

Das
Buch der Erfindungen
Gewerbe und Industrien

Neunte, durchaus neugestaltete Auflage

I

Das
Buch der Erfindungen
Bewerbe und Industrien

Gesamtdarstellung
aller Gebiete der gewerblichen und industriellen Arbeit
sowie von Weltverkehr und Weltwirtschaft

Neunte, durchaus neugestaltete Auflage

bearbeitet von

Dr. F. Ahrens, Prof. für landwirtschaftliche Technologie in Breslau — C. Arndt, Ingenieur in Braunschweig — Prof. H. Brüggemann in Mülhausen i. E. — G. Ebe, Architekt in Berlin — Architekt J. Faulwasser in Hamburg — Dr. L. Grünmach, Prof. a. d. techn. Hochschule in Charlottenburg — M. Gürtler, Direktor der höh. Webeschule in Berlin — Dr. Chr. Heinzerling in Frankfurt a. M. — Max Kraft, Prof. a. d. techn. Hochschule in Graz — Prof. Dr. Cassar-Cohn in Königsberg — Dr. A. Loewenthal, Lehrer a. d. höh. Webeschule in Berlin — Dr. A. Mitzke in Braunschweig — Dr. Pächler, Lehrer a. d. Gerberschule in Freiberg i. S. — Ernst Miwa, Direktor der k. k. Fachschule für Holzindustrie in Villach — Franz Reh, Direktor der k. k. Fachschule in Utsch — Ingenieur E. Rosenboom in Kiel — P. Rowald, Stadtbaupinspektor in Hannover — Dr. W. Schmid, Prof. a. d. techn. Hochschule in Uachen — Th. Schwarze, Ingenieur in Friedenau-Berlin — Prof. Dr. H. Fettingast, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts in Jena — E. Treptom, Prof. a. d. Bergakademie in Freiberg — A. Wilke, Ingenieur für Elektrotechnik in Berlin — Dr. F. Wüst, Lehrer a. d. Hüttenchule in Duisburg — und vielen andern Fachmännern ersten Ranges.

Erster Band

Einleitung: Entwicklungsgang und Bildungsmittel der Menschheit. Von Dr. H. Schurz.
Entwicklung der Baukunst. Von G. Ebe. — Technik des Bauwesens. Von J. Faulwasser.
Ortsanlagen. Gemeinnützige bauliche Einrichtungen der modernen Städte. Von P. Rowald.
Beleuchtung, Heizung, Ventilation. Von Th. Schwarze.

Mit 854 Textabbildungen, sowie 13 Chromotafeln und Beilagen



Leipzig
Verlag und Druck von Otto Spamer

1896

Inhaltsverzeichnis

zum

Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien.

Neunte Auflage.

Erster Band.

	Seite
Einleitung	3
Entwicklungsgang und Bildungsmittel der Menschheit.	
Die Entwicklung der Baukunst im Zusammenhange mit Plastik und Malerei	67
I. Typen aus der historischen Urzeit der morgenländischen Kunst	69
Die Baukunst der Ägypter (70). — Chaldäa. Syrien (85).	
II. Charakter der ältesten arischen Monumentalkunst in Kleinasien und Griechenland	91
III. Der abgeleitete Formenkreis der orientalischen Völkergruppe	94
IV. Arische Kunstentwicklung in der ersten Hälfte des letzten Jahrtausends v. Chr.	103
Die archaisch-griechische Epoche (103). — Die etruskische und die Anfänge der römischen Kunst (108).	
V. Blütezeit der arischen Kunstentwicklung vom 6. bis 4. Jahrh. v. Chr.	112
Die persische Kunst (112). — Die griechische Kunst (117).	
VI. Der hellenistische und römische Formenkreis	123
Die hellenistische Kunst (123). — Die Architektur der Römer (127).	
VII. Isolierte Baugruppen in Asien und Amerika	137
Die Baukunst der Inder (137). — Die Baukunst der Chinesen und Japaner (140). — Bauten der Ureinwohner Amerikas (145).	
VIII. Formenkreis der altchristlichen Kunst	148
Die Kunstanfänge der westlichen und nördlichen Völker Europas (157).	
IX. Romanische Epoche des Mittelalters, gleichzeitiger Byzantinismus und Arabisches	164
X. Gotische Epoche	194
XI. Epoche der Früh- und Hochrenaissance	231
XII. Die Spätrenaissance	249
XIII. Erste Periode des Barockstiles	264
XIV. Zweite Barockperiode	269
XV. Rokoko und Palladianischer Klassizismus	282
XVI. Neuklassizismus und Romantik	288
XVII. Wiederaufnahme der italienischen Renaissance und der romantischen Stilarten auf historischer Grundlage	293
XVIII. Architektur der neuesten Zeit	309
Die Arten der Gebäude in ihrer historischen Entwicklung und ihre Ausbildung in der neuesten Zeit. Der Wohnhausbau (309). — Nordamerikanische Wohnhausbauten (327). — Gebäude für öffentliche Zwecke (333).	

	Seite
Die Technik des Bauwesens	361
Holz und Stein als Baumaterial der Wände	364
Das Eisen als Baumaterial	379
Die Arbeitsgerüste	388
Die Dächer und ihre Eindeckung	391
Die Decken und Gewölbe	400
Die Fußböden	405
Treppen und Aufzüge	408
Die Fenster und Thüren	415
Die Abortanlagen	422
Die wesentlichsten Materialien für den inneren Ausbau	426
Der Farbenschmuck und seine Mittel	431
Anlage und gemeinnützige bauliche Einrichtungen der Städte	441
Ortsanlagen	441
Entstehung der Ortschaften mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Städte	441
Die Anlage der Orte im allgemeinen	445
Anlage der Straßen. Straßenbrücken	458
Die öffentlichen Plätze	467
Die gärtnerischen Anlagen	478
Gemeinnützige bauliche Einrichtungen der modernen Städte	481
Bau und Befestigung städtischer Straßen. — Straßenreinigung	481
Beleuchtung und Heizung der Städte	492
Wasserversorgung der Städte	498
Grundwasserleitung der Stadt Hannover (514). — Hochquellenleitung der Stadt Frankfurt a. M. (517).	
Beseitigung der flüssigen und festen Abfallstoffe	518
Schwemmkanalisation von Frankfurt a. M. (524).	
Städtischer Hochbau. Bauten für Verwaltungs-, Versammlungs-, Schul- und Erziehungsweisen	530
Die Lebensmittelversorgung der Städte	533
Markthallen (534). — Schlachthöfe (541). — Viehhöfe (546).	
Sanitäre Wohlfahrtseinrichtungen der Städte	550
Bedürfnisanstalten (550). — Städtische Badeanstalten (552). — Versorgungsanstalten und Armenhäuser (557). — Städtische Krankenhäuser (559). — Friedhöfe (565).	
Städtisches Feuerlöschwesen	568
Beleuchtung	575
Allgemeines und Geschichtliches	575
Die Mineralöllampen	583
Die Gasbeleuchtung	593
Das elektrische Licht	616
Heizung und Ventilation	631
Allgemeines und Geschichtliches	631
Die Einzelheizung. Heizvorrichtungen für Koch- und Küchenzwecke	637
Die Zentralheizungen	666
Luftheizung (671). — Wasserheizung (676). — Dampfheizung (684).	
Die Lüftung oder Ventilation	697
Einige Beispiele von größeren Heiz- und Lüftungsanlagen	709
Namen- und Fachregister	722
Verzeichnis der Chromotafeln und Beilagen	742

Beleuchtung.

Allgemeines und Geschichtliches.



In der Kulturentwicklung des Menschengeschlechtes hat die technische und wirtschaftliche Ausbildung des Beleuchtungswesens eine wichtige Bedeutung. In der Urzeit sah man in der Leuchtflamme ein Geschenk der Gottheit und widmete ihr sogar religiöse Verehrung, und die Freude am Licht lebt noch fort in dem Geschlechte. Durch die Benutzung der Leuchtflamme vermochte der Mensch sich von der Natur und vom Zeitverlauf unabhängiger zu machen; sie spendete ihm Licht im nächtlichen Dunkel. Am leuchtenden Feuer des häuslichen Herdes und mit Benutzung des flammenden Rienspanes konnte er auch nach Sonnenuntergang und in den vom Tageslicht unerhellten Räumen der Höhlen und Hütten sein Thun und Treiben fortsetzen, und selbst eine Quelle des Vergnügens und der Sicherheit war ihm dadurch erschlossen.

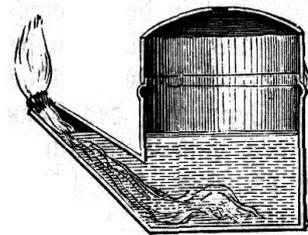
Die Entfaltung dieses Zweiges der Technik beruht auf der Entdeckung und Zubereitung der Leuchtstoffe, sowie auf der Erfindung und Vervollkommnung der Beleuchtungsapparate nebst den Beleuchtungsmethoden. Im allgemeinen besteht die Erzeugung des Lichtes in der Herbeiführung eines Glühzustandes, der in der einfachsten Weise durch die Verbrennung dazu geeigneter, weil kohlen- und wasserstoffhaltiger Substanzen, wie sie das Pflanzen- und Tierreich und selbst das Mineralreich in genügender Menge darbieten, herbeizuführen ist. Die so hervorgerufene Lichterscheinung ist immer auch mit einer bedeutenden Wärmeentwicklung verbunden, und die Erfahrung hat gelehrt, daß aus der Wärmesteigerung auch eine Steigerung des Glühzustandes hervorgeht. Indem ein kohlenwasserstoffhaltiger Körper verbrennt, zerlegt er sich in Gase, wobei zugleich feinzerteilter Kohlenstoff ausgeschieden wird, der bei genügend hoher Temperatur vor seiner Verbrennung zu Kohlenäure zum Glühen kommt und um so stärker glüht, je stärker die auf ihn einwirkende Hitze ist. Zur Herstellung wirksamer Lichtquellen mittels Anwendung von geeigneten Brennstoffen ist deshalb die Einrichtung so zu treffen, daß eine möglichst hohe Temperatur inner- und außerhalb der Leuchtflamme herbeigeführt wird, wozu außer der geregelten Zuführung des Brennstoffes auch eine geregelte Zuführung von Luft und zwar womöglich von schon vorgewärmter Luft erforderlich ist. Neben der Verbrennung mit hellleuchtender Flamme kommen aber auch Verbrennungen mit sehr schwach leuchtender Flamme vor, die sich an und für sich nicht für Beleuchtungszwecke eignen, wie dies z. B. bei den Flammen des Spiritus, des Wasserstoffes, des Knallgases, des Kohlenoxyds und leichter Kohlenwasserstoffe stattfindet, indem hierbei der in der Flamme zum Glühen kommende Kohlenstoff in nicht genügendem Maße vorhanden ist, oder beim Wasserstoff ganz mangelt. In diesen Fällen kann aber doch ein Leuchten hervorgebracht werden, wenn man geeignete Körper in die Flamme einführt, also wenn man entweder das kohlenstoffarme Gas mit einem kohlen-

stoffreichen Gase vermischt, oder gewisse Feuerstoffe, in hellen Glühzustand zu versetzende Körper benutzt, wobei die Hitze der Flamme in Leuchtkraft umgesetzt wird. Auf diese Weise kann man sehr vorteilhaft nichtleuchtende Flammen als starke Lichtquellen zur Geltung bringen, wie man dies neuerdings thatsächlich in sehr praktischer Weise erreicht hat. Aber auch schon früher wurde die Erfahrung bei dem Drummondschen Kalklichte nutzbar gemacht, welches man dadurch erzeugte, daß man ein cylindrisches Kalkstück der sehr heißen Flamme eines Knallgasgebläses aussetzte. Ähnlich wirksam ist das durch Verbrennung eines Draht- oder bandartigen Magnesiumstückes hervorgebrachte Licht, welches bekanntlich in der Photographie das Sonnenlicht zu ersetzen vermag.

So sehr nun aber auch die Lichtstärke einer Lichtquelle durch die Erhöhung der Temperatur gesteigert werden kann, so hat doch die genaue Untersuchung in Übereinstimmung mit den jetzt geltenden Grundsätzen der Physik gelehrt, daß die Wärmestrahlung einer Lichtquelle auf einen schlechten Nutzeffekt dieser Lichtquelle hindeutet, indem die Kraftleistung, welche in der Wärme ausstrahlt, für die als Licht wahrnehmbare Kraftstrahlung verloren geht. In der That ist die günstige Wirkung der durch Heißflammen erzeugten Glühlichter nur der Umwandlung der Wärmestrahlen in Lichtstrahlen zuzuschreiben. Auf Grund dieser Erfahrung könnte sogar die moderne Beleuchtungstechnik ihre höchste Aufgabe darin erblicken, kaltes Licht zu erzeugen, wie solches die Natur durch geheimnisvolle Prozesse



604. Antike römische Lampe.



605. Alte Handlampe.

in den Glühwürmern und andren Leuchtthieren unzweifelhaft auf ökonomischste Weise, das heißt mit möglichst geringem Kraftaufwande zustande bringt. Einen zur Erzeugung eines derartigen Lichtes dienenden Weg hat der berühmte Elektriker Tesla durch Anwendung rasch pulsirender, auf luftleere Glashüllen einwirkender elektrischer Ströme angedeutet, jedoch kann nach diesem Verfahren vorläufig nur ein Zukunftslicht erhofft werden.

Für eine zweckmäßige, dem Auge wohlthunende Beleuchtung ist aber nicht nur die Lichterzeugung, sondern auch die Lichtverteilung von wesentlicher Bedeutung. In dieser Beziehung hat man erkannt, daß zerstreutes, das heißt durch große weiße Flächen in geeigneter Weise zurückgeworfenes Licht dem unmittelbar von der Lichtquelle gegen die Augen ausgestrahlten Lichte bei weitem vorzuziehen ist, weil solches Licht dem Tageslichte am nächsten kommt und nicht zu grellen Gegensätzen von Licht und Schatten Anlaß gibt. Überhaupt haben in dem modernen Beleuchtungswesen neben den wirtschaftlichen Rücksichten auch die Bedingungen der Gesundheitslehre eine maßgebende Bedeutung gewonnen.

