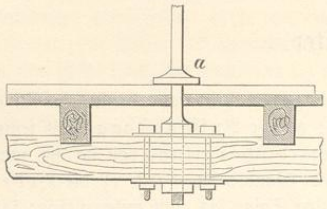
1) Die Spitze der Auffangstange soll aus einem möglichst gut leitenden, oxydfreien und den elektrischen Wärmewirkungen Widerstand leistenden Metall bestehen. In Frankreich werden nach Gay-Lussacs Vorschrift gewöhnlich Platinnadeln dazu angewendet, die man direkt an die Auffangstange oder in einen Messingkegel einlötet und diesen mit der Stange selbst verbindet. Wegen der geringeren Leitungsfähigkeit des Platins stellt man bei uns die Spitzen von Rotkupfer her und vergoldet dieselben. Nach Kuhns Vorschlag sollten jedoch Silberspitzen in Anwendung kommen, weil Silber billiger als Platin ist und sich eine solche Spitze nicht viel teurer stellt als eine dergleichen von vergoldetem Kupfer.

2) Die Auffangstange wird gewöhnlich von rundem oder Quadrateisen, seltener von Gasrohr hergestellt. Der Durchmesser soll am oberen Ende 2 cm betragen und nach unten hin bis auf etwa 4 cm verstärkt werden, damit die Stange sich bei Stürmen nicht biegen kann. Aus diesem

Grunde darf die Auffangstange wegen der soliden Befestigung nicht viel über 4 bis 5 m Höhe erhalten.

In der Regel geschieht die Befestigung derselben unter der First, und wo ein Firsträhm vorhanden, wie in Fig. 422, da kann die Anbringung bequem gegen dieses

Fig. 422.



erfolgen; der angelötete Blechschirm a dient dann zur Ableitung für das an der Stange herabfließende Regenwasser. Kommt die Stange jedoch auf den Endpunkt der Firstlinie des Daches zu stehen, dann wird dieselbe unterhalb an drei pyramidal auslaufenden Stützen mit den Gratsparren und der Firstpfette durch Schraubenbolzen verbunden.

Wo eine Firstpfette nicht vorhanden ist, da kann die Stange nach Fig. 423 mittels zweier starken Ringe b und c gegen ein in das Dachgespärre eingelassenes Holzstück

Fig. 423.

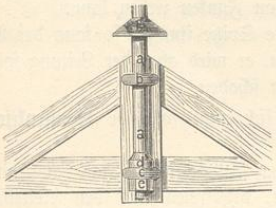
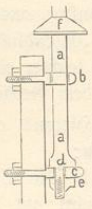


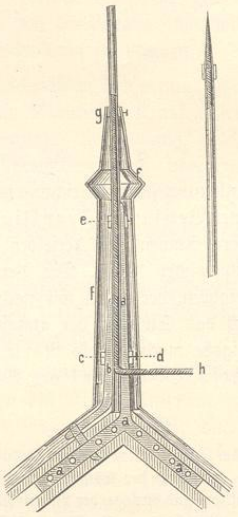
Fig. 424.



befestigt werden. Die Ringe sind mit Bolzen und Muttern an der Zange festgeschraubt, wie Fig. 424 in der Seitenansicht zeigt, und die Stange selbst trägt ein unteres Gewinde, auf welches die Mutter e geschraubt wird.

Verwendet man zur Auffangstange schmiedeeisernes Rohr, durch welches das Leitungsseil hindurchgezogen ist, so wird die Befestigung leicht und rasch auszuführen sein, indem eine Spitze a von innen gegen die Stirnseite der Sparren genagelt und außerdem auf die obere Sparrenfläche je ein langer Winkel b befestigt wird, wie Fig. 425 zeigt. Zwischen diese Eisen wird das Auffangrohr eingeklemmt und durch Antreiben der Ringe c vollkommen festgehalten. Ein verzierter Zinkmantel, dessen oberes Ende g durch einen Ring um die Stange festgehalten wird, verdeckt dann die Konstruktion und schützt gegen Eindringen des Regenwassers in das Dach; das Drahtseil geht entweder unter dem Mantel hindurch oder durchbricht denselben seitlich.

Fig. 425.



Bei Gebäuden, in deren Bodenraum eine bedeutende Anhäufung von Metallteilen stattfindet, ist es richtiger, die Auffangstange auf einer die First überragenden Holzstütze zu befestigen. Dies kann nach Fig. 426 mittels

Fig. 425 b.

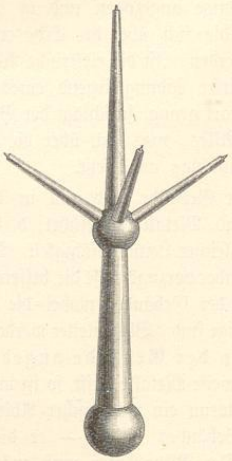


Fig. 425a



umgelegter Bänder und Schraubenbolzen geschehen. Die Verbindung der Stange mit der Leitung soll dabei eine möglichst innige sein, d. h. die zu verbindenden Flächen

sind metallisch rein zu feilen und zu verlöten. Ähnlich ist die Befestigung auf einer Helmstange von Holz herzustellen.

Außer den bereits beschriebenen, kegelförmig zugespitzten Kupfercylindern verwendet man auch die in Fig. 425a dargestellte Variation. Der untere Teil derselben ist mit einem Muttergewinde für 19 mm Gasrohr versehen. Die Auffangstange bildet hier einen leitenden Teil des Blitzableiters.

Auch die sogenannte Stachelspitze (Fig. 425b) kommt zur Verwendung. Dieselbe besteht aus einem kegelförmigen Stab, der mit zwei Kugeln versehen ist; die untere Kugel hat wiederum das entsprechende Muttergewinde zur Aufnahme der Spitze, während in die obere Kugel vier kegelförmige Stacheln mit Platinspitze eingeschraubt sind.

Fig. 426.



Wird auf dem Gebäude eine Flaggenstange aufgestellt, so hat man an dieser die Leitung hochzuführen und die Spitze auf dem Kranze oder Knopfe der Stange zu befestigen (Fig. 427). Besteht dieser Knopf aus Metall, so pflegt man oberhalb die Spitze und unterhalb die Leitung direkt anzulöten. Ähnlich verfährt man bei Turmspitzen.

Fig. 427.



Windfahnen dürfen nur dann als Auffangstangen benutzt werden, wenn der metallene Schaft der Stange durch den Drehpunkt der Fahne nicht unterbrochen ist, d. h. die Fahne muß die Stange hülsenähnlich umfassen.

Bei Schornsteinen wird die Auffangstange mit drei oder vier Ansätzen versehen, welche in das Wangengemäuer eingebunden werden, um der Auffangstange einen festgesicherten Halt zu geben. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Spitze nicht aus Messing oder Rotguß besteht (weil diese Materialien durch den Rauch stark angegriffen werden), sondern von gewalztem Kupfer, welches im Feuer vergoldet und mit einer 3 cm langen Platinspitze versehen ist, die mit Silber aufgelötet wurde. — Treten die Schornsteine wenig über die Dachfirst hinaus, so genügt eine kurze Auffangstange; indessen begnügt man sich meist damit, die Leitung über den Schornstein hinwegzuziehen. Als Leitung empfiehlt sich in diesem Falle wegen der Raucheinwirkung nicht ein Kupferseil, sondern ein solches von verzinktem Eisendraht, was vom Rauch nicht angegriffen wird. Am besten aber dürfte es sein, bei höher geführten Schornsteinen die Auffangstange an der Westseite derselben anzubringen und das Drahtseil erst 9 bis 10 Schichten unter dem Kopf derselben beginnen zu lassen, so daß es der Raucheinwirkung entzogen ist. In allen Fällen soll die Befestigung derartig sein, daß die Stange der Gewalt des Sturmes widerstehen kann.

Der Schutzkreis. Von der physikalischen Sektion der französischen Akademie der Wissenschaften wurde in Bezug auf die Länge der Auffangstange als Grundsatz festgestellt: daß jede Stange um sich her einen Umkreis beschütze, dessen Radius das Doppelte ihrer Höhe beträgt, d. h. der Durchmesser des Wirkungskreises eines Blitzableiters ist gleich der vierfachen Höhendifferenz der Spitze über dem höchsten Teile des Gebäudes.

Nach diesem Grundsatz ist für jede besondere Anlage die Höhe und Anzahl der Auffangstangen festzustellen und dabei auf deren richtige Anordnung die größte Aufmerksamkeit zu richten. Bei einem Gebäude von 30 m Länge genügt also eine Auffangstange von 4 m Höhe. Bei längeren Gebäuden sind mehrere Auffangstangen erforderlich, weil anderenfalls technische Schwierigkeiten hinsichtlich der soliden Befestigung entstehen würden.