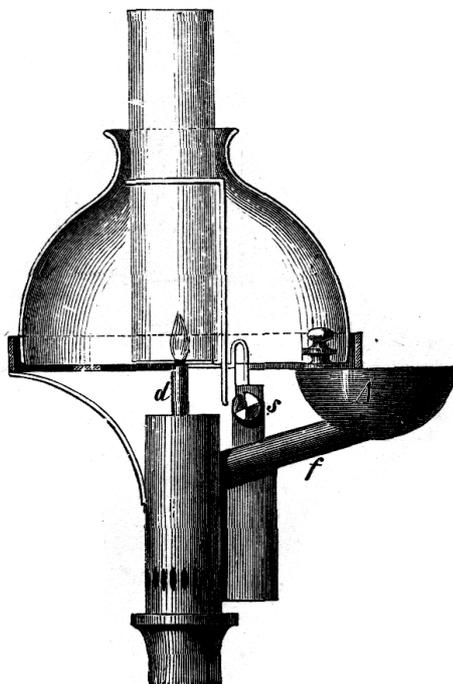
Hinsichtlich des Nutzeffektes, welcher vom wirtschaftlichen Standpunkte scharf ins Auge zu fassen ist, lassen die heutigen Lichtquellen thatsächlich noch viel zu wünschen übrig, indem von der für die Lichterzeugung mittelbar oder unmittelbar aufgewendeten Wärmemenge nur ein sehr geringer Bruchteil als Licht nutzbar gemacht wird. Durch sorgfältige Messungen hat man beispielsweise gefunden, daß die Petroleumlampe höchstens einen Nutzeffekt von 0,4%, die gewöhnliche Gasflamme des Schnittbrenners noch nicht 0,3%, ein großer Regenerativgasbrenner etwa 1%, ein Gasglühlicht 1,3%, eine elektrische Glühlampe 6% und eine Bogenlampe durchschnittlich 25% Nutzeffekt erreichen.

läßt. Es ist nicht zu erwarten, daß bei Anwendung der jetzigen Beleuchtungsmethoden daran etwas zu bessern ist.

Werfen wir nun einen Blick auf die Entwicklung des Beleuchtungswesens in historischer Hinsicht. Schon im grauen Altertume benutzte man neben dem flammenden Riesenpan auch Lampen, die man mit tierischen oder pflanzlichen Ölen gespeist haben mag. Wahrscheinlich waren in manchen Gegenden auch schon die brennbaren Erdöle bekannt. Die Einrichtung dieser Lampen war selbstverständlich möglichst einfacher Art; ein mit dem flüssigen Brennstoff gefülltes napf- oder schalenartiges Gefäß mit hinein-gelegtem, aus passendem erscheinendem Faserstoff wurmartig zusammengedrehtem und von einer Dille gehaltenem Dochte wurde als ausreichend für das Beleuchtungsgerät angesehen. Bald jedoch fand der dem Menschen eingepflanzte und bei den alten Kulturvölkern zur schönsten Blüte gelangte Kunstsinne in der das freundliche Licht spendenden Lampe einen seine künstlerische Bethätigung anregenden Gegenstand. Noch heute bewundern wir die zierlichen und stilgerechten Formen dieser griechisch-römischen Hausgeräte, bei denen aber die Zweckmäßigkeit nur in sehr oberflächlicher Weise Berücksichtigung gefunden hat. In Abb. 604 geben wir das Bild einer solchen antiken Lampe, wie sie aus Thon und Bronze, seltener aus Marmor oder Glasmasse hergestellt wurden und in Pompeji sowie in den Grabstätten der Vorzeit in großer Menge und in den mannigfaltigsten Formen, in mehr oder minder reicher ornamentalen Ausstattung gefunden worden sind.

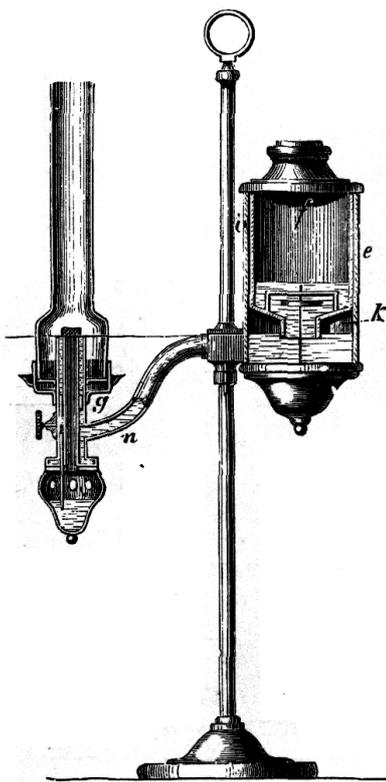
Die zweckgemäße Vervollkommnung der Lampen schritt nur äußerst langsam vorwärts, was wohl mit daran lag, daß man erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts über die Natur des Verbrennungsprozesses einige Klarheit erlangte. Bis dahin und selbst bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts wurden Lampen von sehr urwüchsigter Einrichtung benutzt, wie eine solche in Abb. 605 dargestellt ist. Hinsichtlich der Zweckmäßigkeit steht diese Lampe mit den antiken Lampen noch auf gleicher Höhe, hinsichtlich ihrer plumpen Form aber weit hinter ihnen zurück. Selbstverständlich konnte man mit einer solchen Lampe nur eine düster brennende Flamme erhalten. Neben den Lampen wurden frühzeitig schon Kerzen aus Rohthalg und Wachs benutzt, letztere aber ausschließlich für kirchliche Zwecke und als Luxuslichter. Der noch zu Anfang dieses Jahrhunderts herrschende mangelhafte Zustand des Beleuchtungswesens wird in Goethes zahmen Xenien durch den bekannten Vers charakterisiert: „Wüßt' nicht, was sie Besseres erfinden könnten, als wenn die Lichter ohne Puzen brennten.“ — Von jener Zeit an kamen neben den längst gebrauchten Talg- und Wachskerzen nacheinander auch Walrat, Stearin, Stearinsäure und Paraffin als Kerzenmaterialien zur Verwendung, wodurch eine damals sehr erfreuliche, wenn auch verhältnismäßig sehr geringe Verbesserung im häuslichen Beleuchtungswesen herbeigeführt wurde.

Zu derselben Zeit erfuhren aber auch die Lampen durch eine Reihe rasch aufeinander folgender Erfindungen eine wesentliche Vervollkommnung, die besonders von Frankreich ausgegangen ist. Erwähnt mag hier noch sein, daß schon im Jahre 1550 der Mailänder Arzt Hieronymus Cardanus auf eine praktische und bis in die neuere Zeit, wenn auch in bedeutend verbesserter Einrichtung zur Anwendung gelangte Lampenform gekommen war, indem er zum Zweck besserer Ölzuführung nach dem Dochte den Ölbehälter seitlich über dem Brennerande anbrachte, so daß das Öl unter Druck nach dem Dochte gelangte. Aber erst im Jahre 1783 wurde von Leger in Paris an Stelle des bis dahin ausschließlich angewandten unvorteilhaften, massiven, wurmförmigen Dochtes der



606. Kastenlampe mit flachem Dochte.

bandförmige Flachdocht in Vorschlag gebracht, auf dessen Anwendung ein Jahr darauf auch der schwedische Botaniker Clas Alströmer kam. Unsere Abb. 606 zeigt eine dem Prinzip des Cardanus angenähert entsprechende, mit Flachdocht versehene sogenannte „Kastenlampe“, wie solche vor 50 Jahren noch als Tischlampe sehr gebräuchlich war. Die Bewegung des Dochtes zum Nachschieben und richtigen Einstellen desselben wird mittels eines Zahnrädchens *s* bewirkt. Über der Flamme ist ein Glaszylinder angebracht, welcher den früher benutzten Blechzylinder ersetzt; außerdem wird das Licht durch eine Glasglocke gemildert, an deren Stelle man sich jedoch auch vielfach eines über ein Drahtgestell gespannten Papierschirmes bediente. Der Kasten *A* steht mit der den Docht führenden Dille *d* durch das schräge Rohr *f* in Verbindung und ist in einer solchen Höhe angebracht, daß bei voller Füllung das Öl gerade bis zum oberen Rande des Dochtalters oder Brenners getrieben wird. Mit dieser Anordnung ist der Übelstand verknüpft, daß die Ölzuführung nach dem Dochte dem infolge des Verbrennens eintretenden allmählichen Sinken des Ölstandes im Kasten entsprechend abnimmt und dadurch natürlich auch die Flamme weniger hell brennt.



607. Schiebelampe mit Argandbrenner.

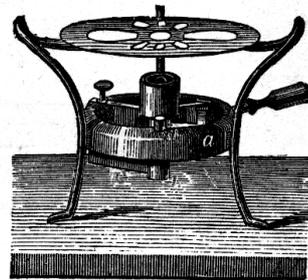
Im selben Jahre 1783, in dem der Flachdocht aufkam, oder nach andern Angaben 1789 wurde durch eine Erfindung des Franzosen Argand auch eine gründliche Verbesserung der Lampen herbeigeführt. Der von ihm konstruierte Brenner (Argandbrenner) beruht auf der Benutzung des röhrenförmigen Hohl dochtes mit einem die Flamme vollständig umschließenden und vor seitlichem Luftzug schützenden, eigentümlich geformten Glaszylinder, der aber seine zweckmäßigste Form erst später erhielt. Durch die in der vervollkommenen Argandlampe verwirklichte Einrichtung erhält die cylindrisch brennende dünnwandige Flamme von innen und außen Luft zugeführt, welche für den inneren Luftzug am unteren Ende des Dochtrohres und für den seitlichen Luftzug dicht unterhalb des Glaszylinders vertikal emporsteigend zur Flamme gelangt und in dieser einen der Lichtentwicklung sehr förderlichen Verbrennungsprozeß herbeiführt. Andre wichtige Fortschritte bestehen in der verbesserten Ölzuführung nach dem Dochte, wobei der Grundsatz maßgebend war, daß ein gutes, gleichmäßiges Licht nur durch eine gleichmäßige Versorgung der Flamme mit Brennstoff zu erreichen ist, welchen Grundsatz schon Cardanus 1550 bei seiner oben erwähnten Lampeneinrichtung ins Auge gefaßt hatte, und welcher in der Kastenlampe nur in unvollkommener Weise verkörpert

worden war. In möglichst vollkommener Weise fand dieser Grundsatz Anwendung in der allerdings erst später erfundenen und der neueren Lampenfabrikation entstammenden Flaschenlampe, welche in Abb. 607 als Schiebelampe und mit dem Argandbrenner ausgerüstet dargestellt ist.

Hierbei kommt die folgende Beobachtung zur Geltung. Wenn man eine enghalsige, mit Flüssigkeit gefüllte Flasche so umstürzt, daß die Mündung nach unten kommt und die Flüssigkeitssäule vertikal darübersteht, während sich unterhalb ein die ausfließende Flüssigkeit aufnehmendes Gefäß befindet, in welches die Flaschenmündung eintaucht, so läuft nur so lange Flüssigkeit aus der Flasche, bis sich das Gewicht der oberhalb durch einen luftverdünnten Raum begrenzten Flüssigkeitssäule in der Flasche mit dem äußeren Luftdrucke ausgeglichen hat, welcher auf die Oberfläche der die Flaschenmündung verschließenden Flüssigkeit einwirkt. Es ist dies das Prinzip der kommunizierenden Röhren, auf welchem auch die Einrichtung und Wirksamkeit des Barometers beruht. Bei der in Abb. 607 abgebildeten Flaschen-Schiebelampe besteht der seitliche Ölbehälter aus dem cylindrischen messingenen Gefäß *e*, in welches die aus Weißblech hergestellte, ebenfalls cylindrische, den Ölborrat enthaltende Flasche *f* eingeschoben ist. Der Hals dieser Flasche ist mit einem nach innen sich öffnenden Ventil *k* versehen, welches verhindert, daß nach dem Füllen beim Umstürzen der herausgenommenen Flasche zu zeitig Öl ausfließt.

Dieses Ventil gestattet den Ausfluß erst dann, wenn die Flasche soweit in das Gehäuse eingeschoben worden ist, daß die Ventilschnecke auf dessen Boden aufstößt. Es fließt dann nur soviel Öl in das Gehäuse, bis die Flaschenmündung geschlossen ist. Dieses ausgeflossene Öl gelangt durch das Rohr n nach dem Brenner. Erst wenn im Flaschengehäuse der Ölstand soweit gesunken ist, daß das Gewicht der darüberstehenden Ölsäule den äußeren Luftdruck überwindet, fließt wiederum eine entsprechende, zur weiteren gleichmäßigen Speisung der Flamme ausreichende Ölmenge aus, so daß also das brennende Dochtende den Brennstoff unter praktisch gleichmäßigem Drucke zugeführt erhält.

Diese Lampe ergab also ein sehr gleichmäßiges Licht, und außerdem besitz sie die Annehmlichkeit, daß man das Licht höher oder tiefer stellen und somit die Beleuchtung nach Bequemlichkeit des Sehens beim Arbeiten einstellen kann. Infolge dieser Eigenschaften ist diese Lampe, deren Prinzip sogar bei einer Art der modernen Lampen (wie wir später nachweisen werden) beibehalten worden ist, zur Studier- und Arbeitslampe vorzüglich geeignet. In anderer Beziehung aber ist dieselbe mit dem Übelstande behaftet, daß sie nicht rundum gleiches Licht verbreitet, sondern nach der Seite des Ölbehälters hin einen breiten Schatten wirft. Dieser Übelstand wurde dadurch beseitigt, daß man den Ölbehälter in der Form eines horizontalen flachen, die Flamme in einem großen Kreise umgebenden Kranzes anordnete. Auf diese Weise wurde eine große Kreisfläche um die Lampe herum gleichmäßig beleuchtet, und dabei war auch der praktisch wohl ausreichende gleichmäßige Ölzufluß nach der Flamme gesichert, indem für den Öl-vorrat eine große Flächenausdehnung gewonnen war, so daß die infolge des Ölverbrauches eintretende Verminderung der Ölmenge in entsprechend geringerem Maße auf die Höhe des Ölstandes einwirkte. Eine derartige Kranzlampe wurde unter der Bezeichnung Astrallampe schon 1809 von Bordiner-Marcel in Paris erfunden, dann von Parker in London 1819 durch eine besondere Gestaltung des Kranzquerschnittes und eine zweckmäßige Anordnung der Glasglocke mit Rücksicht auf die Verminderung des Schattenwerfens verbessert. Dies wurde insbesondere dadurch erreicht, daß der Querschnitt des Kranzes angenähert die Form eines spitzwinkligen, mit der Basis schräg nach der Flamme geneigten Dreiecks erhielt, wegen der verminderten Schattenbildung erhielt die Parker'sche Lampe die Bezeichnung Sinumbralampe. In der Form der Kranzlampe wurde auch von dem berühmten Chemiker Berzelius im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts die nach ihm benannte und in den chemischen Laboratorien noch heutzutage benutzte, mit Spiritus gespeiste Heizlampe hergestellt, welche in Abb. 608 abgebildet ist. Die rasche, auf starke Hitze hinwirkende Verbrennung in der Spiritusflamme wird durch ein über dem Docht-rande aufgestelltes kurzes Zugrohr gefördert.

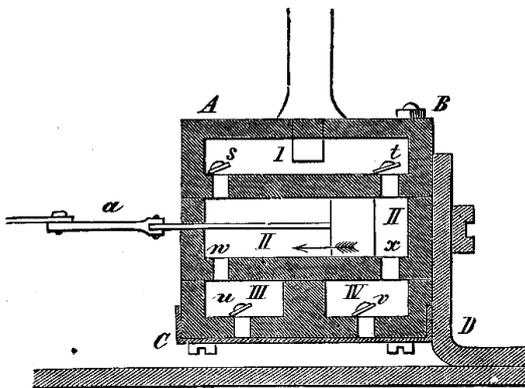


608. Berzeliuslampe.

Trotz der so erreichten Vorteile wurden aber auch noch andre Gesichtspunkte für die Einrichtung der Lampen als maßgebend erachtet. Einmal wollte man die Lampe durch vollständige Beseitigung des oberen Ölbehälters einfacher und geschmackvoller gestalten, und ferner wollte man ihr einen möglichst festen Stand sichern. Beide Anforderungen ließen sich dadurch befriedigen, daß man den Ölbehälter nach unten, in den säulenartig geformten Fuß der Lampe verlegte. Man war jedoch dadurch auch genötigt, für eine Vorrichtung zu sorgen, mittels welcher das dickflüssige Pflanzenöl, das man gebrauchte, empor nach der Flamme befördert wurde, indem die kapillarische Saugkraft des Dochtes dazu nicht ausreichend sein konnte. So entstanden die Pumplampen, von denen die erste durch Grosse in Meissen 1765 erfunden worden sein soll, während die Franzosen diese Erfindung dem Abbé Mercier, etwa um dieselbe Zeit, zuschreiben. Die ersten Pumplampen, mit deren Bervollkommnung sich auch 1797 Hoffmann in Leipzig und 1803 Brochant in Paris beschäftigten, waren mit einem Kolben ausgerüstet, der von Zeit zu Zeit durch Einwirken auf einen Griff mit der Hand niedergedrückt werden mußte, was selbstverständlich als sehr unbequem empfunden wurde. Mit Beibehaltung dieses Prinzipes der Hebung des Öls durch Kolbendruck konstruierte 1800 Carcel in Paris seine Uhrlampe, bei welcher neben der Anwendung eines zur stetigen Kolbenverschiebung dienenden

Triebfederwerks auch die Einrichtung getroffen war, daß ein fortwährendes Überfließen und Zurückkehren des überschüssigen Oles in den Lampenfuß stattfand. Hiermit war eine vollständig ausreichende und stets gleichmäßige Speisung der Flamme gesichert. Infolge der Eigenschaft des gleichmäßigen Brennens der Leuchtflamme wird die Carcellampe noch jetzt, besonders in Frankreich, als Normallicht bei den Ausführungen von Messungen der Lichtstärke anderer Lichtquellen benutzt.

In Abb. 609 ist die wesentliche Einrichtung der Carcellampe im Durchschnitt dargestellt, mit Weglassung des Uhrwerkes, weil dieses in verschiedener Weise angeordnet werden kann und in seinem Mechanismus wohl bekannt ist. Das Carcellsche Pumpwerk befindet sich im Fuße der Lampe und steht durch die Kolbenstange a mit dem Uhrwerk in Verbindung; die Geschwindigkeit der Kolbenbewegung läßt sich nach dem Ölverbrauch der Flamme und daher mit Rücksicht auf die gewünschte Lichtstärke innerhalb der gegebenen Grenzen regulieren. Die eigentliche Pumpkammer ist durch die Wände ABCD vom Ölkasten abgeschlossen und steht mit ihm nur durch zwei mittels nach unten schlagender Ventile u v verschließbare und in die Abteilungen III und IV führende Öffnungen in Verbindung. Durch die obere Wand mündet das nach dem Brenner führende Ölrohr ein. Im Innern ist die Pumpkammer durch Scheidewände in vier Abteilungen I, II, III und IV geteilt, von denen die Abteilung II durch die nach unten schlagenden Ventile s und t mit der Abteilung I, sowie durch zwei andre Kanäle w und x mit den Abteilungen III und IV verbunden ist. Die Kanäle w und x sind stets offen. Drückt nun der Kolben aufwärts, indem er sich von rechts nach links bewegt, so



609. Pumpwerk der Carcellampe.

Kolbenbewegung kann nun auch so geregelt werden, daß nur die zur Speisung der Flamme gerade notwendige Ölmenge emporgetrieben wird, so daß auch ohne Ölüberlauf, wie bei der älteren Carcellampe, eine gleichbleibende Lichtstärke der Flamme erreicht werden kann.

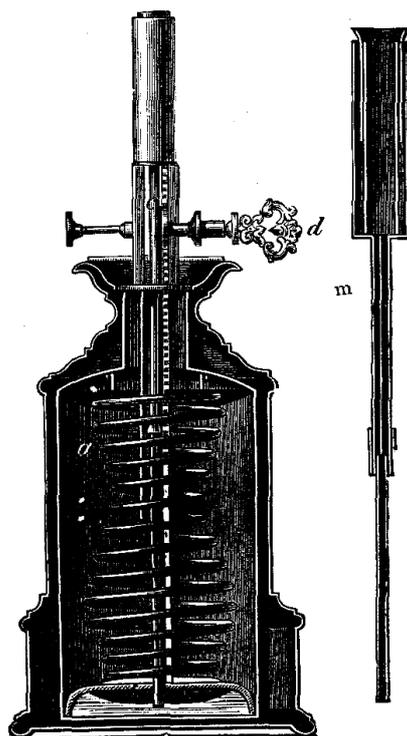
Leider war der Preis für die Carcellampe infolge ihrer künstlichen Einrichtung ein verhältnismäßig sehr hoher, und außerdem lag in dem Uhrwerk ein schwacher Punkt, insofern dieses öfter repariert werden mußte. Aus diesem Grunde kam diese Lampe wenig in den Hausgebrauch. Zur Beseitigung dieser Übelstände haben sich besonders in Frankreich viele Erfinder mit der Vereinfachung der Carcellampe beschäftigt. Hierdurch entstanden drei Lampenklassen mit ziemlich zahlreichen Konstruktionen, die man als statische, hydrostatische und aerostatische unterschieden hat, aus denen aber nur eine Lampe praktische Bedeutung erlangt hat. Bei den statischen Lampen sollte der durch ein Uhrwerk betriebene Kolben einfach durch einen gewichtigen kolben- oder schwimmerartigen Körper ersetzt werden, welcher durch den Einfluß der Schwere das Öl aus dem Lampenfuße nach dem Brennerande emportrieb. Um diesen Zweck zu erreichen, kamen einige Erfinder auch darauf, das Öl in einen dichten, zusammendrückbaren Sack einzuschließen, auf welchen ein Gewicht drückte. In viel geschickterer Weise wurde die hier vorliegende Aufgabe 1836 durch Franchot in Paris gelöst, welcher die sogenannte Modérateurlampe unter Anwendung einer finnreichen als Modérateur bezeichneten Vorrichtung konstruierte.

In Abb. 610 ist diese Einrichtung im Durchschnitt dargestellt. Der Ölkasten a verjüngt sich nach oben in einen verengten Hals, welcher zur Erleichterung der Öleinfüllung mit einem trichterförmigen Ansaße versehen ist. Der aus Leder gefertigte Kolben l sichert durch seinen nach unten gebogenen Rand einen sehr dichten Abschluß; er hängt an einer Zahnstange c, die

ihrerseits mittels eines Zahnrädchens bewegbar ist. Mit dem Kolben zugleich bewegt sich das Rohr e nach oben oder unten, wobei dasselbe in das Öl eingetaucht ist. Wird nun bei ungespannter Feder das Öl durch den trichterförmigen Aufsatz eingegossen, so gelangt es in den Raum über dem Kolben, und dieser kann alsdann durch Drehung des Kopfes d in die Höhe gezogen werden, wobei das Öl zwischen den ausweichenden Rändern des Kolbens durchfließt und sich unter demselben ansammelt. Wird alsdann die mittels Drehung des Kopfes d angepannte Feder sich wieder selbst überlassen, so preßt sie den Kolben niederwärts, und dadurch wird das Öl im Steigrohr emporgetrieben, so daß es zum oberen Dochtende nach der Flamme gelangt. Die Regelung des Lauftriebes wird durch den bereits erwähnten Moderator bewirkt, nach welchem die Lampe benannt ist. Durch diese Einrichtung wird erreicht, daß der Lauftrieb bei vollständig gespannter Feder und folglich bei ganz emporgehobenem Kolben nicht schneller vor sich geht, als wenn die Feder den Kolben bis nahe in seine unterste Stellung geschoben hat. Dieser sinnreich angeordnete Moderator oder Regler ist in Abb. 610 besonders dargestellt. Derselbe besteht aus einem Röhrchen, welches die Abbildung in seiner tiefsten Stellung zeigt; ferner ist in dem oberen weiten Ende des Röhrchens eine locker eingepaßte Spindel angebracht. Bei emporgehobenem Kolben ist das Röhrchen über diese Spindel geschoben, so daß diese das Röhrchen bis auf einen engen Zwischenraum ausfüllt und daher das Öl nur langsam durch diesen Zwischenraum emporsteigen kann. Je weiter aber die Feder den Kolben nach unten getrieben und somit entsprechend an Spann- und Druckkraft verloren hat, um so mehr ist auch die Spindel aus dem Röhrchen wieder herausgetreten und ein um so freierer Durchfluß ist dem Öl gestattet, so daß also mit abnehmender Federspannung auch der zum Emporreiben des Oles erforderliche Druck entsprechend vermindert ist. Ähnlich wie bei der ursprünglichen Einrichtung der Carcellampe ist der Druck zum Emporreiben des Oles vorzichtshalber so geregelt, daß mehr Öl nach dem Brennerande gelangt, als die Flamme verzehren kann, so daß diese nie durch Ölangel in der Leuchtkraft abgeschwächt wird. Das überschüssige Öl fließt über den Brennerand an der Außenfläche des Steigrohres herab und sammelt sich oberhalb des Kolbens, so daß es bei dessen Aufziehen zwischen Steigrohrwand und nachgebender Kolbendichtung wieder nach unten zu neuem Gebrauche gelangt.

Diese Moderaturlampe, die bei verhältnismäßig großer Einfachheit und entsprechend niedrigem Preise alle Vorzüge der Carcellischen Uhrlampe in sich vereinigt, kam rasch in Aufnahme und fand große Verbreitung. So lange man nur fette Öle als Brennstoff für Lampen verwendete, hatte sie als die beste Lampe zu gelten. Unter den zahlreichen, meist wenig bedeutenden Verbesserungen der Moderaturlampe ist die von Neuburger in Paris (1854) hervorzuheben.

Bei der oben erwähnten zweiten Klasse der mit einem unterhalb der Flamme befindlichen Ölbehälter eingerichteten Lampen, die als hydrostatische von den statischen Lampen unterschieden wurden, wollte man in der Regel den Lauftrieb mittels Anwendung des Prinzips der kommunizierenden Röhren durch den Druck einer Flüssigkeit von größerem spezifischen Gewicht als das Öl herbeiführen. Zu dem Zweck versuchte man die Anwendung von Quecksilber, Salzwasser u. s. w., ohne das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Nur der Franzose Girard errang mit einer 1803 erfundenen Lampe dieser Klasse einigen Erfolg, indem er den glücklichen Einfall hatte, das Öl selbst als Druckmittel zu benutzen. Bei dieser Einrichtung war ungefähr in der Mitte zwischen Lampenfuß und Brenner der Ölbehälter angebracht, wobei dessen Inhalt durch ein vertikales Rohr langsam in den hohlen Fuß hinabfloß und von dort die Luft nach einem weiter oben befindlichen Raume trieb, in welchem sich der zum Verbrauch bestimmte Ölverrat befand und aus welchem die gepreßte Luft das Öl nach dem Brenner trieb. Hierdurch tritt aber diese Lampe schon in die dritte Klasse ein, welche die aerostatischen Lampen enthält, bei denen man den Lauftrieb durch Druckluft zu bewirken suchte, wozu aber wiederum eine kleine Pumpvorrichtung nötig wurde. Von diesen vielfach versuchten Einrichtungen gelangte außer der zu ihrer

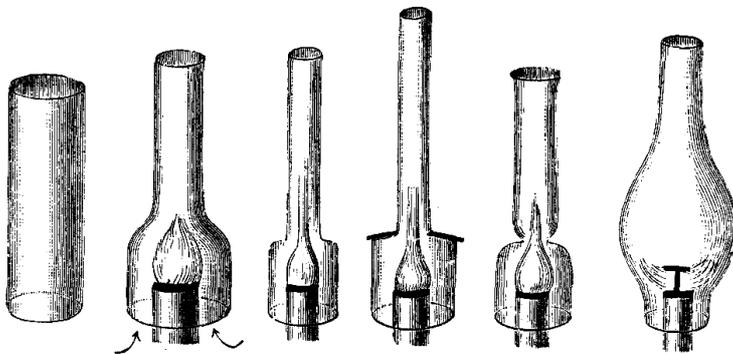


610. Moderaturlampe (m Moderator).

Zeit ausgezeichneten und viel benutzten Moderateurlampe nur die erwähnte Girardsche Lampe zu einiger Bedeutung.

Hervorzuheben ist noch, daß man neben den Rundbrennerlampen auch Lampen mit halbrunden Dochten benutzte, und ferner, daß von Rumford zu Anfang dieses Jahrhunderts der Vorschlag ausgegangen ist, zur Erzeugung sehr starker Flammen mehrere Hohldochte konzentrisch in einem Brenner anzuordnen, wobei zwischen je zwei benachbarten Dochten für die nötige Luft durch Zwischenraum zu sorgen sei. Von Fresnel wurde eine derartige Einrichtung der Brenner im Jahre 1821 für Leuchtturmlichter in Anwendung gebracht, denn es wird dadurch ermöglicht, in einem kleinen Raume ein sehr starkes Licht zu entwickeln. Der Apparat ist jedoch ziemlich verwickelt, und der Verbrauch steht nicht in dem vermuteten günstigen Verhältnis zur gewonnenen Helligkeit.