Buchner hat in seinem Werke über Blitzableiter ein Schema für Anzahl und Länge der Auffangstangen gegeben. Hiernach erhält ein Gebäude von 100 m Länge zweckmäßig fünf Auffangstangen von je 5 m Höhe, und zwar eine auf der Mitte und die übrigen in je 10 m Abstand voneinander. Besteht jedoch das Gebäude aus Teilen von verschiedener Höhe und Tiefe, und reichen die an dem Hauptgebäude aufgestellten Blitzableiter für den Schutz niedriger gelegener Anbauten nicht aus, so müssen diese nach dem oben aufgestellten Grundsatz mit eigenen Blitzableitern versehen werden.

Bei Kirchen mit zwei Türmen an der Westfassade erhält jede Turmspitze eine Auffangstange, und wenn ein Dachreiter auf der Vierung vorhanden ist, wird man auch diesen mit einer solchen versehen. Fehlt der Vierungsturm, so muß bei größerer Ausdehnung des Langschiffes auch dieses mit einer Auffangstange — etwa am Chorschluß — versehen werden, es sei denn, daß der Höhenabstand der Turmspitze von der First des Kirchendaches mehr beträgt als die Länge des Kirchenschiffes. Bei größerer Ausdehnung ist die Anzahl und Höhe nach dem Schutzkreise zu bestimmen. Übrigens sind sämtliche Auffangstangen untereinander zu verbinden und die Dach- und Wandleitung ist an geeigneten Stellen des Gebäudes zur Erde hinabzuführen. Dabei empfiehlt es sich, beide, die Turmleitung und die Kirchenleitung, direkt ins Wasser zu führen oder, wenn nur eine Bodenleitung möglich wäre, dieselbe in der Nähe der Türme herzustellen.

Eiserne Dachkonstruktionen, Metallbedachungen, Traufrinnen u. dergl. müssen unter sich und mit dem Blitzableiter durch Nebenleitungen so verbunden werden, daß

sie selbst einen Teil des Blitzableiters bilden. Allgemeine Regeln lassen sich dafür nicht geben, vielmehr ist in jedem einzelnen vorliegenden Falle die geeignete Anordnung nach den obwaltenden Umständen zu treffen.

3) Die „Leitung", d. h. die metallische Verbindung zwischen der Spitze und dem Grundwasser, wird heutzutage kaum noch aus Quadrat- oder Flacheisen hergestellt. Man wählt dazu vielmehr, wegen der bequemeren Anbringung, Kupferdraht von 7 bis 8 mm Durchmesser oder verzinkten, Eisendraht, welcher letztere, wegen der geringeren Leitungsfähigkeit des Eisens,[1]) etwa 13 mm, höchstens den doppelten Durchmesser der Kupferdrahtleitung erhält. Da die Leitung nicht aus einem zusammenhängenden Stück bestehen kann, stellt man dieselbe neuerdings, im Sinne der bequemeren Arbeit, aus Drahtseil her. Man benutzt dazu Seile, welche aus neun resp. zwölf Stück 2 mm dicken Kupferdrähten geflochten sind, wie solche durch Fig. 428 und 429 dargestellt werden, oder man benutzt Drahtseile aus 28 Stück

Fig. 428.



Fig. 429.



Fig. 430.



verzinkten Eisendrähten (Fig. 430). — Bei sehr langen Leitungen und hauptsächlich da, wo die Bodenleitung aus örtlichen Gründen eine größere Ausdehnung erhalten muß, werden die vorgenannten Querschnittsdimensionen noch zu vergrößern sein, denn der Durchmesser der Leitung ist auch von deren Länge abhängig. Ist nämlich der Querschnitt der Drähte zu gering, so setzt er dem elektrischen Strom einen zu großen Widerstand entgegen, wobei der Draht bis zum Schmelzen erhitzt werden kann[2]) und eine Entladung des Blitzes ins Innere des Gebäudes oder in die darin enthaltenen Metallteile (Träger, Säulen, Röhren) zu erwarten steht. Darum kann ein schwacher Blitzableiter sehr gefährlich werden.