Von Interesse ist es auch, auf die Entwicklung im Gebrauch der Zuggläser oder Cylinder einen Blick zu werfen. Die Lampenflamme ist als ein im kleinsten Maßstabe hergestellter Feuerherd anzusehen und unterliegt daher auch den bei jeder Feuerungsanlage zu berücksichtigenden Gesetzen. Es kommt also bei den Leuchtflammen, insbesondere aber bei den zu möglichst großer Lichtentfaltung bestimmten Lampen ähnlich wie bei jeder Feuerungsanlage darauf an, den zur vollständigen Verbrennung des Brennstoffes notwendigen Luftzug herzustellen, um der Flamme den dazu erforderlichen Sauerstoff zuzuführen, wobei aber auch zugleich dafür zu sorgen ist, daß durch die zuströmende Luft

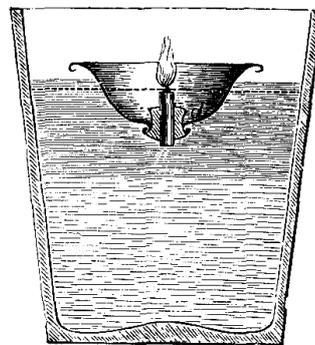


611—616. Verschiedene Formen des Lampencylinders.

die Temperatur im Verbrennungsraume nicht zu stark erniedrigt, sondern im Gegenteil möglichst hoch erhalten wird. Der Luftzug bei den Lampenflammen ist aber, wie bei jeder ohne Gebläse betriebenen Feuerung durch das Emporsteigen der erhitzten Luft und das dadurch unterhalb der Flammen herbeigeführte Ansaugen der frischen Luft, und zwar womöglich mit einer gewissen Vorwärmung derselben zu bewerkstelligen; zu diesem Zweck ist ein Schornstein nötig, welcher durch den gläsernen Zugsylinder hergestellt wird. Eine Berechnung der zweckmäßigen Dimensionen dieses Zugsylinders, wie sie für die Schornsteine großer Feuerungen angestellt werden kann, ist der verwickelten und der Voraussicht nicht klar zugängigen Umstände wegen unausführbar, indessen ist man auf dem Wege der Erfahrungen, deren allmähliche Aufeinanderfolge der geschichtlichen Betrachtung angehört, dahin gelangt, für die zweckmäßige Gestaltung der Lampenschornsteine einigermaßen Grundlagen zu gewinnen. Schon im vorigen Jahrhundert, als man ausschließlich noch Lampen mit vollem runden Dochte benutzte, wurde erkannt, daß ein über der Flamme angebrachtes Zugrohr die Leuchtkraft erhöhe, und deshalb kam ein Blechcylinder zur Anwendung. Für flache und halbrunde Dochte, deren leichtbewegliche Flamme durch seitlichen Luftzug sehr stark gestört wird, ist ein Zugsylinder sehr nützlich. Für den Runddocht aber, der in freier Luft mit stark qualmender Flamme brennt, ist er unentbehrlich. Als eigentlicher Erfinder des Glaszylinders wird der Pariser Apotheker Quinquet bezeichnet, welcher schon 1756 auf diese Vervollkommnung der Lampen gekommen sein soll. Dieses erste Zugglas bestand aus einem weiten cylindrischen Rohr, wie Abb. 611 der beistehenden Abbildungen darstellt und wie es auch bei der in Abb. 606 abgebildeten Kastenlampe in Anwendung gekommen ist. Später sah man ein, daß bei Rundbrennern eine Verengung des Cylinders oberhalb der Flamme von Nutzen sei, und so kamen die in Abb. 612—616 dargestellten Formen in Gebrauch, denn der durch das Zugglas bewirkte Luftzug ist um so lebhafter, je enger und höher das Glas innerhalb gewisser Grenzen gemacht wird. Überhaupt aber sind Gestalt und Dimensionen des Zugsylinders von der Konstruktion

der Lampe und der Natur des Brennstoffes abhängig. Im Jahre 1840 wurde mit Bezug auf die Erhöhung der Leuchtkraft von Ruhl und Benkler in Wiesbaden eine Lampe konstruiert, welche eine wesentliche Neuerung zeigte, indem der über die Flamme gestülpte Zugsylinder mehr oberhalb des brennenden Dochtendes mit einer Einschnürung versehen war, die für den oberen Teil der Flamme den Durchzugskanal etwa bis auf die Hälfte der übrigen Cylinderweite beschränkte, wie Abb. 615 zeigt. Hiermit wurde eine bedeutende Temperaturerhöhung im Brennraume erzielt und dadurch die Leuchtkraft der Flamme entsprechend verstärkt. Nach dieser Zeit kam aber in England die sogenannte Liverpool-Lampe auf den Markt, bei welcher nicht, wie bei der vorher beschriebenen Einrichtung eine Zusammenziehung, sondern eine Verbreiterung der Flamme zum Zweck der Lichtverstärkung in Anwendung gebracht war, eine Einrichtung, welche auch bei ganz modernen Lampen benutzt wird. Bei dieser Liverpool-Lampe befand sich, wie Abb. 616 zeigt, auf einem in der Mitte des Hohllichtes sich erhebenden Stäbchen im oberen Teile der Flamme ein horizontales kreisrundes Metallscheibchen (die Brennscheibe), an dessen unterer Fläche der innerhalb der Flamme des Rundbrenners senkrecht aufsteigende Luftstrom gebrochen und in horizontaler Richtung quer durch den Flammenmantel abgelenkt wird. Hierdurch wird die Flamme angenähert kugelförmig ausgebaucht, weshalb auch der Cylinder entsprechend erweitert sein muß. Die Flamme der Liverpool-Lampe war infolge dieser Einrichtung zwar sehr weiß und hell, aber unstät und schwer regulierbar, so daß die Ruhl-Benklersche Lampe den Vorzug behielt.

Die große Mannigfaltigkeit der im Laufe dieses Jahrhunderts erfundenen Lampeneinrichtungen erweckte gar bald den Wunsch, über den relativen Wert derselben Klarheit zu erlangen, wozu nur sorgfältige Versuche über Lichtstärke und Ölverbrauch führen konnten. Schon 1827 wurden derartige Untersuchungen von dem berühmten Thermochemiker Berzelius in Paris angestellt. Derartige Arbeiten wurden öfter von andern wiederholt und in besonders großem Umfange von den deutschen Technologen Karmarsch und Heeren 1838 und später ausgeführt.



617. Blackaddersches Nachtlicht.

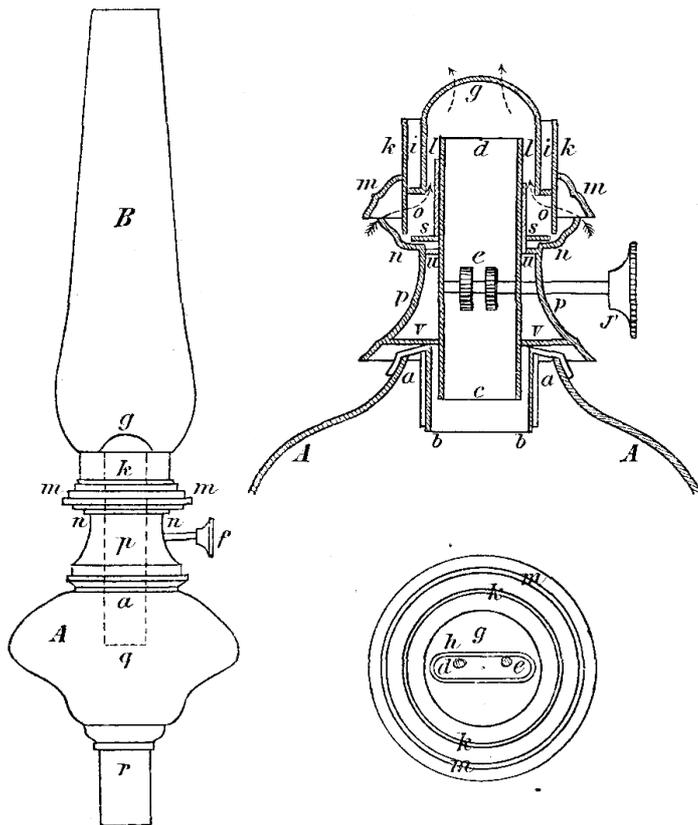
Nachdem in dieser Weise die Konstruktion der Öllampen einen langen und bunten Entwicklungsgang durchgemacht und in Franchots Moderaturlampe den Gipfel technischer und wirtschaftlicher Bervollkommnung erreicht hatte, trat eine Umwälzung durch den Gebrauch der mineralischen flüchtigen Öle als Lampenbrennstoff ein, und eine neue Kategorie von Lampen kam zur Geltung, welche — als der Neuzeit angehörend — in dem folgenden Abschnitte für sich zu besprechen sind.

Angefügt mag hier nur noch sein, daß die Idee, Lampen ohne Docht herzustellen, schon zur Zeit, da man nur Rüböl als Leuchtstoff benutzte, bei dem in Abb. 617 abgebildeten Blackadderschen Nachtlicht im kleinen zum Ausdruck gebracht wurde. Hierbei schwimmt ein Schälchen aus Blech oder Glas, in dessen Boden ein Kapillarröhrchen befestigt ist, auf der Oberfläche. Durch ein brennendes Hölzchen wird das Röhrchen oberhalb erwärmt, um so die erste Dampfbildung aus dem Öl hervorzubringen; dieser Öldampf entzündet sich alsbald zu einem Flämmchen, welches sich nun selbst durch weitere Dampfbildung nährt.

Die Mineralöllampen.

Die Verwendung der Mineralöle als Lampenbrennstoff wurde durch die schon 1833 auftauchenden Bestrebungen, flüchtige Öle des Pflanzenreiches zu dem Zwecke zur Anwendung zu bringen, vorbereitet. Derartige Öle sind zum Teil durch ihre chemische Zusammensetzung zu einer starken Lichtentwicklung besser geeignet, als die fetten Öle; insbesondere können jene wegen ihrer Dünnsflüssigkeit weit leichter und daher auch höher vom Dochte aufgesaugt werden als letztere, weshalb dieselben künstliche Vorrichtungen zur

Ölhebung entbehrlich machen und somit eine einfachere Einrichtung der Lampen gestatten. Vorübergehend spielte das rektifiziertes Terpentinöl eine Rolle und zwar zuerst in der von Morey in Nordamerika und in der 1834 vom Landesökonomierat Lüdersdorff in Berlin erfundenen Dampf Lampe. In der letzteren Lampe wurde ein Gemisch von Alkohol und rektifiziertem Terpentinöl unter der Bezeichnung Leuchtspiritus benutzt. Der Docht bei dieser Lampe war dick, 8—10 cm lang und befand sich in einem messingnenen Rohre, welches oben in einem runden hohlen Knopfe endigte. Dieser Knopf war im Umkreise mit Löchern von etwa 0,5 mm Durchmesser versehen. Um die Lampe anzuzünden, wurde der Knopf mittels einer gewöhnlichen Spiritusflamme erhitzt, wodurch sich eine kleine Menge des vom Dochte aufgesogenen Leuchtspiritus in Dampf verwandelte und im Ausströmen durch die Löcher entflammte. Sobald dies geschehen war, blieb die Lampe von selbst im Gange, wobei sie ein glänzend weißes Licht entwickelte, das man besonders zu dekorativen Zwecken und Theaterbeleuchtung zu verwenden gedachte. Indessen war



618—620. Hydrokarburlampe mit Flachbrenner.

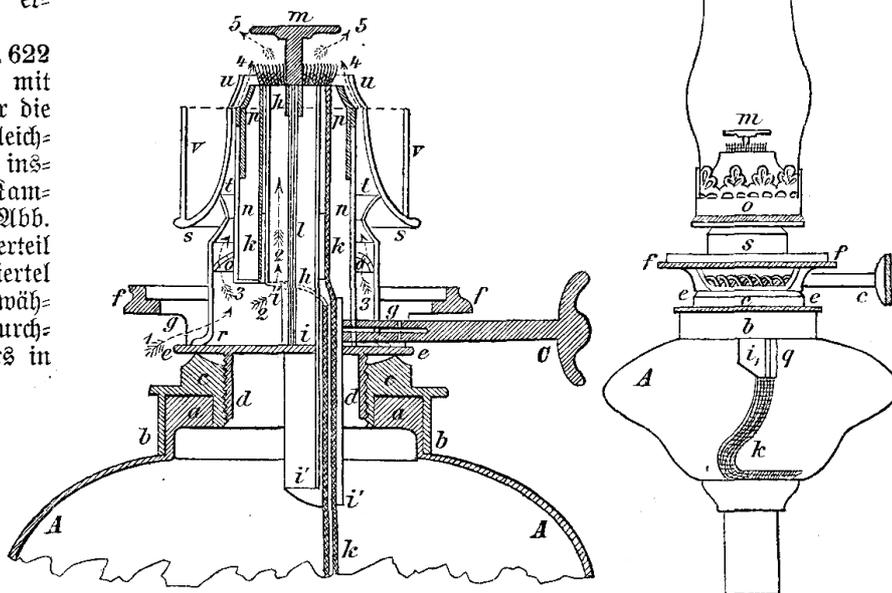
dabei der Übelstand störend, daß die Flamme schon bei geringem Luftzuge verlöschte; außerdem bewirkte aber der Knopf, daß ein großer Teil des Lichtes für den Anblick verloren ging, und endlich war ein Haupthindernis für die Verwendung dieser Lampe die Kostspieligkeit des Brennstoffes. Um's Jahr 1844 kamen in England die Kamphinlampen auf, deren Brennstoff aus reinstem Terpentinöl bestand, die sich aber auch als unpraktisch erwiesen.

Was nun die Mineralöle beziehungsweise Erd- und Steinöle anbelangt, so ist deren Anwendung für Beleuchtungszwecke wohl ebenso alt als die Kenntnis dieser Substanzen; jedoch sah man in den Kulturländern von deren Benutzung ab, weil das Material in der Regel ziemlich hoch im Preise stand und weil es in Lampen gewöhnlicher Art nur mit stark rußender Flamme brannte, sobald die Flamme nicht sehr klein

und daher wenig lichtkräftig erhalten wurde. Indessen sollen schon 1819 in Galizien gelungene Versuche gemacht worden sein, Petroleum zur Beleuchtung von Bergwerken zu benutzen. Deale in London konstruierte 1837 eine Lampe zum Brennen von Steinöl und Steinkohlenteeröl, welche weder Docht noch Zugsylinder hatte, indem bei derselben ein Gebläse zur Anwendung kam. Selbstverständlich war diese Lampe für gewöhnliche Beleuchtungszwecke ungeeignet. Im Jahre 1834 begann Selligie in Paris Versuche zur Darstellung von Leuchtölen aus dem durch Destillation bituminöser Schiefer gewonnenen Teer, und 1840 kamen diese Leuchtöle in den Handel. Fast gleichzeitig wurden auch außerhalb Frankreichs, besonders aber in Deutschland Fabriken zur Erzeugung solcher Öle in Betrieb gesetzt, wobei als Rohstoff gewisse Steinkohlen, Braunkohlen und selbst Torf zur Verwendung kamen. Die als Brennöle zu benutzenden Produkte besaßen verschiedene Grade der Flüchtigkeit; die flüchtigeren und deshalb auch leichter entzündlichen wurden als Photogen, Schieferöl, Mineralöl, Hydrokarbür u. s. w. bezeichnet, das weniger leicht entzündliche war als Solaröl bekannt.

Für diese verschiedenen Leuchtstoffe wurden auch sehr bald geeignete Lampen konstruiert. In Abb. 618 ist eine Hydrokarbür-Lampe in ganzer Ansicht und in ein Viertel wirklicher Größe, doch ohne Fuß, dargestellt. Abb. 619 zeigt den senkrechten Durchschnitt und Abb. 620 die obere Ansicht des Brenners. A ist der gläserne Flüssigkeitsbehälter, welcher mit seinem angefetteten blechernen Zapfen r auf den säulenförmigen Fuß zu stecken und in seiner kurzen Halsöffnung bei a mit einer messingenen Fassung versehen ist. Letztere nimmt die Dille b des Brennergehäuses p auf, durch dessen Oberboden u und Unterboden v das flache Dochtrohr c d des Brenners fest eingelötet hindurchgeht. Mit q ist ein Stück des Dochtes bezeichnet, zu dessen Heben und Senken die mittels des Knopfes f drehbaren beiden Zahnrädchen e dienen, welche direkt in den Flachdocht eingreifen. Der obere Boden u des Brennergehäuses bildet mit seinem breiten vorspringenden Rande ein Tellerchen n zum Aufsetzen einer messingenen Kapsel, welche in ihrer Mitte eine flache, auf das Dochtrohr c d aufzuschiebende Dille s und außerdem innerhalb der ringförmigen Wandung k eine Art Kuppel l g l und außerhalb einen Schirm m enthält. Die Wölbung g ist mit einer Öffnung h (Abb. 468) versehen, die etwas länger und breiter als die Mündung d des Dochtrohres ist. In den Raum i zwischen l und k wird das Zugglas (der Cylinder) gestellt, der für den Flachbrenner ausgebaucht sein muß, wie Abb. 618 zeigt. Die Ringwand k ist in ihrem unteren Teile bei o rundum mit Löchern versehen, durch welche nach der Richtung der in Abb. 619 angegebenen Pfeile die Zugluft eintritt, um sich innerhalb der Kapsel g dicht an die Flamme zu drängen und mit dieser durch die verhältnismäßig enge Öffnung h in das Zugglas einzutreten. Es findet sonach eine sehr innige Berührung und selbst Vermischung der Luft mit der Flamme des Hydrokarburs statt, wodurch eine rauchlose helle Verbrennung erzielt wird.

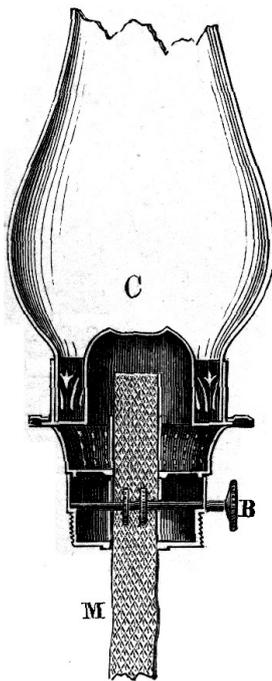
In Abb. 621 u. 622 ist eine Lampe mit Rundbrenner für die Verwendung von leichtem Mineralöl, insbesondere auch für Kamphein dargestellt. Abb. 622 zeigt den Oberteil der Lampe in ein Viertel wirklicher Größe, während Abb. 621 den Durchschnitt des Brenners in der halben wirklichen Größe darstellt. Der Flüssigkeitsbehälter A und das Zugglas gleichen in der Form den entsprechenden Teilen der vorher beschriebenen Lampe. Obgleich hier ein Rundbrenner vor-



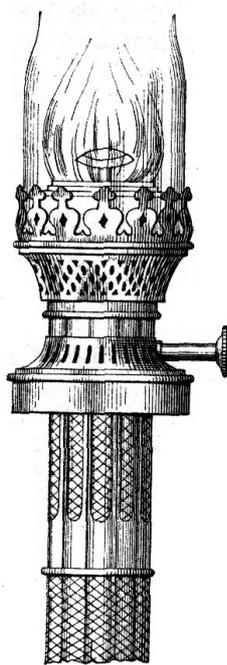
621 u. 622. Mineralöllampe mit Rundbrenner.

handen, ist das Zugglas doch ebenfalls ausgebaucht, was deshalb nötig ist, weil die Flamme durch die bereits früher erwähnte oberhalb des Brennerandes angebrachte Brennscheibe m in kugelförmiger Form ausgebreitet wird. Auf den Halsrand a des Behälters ist die messingene Fassung b e gefittet, in welche mittels seines ringförmigen unteren Endes d der Brenner eingeschraubt wird. Dieser Brenner bildet zunächst eine Art Teller of mit vier großen Öffnungen in der Gegend g, durch welche die Zugluft eintreten kann, wie der Pfeil an 1 andeutet. Auf den breiten Rand f des Tellers wird die zur Dämpfung des Lichts dienende matte Glasugel gesetzt; inmitten des Tellerbodens e erhebt sich der doppelwandige Cylinder h n, von welchem unterhalb, von e e etwa um 12 mm aufwärts, die Hälfte derartig ausgeschnitten ist, daß nur der Teil i bis zu e hinabreicht und hier in eine entsprechend gestaltete halbringsförmige Öffnung eingelötet ist. Dadurch entsteht ein freier Zugang der Luft für den inneren Zug, welcher in der Richtung der Pfeile 2 durch den Cylinder h emporgeht. Das Dochtrohr i umschließt oben mit einem kurzen zylindrischen Teile (auf welchen der Docht aufgeschoben und mittels eines umgewickelten Zwirfadens befestigt ist) direkt den Cylinder h; der größte Teil seiner Länge ist aber bis an das untere Ende halbrund geformt, geht durch i und die Öffnung des Tellerbodens e, nimmt den platt zusammengelegten Hohldocht auf und ist mit der Zahnstange q (Abb. 622) versehen, welche auf gewöhnliche Weise durch ein Getriebe mittels Drehung des Knopfes c auf und ab bewegt werden kann. Diese eigentümliche und nichts weniger als Das Buch der Erfind. I.

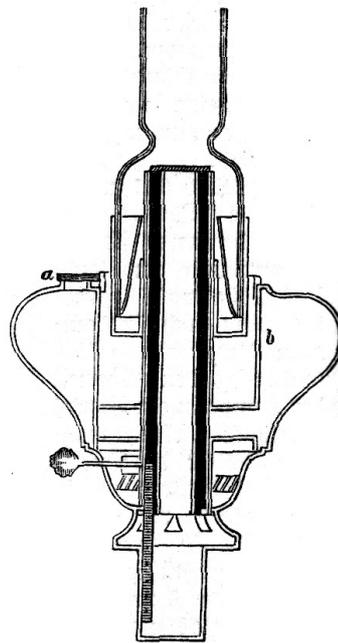
bequeme Anordnung des Dochtes erfordert, daß derselbe an jener Stelle, wo er von der hohlen Schlauchform in den platt zusammengelegten Zustand übergeht, der Länge nach aufgeschlitzt ist. Die äußere Wandung n des Brennercylinders trägt einen ringsum vorspringenden Schirm o mit vielen runden Löchern, durch welche in der Richtung der Pfeile 3 der äußere Luftzug emporgeht. In das obere Ende von n wird ein Mundstück p eingeschoben, welches vermöge seiner zusammengezogenen Form an dieser Stelle den Dochtraum bis nahe an das Dochtrohr verengt. Auf der Platte e ist ein vertikaler Draht l befestigt, welcher in der Achsenlinie des Cylinders h bis zur Brennermündung emporreicht und hier den darübergeschobenen Stiel der schon erwähnten Brennscheibe m trägt. Zur Bervollständigung des Brenners gehört noch die lose aufgesetzte messingene Kapsel r s t u mit dem Träger v des Zugglases; diese Kapsel enthält in der Gegend r, das ist nahe über dem sie tragenden Tellerboden e, rundum Löcher, durch welche die von g ankommende Luft in der Richtung des Pfeiles 1 eintritt, um sich sofort in zwei Teile zu trennen, durch welche der Luftzug inner- und außerhalb des Dochtes hergestellt wird. Der innere Zug geht bei 2 durch den Cylinder h, stößt sich oben beim Austritt an die Brennscheibe m und ist daher genötigt, nach Angabe der Pfeile 5 rund herum auszuweichen, wodurch die Flamme angenähert kugelförmig ausgebreitet wird, wie dies auch bei der früher erwähnten Liverpoollampe der Fall war. Der äußere Zug drängt sich in der Richtung der Pfeile 3 durch die Löcher des Schirmes o, ferner zwischen dem Cylinder n p und der Kapselwand s t u hinauf



623. Petroleum-Flachbrenner.



624. Mitraillensbrenner.



625. Ältere Petroleumlampe mit Rundbrenner.

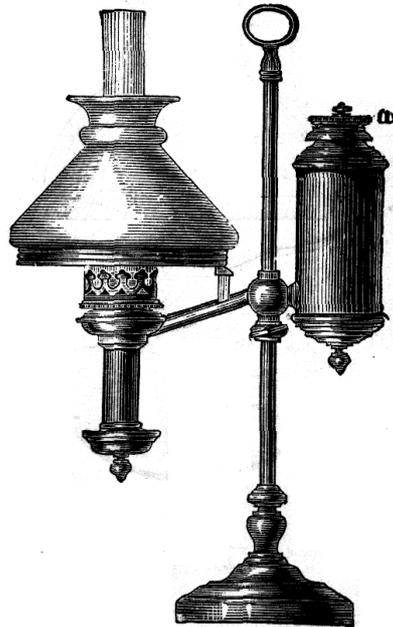
und wird, vermöge der Einziehungen bei n p, etwa im Sinne der Pfeile 4 nach innen getrieben. Beide Luftströme stoßen also gewissermaßen in die Flamme hinein und bewirken somit die zur vollständigen Verbrennung der benutzten Leuchtstoffe nötige Vermischung der Luft mit den entzündeten Gasen. Der mit Brennscheibe versehene Brenner hat sich auch für Solaröl, sowie auch bei den nun zu besprechenden Petroleumlampen bewährt.

Den erst durch Destillation mit Arbeits- und Kostenaufwand aus festen Mineralien zu gewinnenden Mineralölen trat aber mit dem Petroleum oder Erdöl, welches als fertiges Produkt dem Erdboden an vielen Orten mehr oder minder reichlich durch Erbohrungen zu entlocken ist, ein überwältigender Konkurrent entgegen, welcher diese älteren Leuchtstoffe fast gänzlich vom Markte verdrängte. Die erste Petroleumlampe soll Silliman in Nordamerika im Jahre 1855 erfunden haben. Zuerst war es das in Pennsylvanien und Kanada in außerordentlich reichen Quellen erschlossene amerikanische Erdöl, welches der Petroleumbeleuchtung den Weg bahnte; später kam aber auch das russische, der kaukasisch-kaspischen Naphthazone entstammende Erdöl, sowie das galizische und auch wenn schon nur in geringer Bedeutung, das aus den andern europäischen Erdölquellen gewonnene Produkt in den Handel.

Über die Entstehung dieses Erdöles gehen die Ansichten auseinander. Die große Ähnlichkeit des Petroleums mit den aus Teer gewonnenen Leuchtölen führte zuerst zu

Annahme, daß dasselbe ein Destillationsprodukt der großen, aus vorweltlich vegetabilischen Überresten gebildeten Kohlenlager sei, wofür auch die großen nebenbei in Amerika vorkommenden des Bitumens beraubten Anthracitlager sprechen. Gewisse Verhältnisse im Vorkommen der unterirdischen Vorräte deuten jedoch auch auf eine Entstehung aus tierischen Substanzen und zwar insbesondere aus Korallentierchen hin, wie z. B. am Roten Meer. Endlich haben bedeutende Chemiker auch noch auf die Möglichkeit der Entstehung des Erdöles durch das Zusammenwirken unorganischer Substanzen hingewiesen. Wahrscheinlich haben sich alle drei Ursachen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten bei der Entstehung dieses Produktes beteiligt. Die flüchtigen Produkte, welche bei der Destillation des Rohpetroleums gewonnen werden, sind von gleicher Natur, wie die flüchtigen Produkte der Mineralölfabrikation und erfordern daher auch Lampen von gleicher Konstruktion, die im folgenden mit zu besprechen sind. Durch die Mineralölfabrikation war also schon der Weg zur Herstellung der Petroleumlampen grundsätzlich angedeutet worden, so daß sich der Erfindungsgeist nur noch mit der Ausbildung und Vervollkommnung der einzelnen Teile solcher Beleuchtungsapparate zu beschäftigen hatte, um dem Publikum möglichst zweckmäßige und wirksame und zugleich möglichst billige und dabei doch geschmackvolle Lampen für alle zu befriedigenden Anforderungen und Beleuchtungszwecke anbieten zu können.