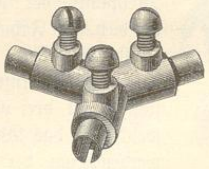
Da nun in einer unvollkommenen oder unterbrochenen Leitung, wie eingangs erwähnt wurde, Anhäufung der Elektrizität unvermeidlich ist, so muß auf die korrekte Herstellung der Leitung das größte Gewicht gelegt werden: alle Verbindungen sind daher sorgfältig zu löten; Kupferdrähte sind 5 cm übereinander gelegt zu verlöten und mit einer über die Lötstelle festgeschobenen Hülse aus Kupferrohr zu schützen, um die Bildung galvanischer Ströme, die an der Lötstelle unter Einfluß atmosphärischer Feuchtigkeit leicht entstehen können, zu verhindern. Bei Drahtseilen werden die zu verbindenden Enden 16 bis 20 cm lang aufgedreht, aufs neue verflochten, dann gut verlötet und die Lötstelle mit Mennige gestrichen. Auch mit der Auffangstange ist der Draht oder das Drahtseil zu verlöten. Dies geschieht in der Art, daß man um die Stange eine eiserne Klammer legt und in diese den Draht, bezw. das Drahtseilende einlötet, wobei die Lötstelle angemessen zu schützen und dann die Leitung über die Dachfirst hin, an der Dachschräge entlang, auf kurzem Wege an den Gebäudefronten hinab und in das Grundwasser oder in einen nahe gelegenen Brunnen zu führen ist.

Man läßt der Oxydation wegen die Leitung nicht auf der Dachfläche aufliegen, sondern führt und befestigt sie auf Stützen von verzinktem (sogenannten galvanisierten) Rundeisen, welche in Entfernungen von 4 bis 5 m angebracht und einfach in den Dachsparren eingetrieben werden. Das obere Ende ist mit einer Öse zur Aufnahme des Drahtes bezw. des Drahtseiles versehen. Bestehen die Sparren aus Eisen, so muß die Verbindung durch Nieten oder Verschrauben hergestellt werden. Drahtseile befestigt man auch auf 10 cm starken Stützen von Quadrateisen, deren zugespitztes Ende in das Holzwerk des Daches eingeschlagen wird, während das obere Ende eine mit zwei Schrauben versehene „Klemmbacke" besitzt, in welche das Leitungsseil eingeklemmt wird (Fig. 431).

Fig. 431.



Fig. 432.



Treffen in einer Blitzableiteranlage mehrere Enden der Leitung zusammen, so pflegt man die Verbindung durch Klemmen aus Bronze herzustellen. In die ovale oder runde Öffnung der Klemme wird dann das Seil eingesteckt und durch Schrauben festgehalten (Fig. 432).

1) Vergl. § 19, Anmerkung 2.

2) Die Erhitzung ist bei gleich starker Entladung um so größer, je kleiner der Querschnitt der Leitung und je geringer das Leitungsvermögen des Metalles ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wo die Leitung ihre Richtung ändert, da ist stets der Übergang durch Bogen, nie durch Winkel oder Ecken, zu bewerkstelligen, damit der Blitz an diesen Stellen nicht einen größeren Widerstand findet und von der Leitung abspringt oder dieselbe zerstört. Aus diesem Grunde soll der Draht bezw. das Seil nicht scharf angespannt sein. Eiserne Träger in den Etagen werden, soweit angänglich, durch Nebenleitung mit der Wandleitung verbunden.

In Betreff der Verbindung von Wasser- und Gasleitungsröhren[1]) mit der Leitung sind die Ansichten geteilt. Holtz in seiner „Theorie der Blitzableiter" verlangt, daß die Verbindung mit den betreffenden Zuleitungsröhren nicht innerhalb, sondern am besten außerhalb des Gebäudes bewirkt werde, und sofern dies nicht angehe, die Erdleitung neben ihnen verlegt und ins Grundwasser geführt werde, was in der Regel leicht ausführbar sein wird. —

Wenn oben gesagt wurde: „Es sei angemessen, die Leitung von der Auffangstange auf kürzestem Wege nach der Erde hinab zu führen", so erleidet dies bei Anbringung mehrerer Auffangstangen doch eine Einschränkung durch die etwaige örtliche Beschaffenheit des Terrains, so daß es zuläßig erscheint, zwei bis drei Auffangstangen mit einer einzigen Bodenleitung in Verbindung zu bringen.[2]) Dabei soll jedoch die Wandleitung stets an der Außenseite des Gebäudes — etwa in einem besonderen Mauerfalz — hinabgeführt werden und jede Isolierung zwischen der Haupt- und den Nebenleitungen sorgfältig vermieden werden. Die Leitung muß ferner in allen Teilen von außen sichtbar und für Reparaturen zugänglich sein. — Regenabfallrohre als Leitung zu benutzen, ist unstatthaft; sie sollen aber am oberen und unteren Ende metallisch mit der Leitung verbunden werden.