Der einfachste Brenner für Petroleumlampen ist in Abb. 623 dargestellt. Der handförmige Docht M dieses Flachbrenners kann, ganz ähnlich wie bei den vorher beschriebenen Mineralöllampen, mittels zweier auf einer Achse sitzenden Zahnrädchen durch Drehung des Knopfes B passend verschoben werden; derselbe bewegt sich in einer Hülse, die von einer vielfach durchlöcherter Fassung umgeben ist. Über dem oberen Dochtende wölbt sich, ganz so wie bei den älteren Mineralöllampen, eine Blechkappe C, die oben mit einem Schlitze zum Herausstreten der Flamme versehen ist. Diese Einrichtung bewirkt, daß die von unterhalb der Kuppel eintretende Luft dicht an den unteren Teil der innerhalb sich entzündenden Ölgase gedrängt wird, so daß aus dem Schlitze eine helle Gasflamme herausbrennt. Oberhalb der Kuppel befindet sich die das Zugglas bezw. den Cylinder aufnehmende sogenannte Galerie. Dieser Cylinder ist ausgebaucht, damit die breite Flamme des Flachbrenners den nötigen Raum zu ihrer Entwicklung erhält. Um den unteren Umfang des Cylinders gleichmäßig zu erhitzen und so das Zerspringen des Glases zu verhüten, hat man wohl auch dieser Ausbauchung eine parallel zum Flachbrenner gerichtete entsprechend platte Form gegeben. Um Flammen von größerer Lichtstärke im engsten Raume zu erzielen, hat man nach dem bereits früher erwähnten, von Rumford für Hohllichte vorgeschlagenen Prinzip mehrere Flachlichte parallel oder sternförmig zu einander angeordnet, wie dies bei dem Triplexbrenner mit drei, bei dem Kronenbrenner sogar mit sechs Dochten geschehen ist. Denselben Zweck hat man aber auch durch eine kreisförmige Zusammenstellung von 8—12 schnurartigen Wolllichtern im Mitrailleurbrenner (Abb. 624) in möglichst vollkommener Weise zu erreichen gesucht. Jeder Docht geht durch einen besonderen Halter; diese Halter sind in der Form kurzer Röhren am Umfange einer Scheibe angebracht, so daß sämtliche Dochte wie ein einziger Hohllicht gleichzeitig verschiebbar sind, wobei sie durch feststehende, im eigentlichen Brenner sitzende kurze Messingrohre geführt werden. Auch bei diesem Brenner findet die schon lange in Vorschlag gebrachte Brennscheibe, außerdem aber auch noch eine Kappe, unter welcher die Luft vorgewärmt wird, bevor sie in die Flamme gelangt, Verwendung. Infolge der starken Saugkraft, welche die einzelnen Dochte besitzen, ist dieser Brenner besonders für die Verwendung schwerer Öle geeignet; derselbe gibt eine sehr

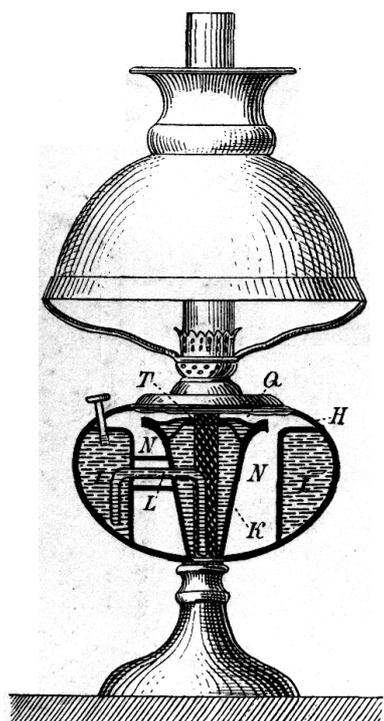


626. Stabwassers Patent-Petroleumschiebelampe.

helle ruhige Flamme von bedeutender Lichtstärke, verbraucht aber auch verhältnismäßig viel Brennstoff und ist daher weniger sparsam als ein gewöhnlicher Rundbrenner.

Man hat auch Flachbrenner ohne das gewöhnliche als Cylinder bezeichnete Zugglas hergestellt. So ist z. B. Votti auf die schon bei der früher erwähnten älteren Rüböl-lampe von Ruhl und Benkler zuerst probierte Vorrichtung, aus welcher schließlich der eingeschnürte Cylinder hervorging, zurückgegangen, wobei über der Flamme eine mit einem Rundloch versehene Scheibe, bezw. ein flachtrichterförmiger Teller angebracht wurde, um eine pfriemenartige, zusammengezogene und dadurch sehr heiße Flamme von größerer als die gewöhnliche Lichtstärke zu erhalten. Hierbei ist also das durch Anwendung der Brennscheibe zur Geltung gebrachte Prinzip der Flammenausbreitung gerade ins Gegenteil verwandelt, woraus ersichtlich ist, daß man denselben Zweck der Helligkeitsvermehrung und ökonomischsten Ausnutzung des Leuchtstoffes auf sehr verschiedenen Wegen zu erreichen gesucht hat. Über die so erhaltene langgestreckte Spitzflamme wurde zwar

kein gewöhnlicher Cylinder, wohl aber statt dessen auf den durchlochten Teller eine verhältnismäßig hohe Glocke oder Tulpe aus Milchglas gestellt. Diese Anordnung wurde später wiederum bei der Stöterschen Kaiserlampe benutzt.



627. Sicherheits-Petroleumlampe von Arickmeyer.

Für die gewöhnlichen Petroleumlampen, von denen man eine gleichförmige Rundbeleuchtung verlangt, findet der Argandbrenner Anwendung, denn der Flachbrenner strahlt den Lichtschein hauptsächlich nur von seiner Breitseite aus und ist daher mehr für Studierlampen als zur Beleuchtung eines allseitig benutzten Familientisches geeignet. Einen solchen älteren Petroleumrundbrenner zeigt Abb. 625. Das Öl wird hierbei durch eine mittels Schraube verschließbare Öffnung a in den Ölbehälter b eingegossen, welcher die schon bei den ersten Mineralöllampen benutzte äußere Gestalt hat und aus dickem Glase besteht. Um die Erwärmung des Öles im Behälter und eine dadurch bei leichtem Öle mögliche Explosion zu verhüten, ist der Behälter ringförmig eingerichtet, so daß zwischen ihm und dem Brenner ein Zwischenraum vorhanden ist, welcher von der äußeren Luft durchströmt wird. Die Verbindung zwischen dem Ölbehälter und Brenner ist unterhalb durch ein horizontales Rohr hergestellt. Der Cylinder ist in der bereits besprochenen Weise eingeschnürt. Eine ebenfalls ältere Form zeigt Abb. 626 in der Stobwasser'schen

Patent-Petroleumlampe, welche als Schiebelampe mit seitlich angebrachtem und daher vor Überhitzung geschütztem Ölbehälter versehen, dafür aber auch mit dem Übelstande der seitlichen Schattenbildung behaftet ist; dieselbe ist daher hauptsächlich nur für einseitige Beleuchtung geeignet, wie sie für eine Studier- oder sonstige Arbeitslampe ausreichend erscheint. Der Ölbehälter, der hier auch bei brennender Lampe mit frischem Öl versehen werden kann, wird durch Drehen des Knopfes a geöffnet und wieder geschlossen. Noch eine andre und zwar neuere Sicherheitseinrichtung für Verhütung der Explosion durch Überhizen des Ölbehälters und durch Umkippen der Lampe ist bei der in Abb. 627 dargestellten, von E. Arickmeyer in Petersburg erfundenen und im Deutschen Reiche patentierten Petroleumlampe in Anwendung gebracht, wobei zugleich auf die gute Verbrennung schweren dicken Öles Bezug genommen ist. In der Lampenvase sind zwei getrennte Ölbehälter I und K angebracht, zwischen denen die Überführung des Öls aus dem äußeren in den inneren Behälter durch einen Heber L bewirkt wird, wodurch das Öl in dem Behälter K stets kühl erhalten wird und zugleich auch ein vollständiges Verbrennen dickeren Öls erzielt werden soll. Hauptsächlich aber soll, wie schon angedeutet worden ist, durch diese Einrichtung die Explosion verhütet werden, indem beim zufälligen Umkippen der Lampe ein

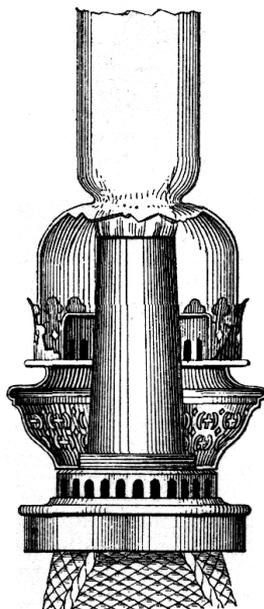
freies Einströmen des im Behälter K befindlichen Petroleums in den leeren Raum N zwischen beiden Behältern ermöglicht ist. Außerdem befindet sich auf dem Lampenbassin K ein lose aufgelagerter Deckel Q nebst einem glatten Dochtringe T für den Durchgang des Dochtes, um bei Erschütterungen der Lampe ein Überfließen des Petroleums in den leeren Raum N zu vermeiden. Bei gut konstruierten Lampen und bei Anwendung gut destillierten Petroleums, wie dasselbe in Deutschland unter obrigkeitlicher Kontrolle nur in den Handel gebracht wird, ist eine Explosion durch Überhitzen des Ölbehälters von der Wärmeausstrahlung der Flamme nicht zu befürchten; wenn die nötigen Vorsichtsmaßregeln in Anwendung kommen, so sind solche Lampen ohne alle Gefahr zu benutzen.

Von vervollkommener Einrichtung ist der in Abb. 628 dargestellte Patent-Reformbrenner, bei welchem die zur Flamme von außen strömende Luft vorher durch das Brennerrohr erwärmt wird. In noch höherem Grade ist dies der Fall bei dem in Abb. 629 abgebildeten Brenner der Patent-Reichslampe von Schuster & Bär. Bei dieser Lampe geht das Luftzuführungsrohr durch den aus Metall hergestellten Ölbehälter hindurch. Ferner ist über dem Brenner die schon besprochene und längst bekannte Brennscheibe, sowie auch die schon bei andern Lampen benutzte Kappe angebracht, unter welcher die erwärmte Luft sich mit den entflammten Gasen teilweise vermischt. Ein derartiger Brenner von 20" gibt eine Flamme von 45 Normalkerzen, einer von 40" eine Flamme von 115 Normalkerzen. Der erstere Brenner liefert daher eine Flamme, die über dreimal heller als die eines 32" Loch-Gas-Argandbrenners ist und mit der Speisung von Petroleum 50% weniger kostet als Gas.

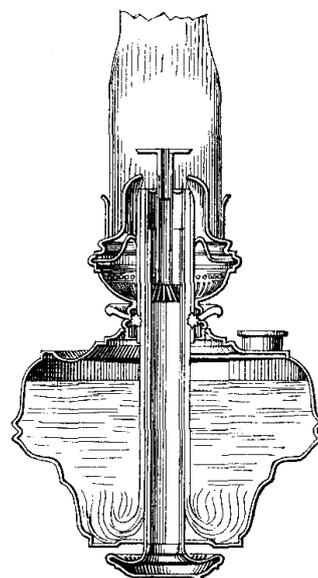
Ein anderer sehr guter Brenner ist von der Aktien-Gesellschaft vormals C. H. Stobwasser & Co. unter der Bezeichnung Prometheusbrenner neuerdings in den Handel gebracht worden. Auch dieser Brenner ist oberhalb der Kappe mit der Brennscheibe versehen. In Abb. 630 ist Deimels Petroleum-

brenner dargestellt. Die Einrichtung ist möglichst auch bei diesem Brenner so getroffen, daß die Wärme um die Flamme herum zusammengehalten und die der Flamme zugeführte Luft vorgewärmt wird. Zu diesem Zwecke dient die das Dochtrohr a überragende, seitlich geschlitzte Kappe b, welche in einem gewissen Abstände von einer aus schwer schmelzbarem Glase bestehenden Isolierkappe c umgeben ist. Zwischen dem Fuße des wegen der Brennscheibe A ausgebauchten Cylinders B und der erwähnten Isolierkappe c ist ein ringförmiger Zwischenraum zum Durchzug der Luft freigelassen. Für den von unten kommenden Luftzug nach der Flamme sind also drei Kanäle vorhanden, von denen der erste von der Außenwand des Brenners a und der inneren Kappe b, der zweite von den beiden Kappen b und c und der dritte von der Kappe c und dem Cylinderfuße gebildet wird. In den inneren beiden Kanälen wird die zuströmende Luft ziemlich stark vorgewärmt, gleichzeitig aber wird der Cylinderrand durch den dritten Luftkanal vor zu starker Erhitzung geschützt.

Man hat auch versucht, die Flamme durch Vergrößerung der Verdampfungsfläche des Dochtes zu verstärken, indem man dessen innere Seite mit einem entsprechenden breiten Rand über die innere Brenneröhre frei heraustreten ließ, wogegen der äußere Dochtrand durch die äußere Brenneröhre oder durch eine besondere ringförmige Kappe gegen die Entzündung geschützt ist.



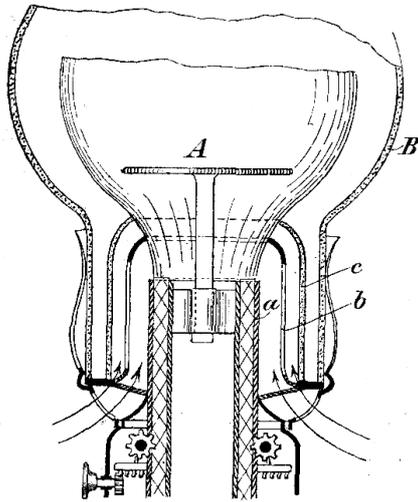
628. Patent-Reformbrenner.



629. Patent-Reichslampe von Schuster & Bär.

Um das Anzünden zu erleichtern, was insbesondere bei Hängelampen erwünscht ist, hat man dieselben mit Vorrichtungen zum Emporschieben des Cylinders versehen. Einen derartig eingerichteten Brenner, welcher von der Firma: Schweizer & Gräff, Berlin, unter der Bezeichnung „Staatsbrenner“ fabriziert wird, zeigt Abb. 631. Dieses Brennersystem ist besonders mit Rücksicht auf einfache Handhabung konstruiert. Durch eine halbe Umdrehung des links dicht unterhalb der Cylindergalerie befindlichen schlüsselförmigen Handgriffes wird die Galerie mitsamt dem Cylinder durch ein paar Zahnrädchen und einen damit verbundenen kleinen Hebel soweit gehoben, daß der Dochttrand zum Anzünden zugänglich wird.

Mit Rücksicht auf die flüchtigsten Destillationsprodukte des Rohpetroleums, welche als Naphtha, Petroleumäther, Benzin oder Benzol, Ligroin, Gasolen und mit andern willkürlichen



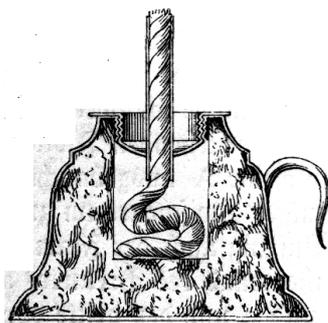
630. Heimels Korbrenner.



631. Staatsbrenner mit Cylinderhebevorrichtung.

Bezeichnungen im Handel vorkommen, hat man für den Handgebrauch besondere leuchterartige Beleuchtungsapparate konstruiert, von welchen der Ligroin- oder Benzinleuchter ziemlichliche Verbreitung gefunden hat. Abb. 632 zeigt dessen Einrichtung; der Fuß des Leuchters ist mit Schwammstücken gefüllt, welche nach Abschrauben des dicht aufsitzen den langen, durch einen Volldocht vollständig ausgefüllten Docht-

rohres durch Eingießen mit dem flüchtigen Stoffe gesättigt werden, worauf das Dochtrohr mit seinem breiten Aufsatz durch festes Einschrauben den Leuchtstoff luftdicht abschließt, so daß dieser Leuchter ganz gefahrlos zu benutzen ist. Der vollgesaugte Schwamm gibt allmählich dem am obersten Ende etwas hervorragenden Dochte den zur Flammbildung nötigen Leuchtstoff ab. Wird der Leuchter nicht benutzt, so wird das obere Ende des Dochtrohres mittels eines Hütchens fest verschlossen, um die unnötige Verdunstung des Leuchtstoffes zu verhüten. Die kleine Flamme dieses Leuchtapparates ist zwar verhältnismäßig sehr hell, verträgt aber keinen Luftzug, indem sie dadurch sofort auslöscht. Als



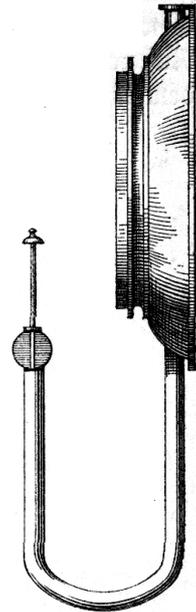
632. Benzinleuchter.