Die Grundleitung. Nachdem die Wandleitung in der vorbeschriebenen Weise bis an den Erdboden geführt worden ist, muß dieselbe in schräger Richtung einen Meter tief unter Terrain und dann mit allmählichem Fall bis 1 m unter den bekannten niedrigsten Grundwasserstand geleitet werden: hier findet sie ihr Ende, wird in Form einer Spirale von etwa 2 m Durchmesser innig zusammengewunden und mit verzinktem Eisendraht umwickelt. Anstatt der Spirale von Draht wendet man in gewöhnlichen Fällen auch eine starke Zinkblechplatte von 0,7 m Seite an; durch diese bedeutende Vergrößerung des Querschnittes soll nämlich der Leitungswiderstand auf ein Minimum gebracht und dadurch das Eintreten des Blitzes in die Erde gefördert werden. Diese Platten von Zinkblech sind vorteilhafter als Eisenplatten, weil sie bei gleicher Dicke besser leiten und dem Rosten nicht unterworfen sind. Dagegen ist die Anwendung von Kupferplatten allerdings denjenigen von Zink vorzuziehen, nur dürfen jene aus hygienischen Gründen nicht in den Hausbrunnen verlegt werden. Wenn der Brunnen sich im Innern des Gebäudes befindet, ist überhaupt vom Einlegen der Erdplatte ganz abzuraten, weil durch das Brunnengemäuer die direkte Verbindung mit den Erdschichten unterbrochen wird. Dasselbe gilt für Cisternen, Senkgruben, Wasserreservoire. Überhaupt ist auf die angemessene Erdleitung ein ganz besonderes Gewicht zu legen und hat der die Bauaufsicht führende Architekt sich stets vorher über den Stand des Grundwassers und des nächsten fließenden Wassers zu unterrichten. Geschieht dies nicht, endet die Leitung in trockener Erde und ohne Bodenplatte, so wird der Blitz in das Gebäude treten, weil die kontinuierliche Leitung zwischen der Spitze und dem Wasser unterbrochen, oder der Leitungswiderstand in der Erde doch zu groß ist, als daß die Entladung in das Wasser erfolgen könnte.

Bei Gebäuden, welche am Bergabhange liegen, muß die Bodenleitung häufig sehr weit geführt werden, ehe man unter Grundwasser gelangt. In diesem Falle ist es ratsam, in Abständen von 6 m kürzere Zweigleitungen mit der Hauptleitung zu verbinden. Diese letzteren legt man dann ganz seicht, damit sie vom Regenwasser benetzt werden, also bei eintretendem Gewitterregen in Wirksamkeit treten.

Am schwierigsten erweist sich im letztgenannten Falle Felsboden als Untergrund. Hier müssen die Leitungen bis zu einem entfernteren Punkte geführt und dort, wenn fließendes Wasser fehlt, ein paar Brunnen erbohrt werden. Kann die Leitung nicht unterirdisch in Gräben nach der Niederung geführt werden, so muß man dieselbe in irgend einer natürlichen oder künstlichen Senkung einbetten und mit Erd- und Laubschichten dick bedecken, damit sie bei eintretendem Regen Wasser aufnehme. Ist das Ende der Leitung dann noch in einen Brunnenschacht eingeführt, so darf auch hier auf eine dauernde Sicherung des Gebäudes gegen Blitzschlag gerechnet werden. Gestatten dagegen die örtlichen Verhältnisse eine sichere Bodenleitung nicht, so muß die Anlage des Blitzableiters unterbleiben.