Nachtlicht sind indessen diese Leuchter gut zu benutzen. — Eine weitere Verwendung suchte man bezüglich der leichtesten und daher auch in hellen Leuchtflammen verbrennbaren Destillationsprodukte durch die Herstellung von Starklichtern für Werkstätten und Arbeitsplätze zu gewinnen, indem man sogenannte Dampflichter herstellte, wie dies schon bei der viel früher mit Bezug auf die Destillationsprodukte der künstlich gewonnenen Mineralöle versuchsweise konstruierten, aber für den praktischen Gebrauch ungeeignet befundenen, auf S. 584 erwähnten Lüdersdorffschen Dampfampe geschehen sollte. Ein neuerer derartiger Apparat ist die in Abb. 633 abgebildete Dampfampe von Lilienfels & Lutschers, die mit ihrem flachen kreisrunden Leuchtstoffbehälter an die Wand zu hängen ist. Am U-förmigen Dochtrohre befindet sich unterhalb des Brenners eine Metallkugel, die vor dem Anzünden zu erwärmen ist, um die Bildung des Brenndampfes einzuleiten, welcher dann dem gelochten Brenner entströmt und die Flamme gibt. Die so erzeugte Flamme ist zwar blendend hell, aber flackrig und verträgt keinen Luftzug, auch ist der Apparat nicht ganz ungefährlich.

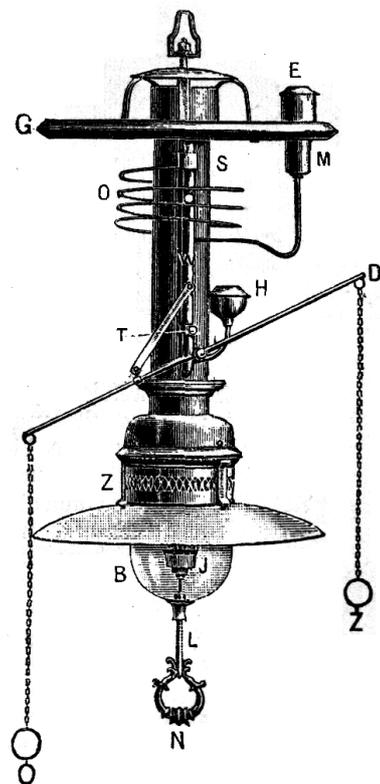
Zur besseren Ausbildung gelangten die eigentlichen Petroleum-Gaslampen, welche zuerst in England aufkamen. Dieselben waren mit einem ringförmigen Ölbehälter

versehen, aus welchem eine Anzahl Dochtröhren nach einem mit einem vereinigten Dochte versehenen Ringbrenner führten, welcher tiefer als der Ölbehälter angebracht und derartig angeordnet ist, daß die Flamme nach unten brennt und die heißen Verbrennungsgase die aus dem Ölbehälter hervorragenden, mit den vollgesaugten Dochten versehenen Röhren bestreichen, so daß darin eine Verdampfung des Öles herbeigeführt wird und die Leuchtflamme mit diesem gasartigen Dampfe gespeist werden kann. In viel vervollkommneterer Weise ist dieses System in der Schülkeschen Petroleum-Regenerativgaslampe für sogenanntes Petroleumganzlicht zur Ausführung gelangt und von der „Internationalen Gesellschaft für Beleuchtung mit Petroleum-Regenerativlampen“ seit einiger Zeit in Betrieb übernommen worden. Die in Abb. 634 abgebildete sogenannte Schülkesche Regenerativlampe hat oberhalb des über der den nach unten flammenden Brenner vollständig umschließenden Glaskugel B angebrachten Abzugrohres einen ringförmigen flachen Ölbehälter G, in welchem bei E das Petroleum eingefüllt wird und der durch ein Filter M mit einem spiralförmig um das Abzugsrohr gewundenen biegsamen Rohre O verbunden ist. Dieses schlauchartige, aus Leder hergestellte Rohr O trägt an seinem beweglichen Ende einen kleinen Behälter S, worin sich eine regulierbare Tropfvorrichtung befindet, durch welche der Ölzufluß nach dem Vergasungsrohr W, der sogenannten Retorte, geregelt werden kann. Diese Retorte W ist mit einer Zugstange T versehen und kann mittels eines Hebels durch zwei Schnuren mit Handgriffen nach dieser oder jener Seite geneigt, und somit der Schlauch nach Bedarf gehoben oder gesenkt werden, je nachdem ein mehr oder minder helles Licht verlangt wird. Zum Anzünden der Leuchtflamme dient ein kleiner Spiritusbrenner J, der innerhalb der die Flamme umgebenden Glaskugel B angebracht ist und von dem Spiritusbehälter H gespeist wird. Der Spiritusbrenner J kann nebst der Glaskugel B mittels des Handgriffes N an der Führungsstange L zum Zweck des Anzündens herabgezogen werden. Nachdem also dieser Brenner wieder hinaufgehoben worden ist, erwärmt er mit seiner Flamme vorläufig den untersten Teil der mit dem herabtropfenden Öle versehenen Petroleumretorte W und entzündet dann die Leuchtflamme, welche durch das aus einer ringförmig angeordneten Reihe von Röhren austretende Gas gespeist wird. Ist das geschehen, so erlischt der nur mit einer geringen Menge Spiritus versehene Anzündbrenner und die von der Leuchtflamme durch das Zentralrohr emporsteigenden heißen Verbrennungsgase besorgen dann die nötige Heizung der Vergasungsretorte. Die zur Unterhaltung der von oben nach unten brennenden und um den unteren Rand des Abzugrohres wieder emporsteigenden glockenförmigen Leuchtflamme benötigte Luft findet durch die in der cylindrischen Kapsel Z angebrachten Öffnungen Zutritt, wobei sich dieselbe an geeigneten Heizflächen erwärmt, bevor sie an die Brennermündung herantritt.

Das Bedürfnis nach starken, leicht tragbaren und beliebig anzubringenden Lichtquellen hat zu weiteren Bemühungen in der Herstellung von praktischen Öldampflichtern, insbesondere von Petroleum-Dampflichtern geführt, deren ältere Ausführungen bereits erwähnt wurden. Unter den neueren Apparaten dieser Art hat insbesondere das Petroleum-Dampflicht, das unter der Bezeichnung „Kometfackel“ von H. Meißack (Groszby Warenhaus) Hamburg auftrat, eine hervorragendere Bedeutung gewonnen. Die Hauptschwierigkeit, welche bei der praktischen Herstellung solcher Dampflichter

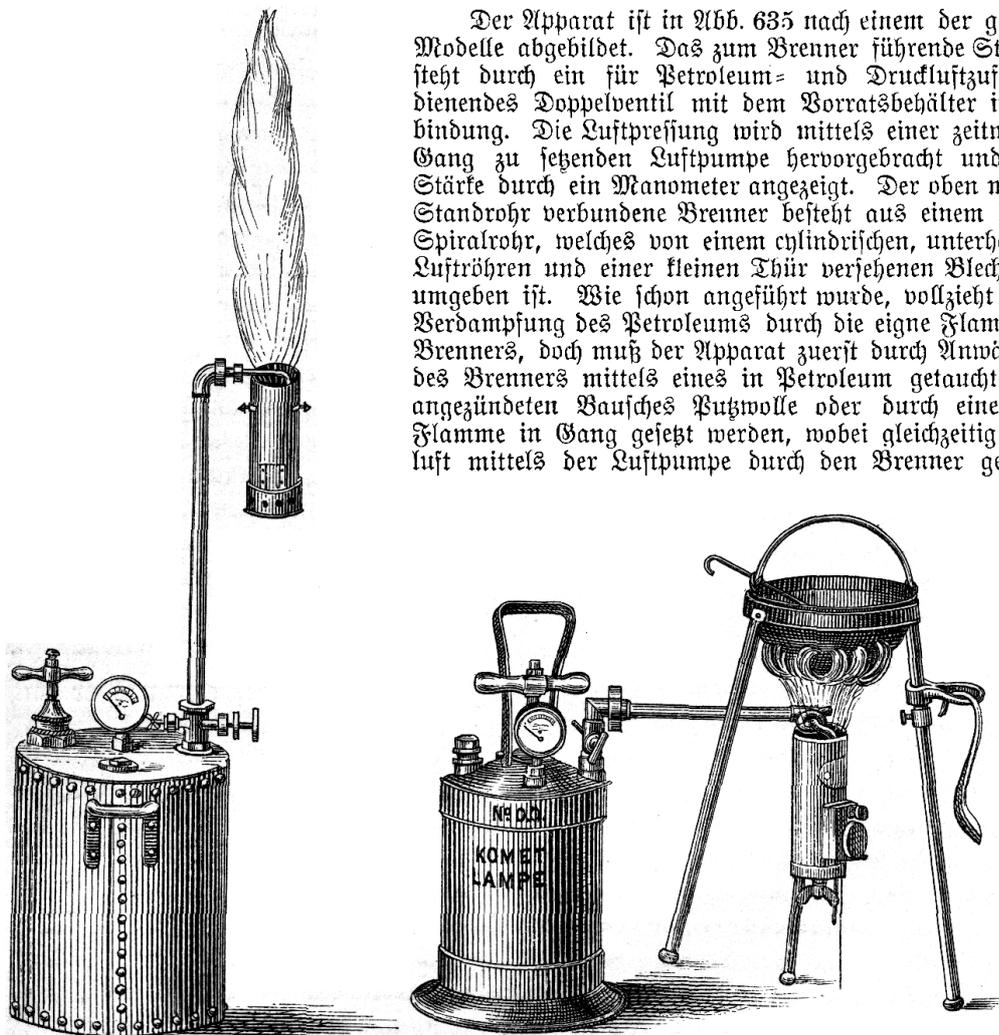


633. Dampflampe von Silenfelds & Lentschers.



634. Petroleum-Regenerativ-Dampflampe von Schülke.

zu überwinden ist, liegt darin, daß bei dem notwendig starken Dampfdruck die Gleichmäßigkeit der Verdampfung des Petroleums mittels seiner eignen Flamme besondere Vorichtsmaßregeln erfordert, und daß ferner nur bei sehr starker Luftzuführung eine rauch- und geruchlose Flamme erhalten wird. Bei Arbeiten im Freien, für die das Meihack'sche Petroleum-Dampflicht fast ausschließlich bestimmt ist, brauchte auf die letzteren Punkte weniger Gewicht gelegt zu werden, wenn nicht noch der Umstand hinzukäme, daß durch merkliches Rußen der Flamme der Brenner sich in kurzer Zeit verstopft. Diese Schwierigkeit ist bei dem Meihack'schen Dampflichte durch die Anwendung stark gepresster Luft überwunden.



635 u. 636. Petroleumfackel von Meihack.

Der Apparat ist in Abb. 635 nach einem der größeren Modelle abgebildet. Das zum Brenner führende Steigrohr steht durch ein für Petroleum- und Druckluftzuführung dienendes Doppelventil mit dem Vorratsbehälter in Verbindung. Die Luftpressung wird mittels einer zeitweise in Gang zu setzenden Luftpumpe hervorgebracht und deren Stärke durch ein Manometer angezeigt. Der oben mit dem Standrohr verbundene Brenner besteht aus einem dünnen Spiralarohr, welches von einem cylindrischen, unterhalb mit Luftröhren und einer kleinen Thür versehenen Blechmantel umgeben ist. Wie schon angeführt wurde, vollzieht sich die Verdampfung des Petroleums durch die eigne Flamme des Brenners, doch muß der Apparat zuerst durch Anwärmung des Brenners mittels eines in Petroleum getauchten und angezündeten Bausches Putzwolle oder durch eine andre Flamme in Gang gesetzt werden, wobei gleichzeitig Druckluft mittels der Luftpumpe durch den Brenner getrieben

wird. Das Auslöchen der Flamme wird durch Schließen des Ventils bewirkt, wobei noch fortdauernd Druckluft durch den Brenner streicht, um den letzten Rest des Petroleums im Brenner zu verdampfen und so die Rußbildung zu verhüten. Da mit dem Petroleumdampfe die zur vollständigen Verbrennung genügende Luftmenge innig gemischt wird, erhält man mit diesem Apparat eine hellleuchtende gleichmäßig kräftige und dabei rauchlose Flamme. Diese Petroleum-Dampffackeln sind auch in der größten Ausführung noch bequem zu handhaben. Der Brenner läßt sich in verschiedene Stellungen bringen, um dadurch die vorteilhafteste Beleuchtung zu erhalten.

Wie ferner Abb. 636 zeigt, kann der Apparat infolge dieser Verstellbarkeit des Brenners auch zum Heizen und Kochen, sowie auch gelegentlich zum Signalgeben benutzt werden. Die größeren Apparate dieser Art, welche bis 80 l Öl fassen, leisten etwa 15 Stunden lang bis gegen 4000 Kerzen Lichtstärke. Ein derartiger Leuchtapparat läßt sich an einem Mast anbringen, wobei derselbe alsdann durch einen auf das Standrohr aufgesteckten und am Mast emporgeführten Schlauch mit dem Standrohr verbunden ist. Die kleinsten derartigen Apparate fassen 11—12 l Öl und geben bei sechs Stunden Brenndauer eine 500—600 Kerzen starke Leuchtf Flamme.

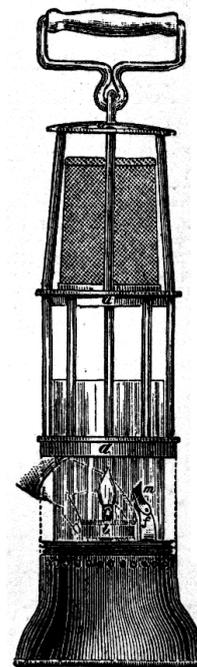
Infolge der großen Erfolge, welche das im folgenden besprochene Gasglühlicht erzielt hat, ist man neuerdings daran gegangen, auch Lampen für Petroleumglühlicht und

Spiritusglühlicht zu konstruieren. Diese wollen wir der Einfachheit wegen später im Zusammenhang besprechen.