1) Die Röhren als Ersatz der Bodenleitung zu benutzen, hält man für fehlerhaft, wenn die Stoßverbindungen mit isolierendem Material gedichtet sind. Dieser Fall ereignete sich 1849 in Basel: der Blitz folgte dem Blitzableiter bis in den Boden, sprang dann ab auf ein gußeisernes, 1 m entfernt liegendes Rohr der städtischen Wasserleitung, wobei es mehrere Röhrenstücke, die mit Pech und Hanf gedichtet waren, zerstörte. — K. Kirchhoff, Spezialist für Blitzableiter in Berlin, folgert daraus: daß diese Zerstörung nicht stattgefunden hätte, wenn eine Verbindung mit der Leitung vorhanden war und die Röhren, statt mit isolierendem Pech, mit Blei gedichtet worden wären. Vergl. den qu. Artikel in der „Deutschen Bauzeitung" und Nr. 10 des „Rohrleger", Jahrg. 1880.

2) Die Verbindung der Auffangstangen wird stets am First hergestellt.

Die früher übliche und viel empfohlene Umhüllung der Bodenleitung mit Holzkohle, namentlich die Methode, das Ende der Leitung, welches in ein Bohrloch versenkt ist, mit Kohle auszufüllen, ist verwerflich und daher zu unterlassen.

Bei Pulvermagazinen wird die Leitung überhaupt nicht am Gebäude selbst, sondern 2 bis 3 m von demselben entfernt auf Mastbäumen von solcher Höhe angebracht, daß sie mit der Auffangstange um den dritten Teil ihres gegenseitigen Abstandes das Gebäude überragen.

Galvanische Prüfung der Blitzableiter. Nach erfolgter Fertigstellung ist jede Blitzableiteranlage zu prüfen und diese Prüfung nach den existierenden Polizeivorschriften gewöhnlich einmal im Jahre und außerdem bei Veränderungen am Gebäude zu wiederholen. Diese Visitation erstreckt sich nach der Instruktion:

1) Auf eine sorgfältige Untersuchung der einzelnen Bestandteile nach dem Augenschein und

2) auf die Untersuchung der Leitungsfähigkeit durch Meßinstrumente.

In Bezug auf die Visitation der einzelnen Bestandteile ist zunächst festzustellen, ob die Leitung von der Spitze bis zur Bodenplatte ganz intakt sei, ob die Anzahl der Auffangstangen und deren Höhe, sowie die Dicke der Leitung angemessen und die Verbindungen richtig ausgeführt sind. Andere Fehler, welche durch den Augenschein nicht erkennbar sind, zeigt das Meßinstrument an, und hierzu verwendet man ein Galvanometer. Man befestigt zu diesem Zweck an der Spitze des Blitzableiters einen mit Seide übersponnenen Kupferdraht, welcher bis zum Boden reicht, und verbindet das untere Ende mit dem einen Pol eines einfachen, aber möglichst konstanten Elektromotors. Vom anderen Pole der Batterie führt ein Leitungsdraht zum unteren Ende der oberirdischen Leitung. Wird in diesen Schließungsbogen das Galvanometer eingeschaltet, so muß sich bald an dem Ausschlage der Magnetnadel zeigen, ob die Leitung eine ununterbrochene ist. Ist nämlich die Leitung unterbrochen, so kann der Strom nicht cirkulieren und die Magnetnadel bleibt unbeweglich. — Um die Strecke ausfindig zu machen, auf welcher sich die Unterbrechung befindet, muß der längere Leitungsdraht nach und nach an verschiedenen Stellen der Blitzableiterleitung befestigt und das Verhalten des Galvanometers dabei beobachtet werden.

Sind bei einer derartigen Anlage mehrere Spitzen vorhanden, so wird mit einer jeden in der angegebenen Weise verfahren, und falls mehrere Leitungen nach dem Boden geführt sind, hat sich die Untersuchung auch auf eine jede derselben zu beziehen.

Um die Kontinuität der Bodenleitung zu prüfen, wird — wie vorher — ein Draht von einem Pol der galvanischen Batterie in den nächsten Brunnen geführt und dort mit einer 0,5 qm großen Metallplatte verbunden; da, wo die Bodenleitung in die Erde eingeführt ist, wird ein Draht mit dem Galvanometer und von diesem mit dem anderen Pol des galvanischen Elementes verbunden. Bleibt die Nadel des Instrumentes unbeweglich, so muß die Bodenleitung aufgegraben und streckenweise probiert werden.

Als Meßinstrumente zur Prüfung eignen sich besonders das Universal-Galvanometer von Siemens und das nach Angabe des Königl. preußischen Ingenieur-Komitees von der Firma Keiser & Schmidt in Berlin konstruierte Galvanometer zur Untersuchung angelegter Blitzableiter.

Eine Bestätigung der in diesem Kapitel vorgetragenen Regeln findet sich in nachfolgenden gutachtlichen Äußerungen, betreffend die Wirkungen des Blitzschlages beim Schulhause zu Elmshorn vom 20. April 1876.

Das Schulhaus ist, wie wir dem Gutachten des Dr. L. Meyen[1]) entnehmen, ziemlich neu, zweietagig, mit Ziegeldach gedeckt, die Gebäude der Nachbarschaft überragend. Das Hauptschulzimmer reicht durch die ganze Tiefe des Gebäudes; seine Balkenlage ist durch einen von der Straßenfront bis zur Hoffront reichenden hölzernen Träger unterstützt, welcher letztere durch zwei gußeiserne Säulen getragen wird. Die Enden des Trägers sind mit den Fronten verankert und an den Fronten durch eine zwei Stein breite Pfeilervorlage unterstützt. In dem einen Winkel der Vorlage sind an der Straßen- und Hofseite die Regenabfallrohre von Zinkblech hinabgeführt, in dem anderen Winkel ist auf der Hofseite die Leitung des neuen, erst im Jahre 1875 nach den für öffentliche Gebäude gegebenen Vorschriften angelegten Blitzableiters hinabgeführt. Sie besteht aus einem Kupferdrahtseil von 250 g Gewicht per Meter, welches durch die Erde bis in den nahen Brunnen geführt ist, auf dessen Boden die Leitung im Wasser endigt. Die Leitung war, wo sie an dem Ankerkreuz vorbeiführt, mit demselben durch einen hin und her geführten Kupferdraht verbunden, ebenfalls, wo sie sich um die Dachrinne bog, mit letzterer durch einen solchen Draht in leitende Verbindung gebracht, wiewohl nicht damit verlötet.

Der Blitzschlag hat nun folgende Wirkungen gehabt:

1) Obwohl eine kupferne Leitung vorhanden war, hat der Blitz an der Hofseite von der Rinne aus den Zinkweg durch die Abfallröhre genommen und dabei die vorbesprochene Drahtverbindung der Leitung mit der Rinne verflüchtigt. Aus der Abfallröhre ist er in Mannshöhe herausgeschlagen, um in schräger Linie die Erde ziemlich weit vom Brunnen entfernt zu erreichen. Wo er das

[1]) „Zeitschrift für Bauwesen", Jahrg. 1877, S. 559 u. f.

Abfallrohr verließ, da hat er einen vertikalen Spalt gemacht, dessen Ränder nach außen gebogen sind, ein Beweis, daß er dort ausfuhr und nicht einfuhr.

2) Auch an der Hofseite ist die Kupferdrahtverbindung mit dem Ankerkreuz verflüchtigt, ein Zweig des Blitzes ist hier ins Innere des Gebäudes eingetreten und durch die ganze Tiefe des Hauses bis zum entgegengesetzten Ankerkreuz gegangen. Man durfte hier einen durchgehenden Eisenträger vermuten: der Augenschein aber lehrte etwas anderes.

Von einem Ankerkreuz zum anderen bildete das Drahtgewebe der Rohrdecke die Leitung. Vom Eintritt bis zur ersten eisernen Säule befand sich an der linken Seite des Trägers eine Zone, wo zwei bis drei Eisendrähte ziemlich verflüchtigt oder verbrannt waren. Bei der ersten Säule war ein Teil des Blitzes in das Kapitäl gefahren und hatte dabei den Bleiweißgehalt der Farbe in Schwefelblei verwandelt. In der Strecke bis zur zweiten eisernen Säule hat der Blitz nur noch an den Nagelköpfen Löcher gemacht und hat sich hier an der Säule halb senkrecht, halb schräge abgezweigt. Die Säule hat jedoch nicht alles abführen können; der letzte Rest des Blitzes ist nun aus dem Kapitäl auf die Rohrdrähte der rechten Seite des Trägers gesprungen und hat hier ein Stück Decke abgerissen. Bei der Mauer angelangt, hat er diese durchschlagen, um in das außen befindliche Abfallrohr zu kommen, wobei ein Loch mit nach innen gebogenen Rändern in der Röhre entstanden ist; teils hat der Blitz das Ankerkreuz benutzt und war aus dessen nächster Spitze in das Abfallrohr gefahren.

Der Blitz hat sich also einmal bei der Zinkrinne im Hofe abgezweigt, obwohl eine Kupferleitung vorhanden war, hat sich dann durch die höchst mangelhafte Leitung eines eisernen Drahtnetzes abgezweigt, um sich in zwei Eisensäulen teilweise führen zu lassen, und endlich durch doppelten Einschlag in das Abfallrohr der Straßenfront sein Ende erreicht. Hieraus ist ersichtlich, daß die Hauptleitung zu schwach und daß auch der kupferne Verbindungsdraht, welcher Dachrinne und Leitung verband, ungenügend war. Dies geht schon daraus hervor, daß der Leitungsdraht dort, wo er die hohle Auffangstange verließ, also die Leitung allein übernahm, so heiß wurde, daß die Gasröhre eine Aufblähung erfahren hat. Die Drahtleitung war hier durch eine Klemmschraube so stark angedrückt, daß an dieser Stelle die erste Zerstörung des Drahtes stattfand. Von dort ging die Leitung über das Dach fort und war an der Unterkante scharf, unter einem spitzen Winkel, nach der Mauer gezogen. An diesem Winkel fand die zweite Zerstörung des Drahtes durch den Blitz statt.

Nach der gutachtlichen Äußerung des Prof. Karsten in Kiel variierte der Leitungsdraht sehr stark in der Dicke, und zwar von 240 Gramm bis herab zu 155 Gramm pro Meter. Dicht neben der mangelhaften Leitung befanden sich ferner zwei Nebenleitungen, nämlich:

a) Die Anker mit den eisernen Deckendrähten und Säulen,

b) die Wasserrinne,

beide unvollkommen mit der Leitung verbunden. — Nach Karsten wären die Blitzwirkungen vermieden worden, wenn diese leitenden Teile des Gebäudes mit der (gut konstruierten) Hauptleitung durch eine gleich gut leitende Verbindung in Zusammenhang gebracht worden wären.

Das Gutachten der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 14. Dezember 1876 zieht aus dem Umstande, daß die Leitung an zwei Stellen zerrissen worden ist, den Schluß: daß dieselbe einen zu geringen Querschnitt besaß; dieser Fehler wird jedoch nicht mit den übrigen Zerstörungen des Schlages in Zusammenhang gebracht. Es heißt dort: Die Bildung eines Zweigstromes sei zwar die Folge davon gewesen, daß die Leitung von Anfang an nicht genügt habe; aber der Grund davon wird weniger in dem geringen Querschnitt als darin gesucht, daß die Metallplatte im Brunnen zu kleine Dimensionen besaß. Es wird zu dem Ende eine Erdplatte von mindestens 0,50 qm Fläche empfohlen (was freilich unverhältnismäßige Kosten verursachen dürfte) und nebenher bemerkt, daß die beste Ableitung erhalten wird, wenn man in der Nähe des zu schützenden Hauses liegende, stärkere Wasser- oder Gasleitungsröhren mit dem Blitzableiter verbindet.

Die Akademie der Wissenschaften sieht hiernach in der ungenügenden Ableitung der Elektrizität zur Erde den Hauptgrund der Beschädigungen, welche der Blitz in dem Schulhause zu Elmshorn angerichtet hat. Als wesentliches Moment kommt aber die unvollkommene Leitung durch den mit der Hauptleitung verbundenen Anker, Eisensäulen, Dachrinnen hinzu. Diese Metallmassen hätten an ihrem unteren Ende mit der Hauptleitung verbunden oder direkt zur Erde abgeleitet sein sollen. Der Anker dagegen war isoliert zu lassen und die Leitung in größerer Entfernung von ihm zu führen.

Das Gutachten verbreitet sich sodann über die „Leitungen“ der Blitzableiter, indem es, statt der gegenwärtig üblichen Blitzableiter von Kupfer, solche von Eisen empfiehlt. Zwar müsse die Eisenleitung, um gleichen Widerstand zu leisten, einen siebenmal so großen Querschnitt haben, aber auch dann seien die Kosten bei Anwendung von Eisen geringer als bei Kupfer. Dabei schmilzt das Eisen erst bei höherer Temperatur und ist weniger böswilligen Beschädigungen ausgesetzt. Im übrigen genüge nach zahlreichen Erfahrungen für eine eiserne Leitung in allen Fällen ein Querschnitt von 1 bis höchstens 2 qcm.