Für manche Zwecke der Beleuchtung sind besondere Leuchtapparate nötig, bei welchen die Wirkung der Flamme nach außen verhütet sein muß. Diese sogenannten Sicherheitslampen oder besser Sicherheitslaternen sind in Räumen zu benutzen, wo sich leichtentzündliche Gase oder sonstige leichtentzündliche Stoffe, wie Schießpulver, Benzin u. s. w., befinden. Sehr bekannt ist die schon längst in den Steinkohlengruben zum Schutz gegen schlagende Wetter benutzte Davy'sche Sicherheitslaterne, nach deren Prinzip auch die meisten neueren derartigen Apparate eingerichtet sind. Dieses Prinzip beruht auf der Thatsache, daß sich die Entzündung leicht entzündlicher Gase nicht durch die Maschen eines feinen Drahtgewebes fortpflanzt. In Deutschland sind seit einer Reihe von Jahren die Wolff'schen Sicherheitslaternen der Firma Friemann & Wolf in Zwickau zu vielen Tausenden in Gebrauch. Dieselben sind mit einer besonderen Zündvorrichtung versehen und für Benzinflamme eingerichtet; außerdem haben sie einen Verschuß, der nicht ohne weiteres zu öffnen ist, indem dazu ein starker Magnet erforderlich ist, der den Arbeitern nicht zu Gebote steht. Diese beistehend abgebildete Laterne bietet den denkbar höchsten Grad von Sicherheit gegen die dem Bergmann drohenden Gasexplosionen, denn dieselbe kann angezündet werden, ohne daß ein Öffnen der Laterne stattfindet, und kann für gewöhnlich überhaupt nicht geöffnet werden. Abb. 637 zeigt deren Form und äußere Anordnung. Zum Anzünden der innerhalb des Drahtnetzgehäuses befindlichen Benzinlampe dient ein aufgerollter mit Zündpillen versehener Papierstreifen, der durch Ziehen an einem äußeren Knopf unter einen kleinen Hammer gebracht wird, welcher auf die an Ort und Stelle befindliche Zündpille schlägt, wodurch sofort die Benzinlampe anbrennt.

Die Gasbeleuchtung.

Die Wahrnehmung, daß manche luftförmigen Stoffe, die mitunter ohne weiteres und zwar in manchen Gegenden in anscheinend unerschöpflicher Menge aus der Erdtiefe emporströmen, brennbar sind und daher zur Herstellung von Heizflammen und Leuchtflammen zu benutzen sind, ist unzweifelhaft uralt. Die ewigen Feuer der Insel Baku, sowie die persischen und chinesischen Feuerbrunnen sind wahrscheinlich seit Jahrtausenden bekannt und von den Naturvölkern als göttliche Offenbarungen verehrt worden. In der Neuzeit haben die nordamerikanischen Erdgasquellen Staunen erregt und eine bedeutende industrielle Verwendung für Heizzwecke, sowie auch zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen gefunden. Seit einigen Jahrhunderten war ferner den Arbeitern in den Steinkohlengruben bekannt, daß oftmals aus den Spalten der Kohlenflöße brennbare Gase entweichen, die bei der Entzündung zu furchtbaren Explosionen Anlaß geben können. Auch die zufällige Bemerkung, daß Steinkohle, sowie andre organische Produkte bei der Erhitzung ein entzündliches, mit leuchtender Flamme verbrennendes Gas liefern, war seit langer Zeit bekannt und mußte wohl endlich zur Erfindung der systematischen, für Beleuchtungszwecke zur Ausführung gebrachten Leuchtgasbereitung führen. Ein Engländer war es, der zum erstenmal die praktische Anwendung von Steinkohlengas versuchte: der Maschinenbauer William Murdoch zu Rodruth in Cornwall erleuchtete 1792 sein Haus mit solchem Gase; derselbe brachte hierauf und zwar im Jahre 1798 die Gasbeleuchtung auch in den Werkstätten der in der Geschichte des Dampfmaschinenbaues bekannten Firma Boulton und Watt zur Ausführung. Schon vor ihm, im Jahre 1786, hatte der französische Ingenieur Lebon Heiz- und Leuchtgas durch Verkohlung von Holz bereitet, und seine damit gespeiste Thermo- oder Leuchtgaslampe erregte 1800 großes Aufsehen; dieselbe wurde 1803 von Winzler in Deutschland nachempfunden, indessen ergab sich bald, daß das Holzgas seiner blassen Flamme wegen zur Lichterzeugung ungeeignet sei. In Amerika wurde



637.

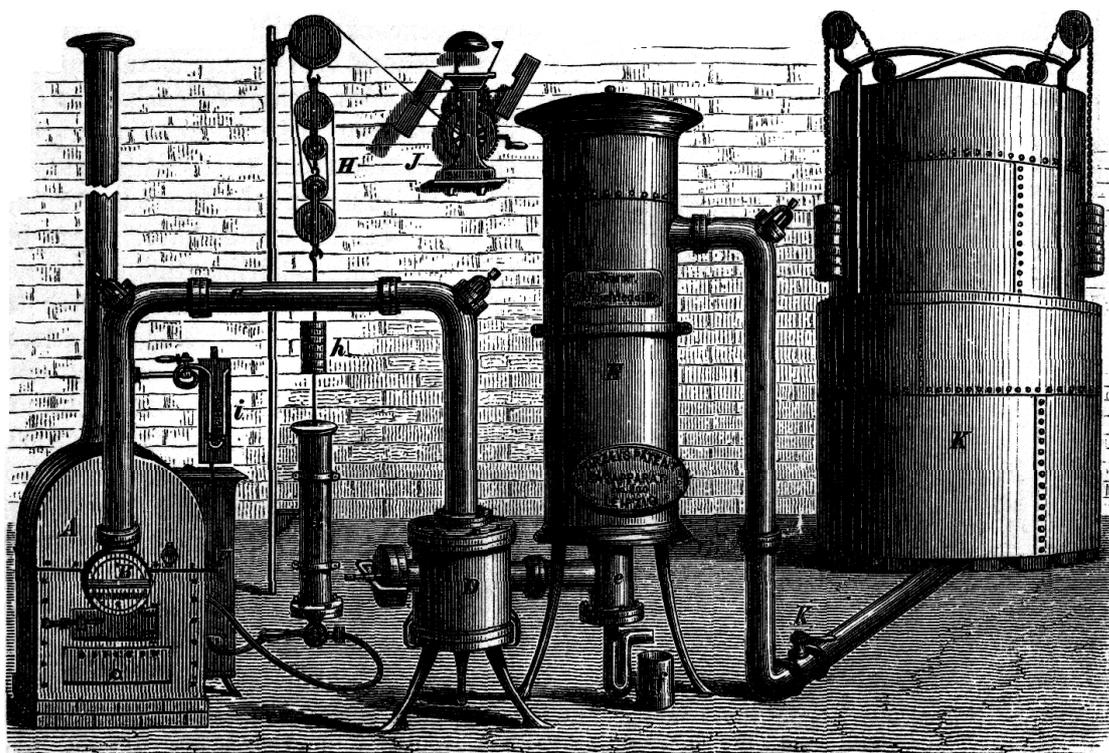
Sicherheitslaterne.

1801 Heiz- und Leuchtgas von Henry aus Lignit hergestellt und in Baltimore damit ein großer Saal erleuchtet. Erst im Frühjahr 1802 gelangte Murdochs Erfindung zu allgemeiner Kenntnis, und damit war einer der folgenreichsten Fortschritte im Beleuchtungswesen angebahnt. Die erste planmäßig im Großen ausgeführte Beleuchtungsanlage wurde 1805 unter Murdochs Leitung in einer Baumwollspinnerei zu Manchester mit etwa 3000 Lichtflammen in Betrieb gesetzt. Die größten Verdienste erwarb sich Friedrich Albert Winzer (aus Znaim in Mähren gebürtig) um die Verbreitung der Gasbeleuchtung; derselbe nahm in den Jahren 1804—1809 unter dem Namen Windsor eine Reihe von Patenten in England auf bezügliche Erfindungen und gründete im Verein mit Murdochs Schüler Samuel Clegg, der bei diesem Anlaß die Gasuhr erfand, 1813 und 1815 die ersten Gasbeleuchtungs-Gesellschaften in London und Paris. Im Jahre 1815 waren bereits viele Straßen und Gebäude Londons, sowie auch anderer englischer Städte mit Gas beleuchtet, und 1819 waren in London schon über 51000 Gaslichter vorhanden, wie von Karmarsch in seiner Geschichte der Technologie berichtet wird. Im Jahre 1822 befanden sich dort vier große Gasgesellschaften, welche mit sechs Gaswerken arbeiteten und jährlich gegen 40 Millionen Kubikmeter Gas erzeugten, dasselbe durch Rohrleitungen von insgesamt 54 deutsche Meilen Länge verteilten und außer 7268 Straßenflammen noch 61 203 Privatlichter; 1857 bestanden schon zwölf Londoner Gasgesellschaften mit 18 Gaswerken, einer Leitung von 200 deutschen Meilen, 30 400 Straßen- und 134 300 Privatlichtern. — In Deutschland erleuchtete 1811 Lampadius, Professor der Chemie und Hüttenkunde zu Freiberg in Sachsen, vier Wochen lang eine dortige Straße, und 1816 richtete derselbe das Gaslicht in einem Hüttenwerke ein. Der bekannte Technolog Professor Prechtl in Wien ließ 1817 das Gebäude des unter seiner Direktion stehenden dortigen technischen Institutes und 1818 zwei Straßen Wiens mit Gaslicht versehen, jedoch behielt man diese, jedenfalls sehr unvollkommen ausgeführte Beleuchtungsweise nur eine Zeitlang im Betrieb, ohne daß daraus für das Wiener Beleuchtungswesen ein Fortschritt erwachsen wäre. Straßenbeleuchtung mit Gas besteht in Hannover seit 1826; Berlin erhielt sie 1828, Frankfurt a. M. 1829, Dresden 1833, Wien 1840, Leipzig und Köln 1841, Hamburg 1846, Prag 1847 u. s. w.

Alle diese Anstalten benutzten als Rohmaterial die Steinkohle, die noch jetzt zur Leuchtgasbereitung vorherrschend verwendet wird. Die Fabrikation des Heiz- und Leuchtgases aus Öl und andern wohlfeilen Fetten unter der Bezeichnung Ölgas oder Fettgas wurde 1815 von John Taylor zu Stratford in der Grafschaft Essex, die Verwendung von Harz zu gleichem Zwecke 1825 von Daniell und 1827 von Luscombe ausgeführt. Das durch Zersetzung von Wasserdampf mittels glühender Kohlen herzustellende Wassergas wurde 1837 von Selligie in Paris erfunden. Endlich wurde auch 1848 nach einer von Pettenkofer in Wien angegebenen Methode wiederum versuchsweise Holzgas, sowie mit besserem Erfolge Heiz- und Leuchtgas aus Torf- und Steinkohlenteer hergestellt. Von größter Wichtigkeit für das Beleuchtungswesen sind die Verbesserungen und Erfindungen aller zur Erzeugung des Leuchtgases dienlichen Apparate und sonstigen Hilfsmittel, jedoch gehört die Leuchtgasbereitung in das Gebiet der chemischen Technologie, so daß wir hier davon absehen und nur beisher die Öl- und Fettgasbereitung etwas eingehender betrachten werden.

In Amerika hat man schon zu Anfang der sechziger Jahre versucht, Leuchtgas aus den Petroleumrückständen der Raffinieranstalten zu gewinnen. Diese Rückstände sind teerartiger Natur. Ein dahin zielendes sehr praktisches Verfahren ist etwa zu derselben Zeit von dem Professor der Chemie, Dr. Hirzel in Leipzig erfunden worden. Der dazu benutzte Apparat ist in Abb. 638 abgebildet; derselbe ist derartig, daß sein Betrieb fast ganz selbständig vor sich geht. Das Material wird in einem neben dem Ofen (links in der Abb. 638) befindlichen Behälter F aufgegeben; dieser Behälter steht durch einen Schlauch mit der Pumpe G in Verbindung, so daß der Pumpenzylinder beim Aufziehen des Kolbens mittels eines Flaschenzugs H und einer Winde J sich mit der dickflüssigen Masse füllt, worauf ein Ventil die Verbindung zwischen der Pumpe G und dem Behälter F abschließt. Hierauf wird das Öl durch den mittels eines Gewichtes h von selbst niedergehenden

Kolben in einem feinen Strahle in die rotglühend erhaltene Retorte B des Ofens A gepreßt und durch die Hitze rasch in Gas verwandelt. Dieses Gas strömt durch das Rohr C zunächst nach dem als Hydraulik bezeichneten Behälter D, woselbst sich die mit übergerissenen Dämpfe verdichten, wobei ein Zurücktreten des Gases in die Retorte durch die kondensierte Masse verhütet wird. Aus dem Behälter D tritt das Gas in den Skrubber E, wo es sich weiter abkühlt und der fortgesetzten Reinigung unterliegt. Schließlich gelangt das vollständig gereinigte Gas in den Gasfammer K, der in gewöhnlicher Weise aus einem Wasserbassin und einer darin eintauchenden Glocke besteht. Zur Kontrollierung des in der Retorte herrschenden Gasdruckes ist ein Manometer i angebracht. Zur Überwachung des regelmäßigen Betriebs dient eine mit der kleinen Aufzugswinde verbundene Glocke, welche selbstthätig angeschlagen wird, sobald sich der Pumpenkolben seinem tiefsten Stande so weit genähert hat, daß eine frische Füllung des Pumpencylinders G durch Emporziehen des Kolbens nötig wird, wobei natürlich auch der Behälter F stets die nötige Füllung mit Kohöl erhalten muß.

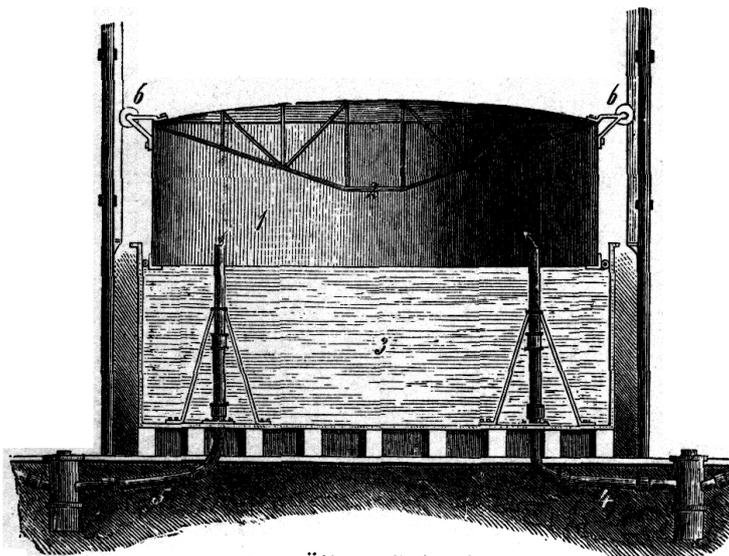


638. Hirzels Ölgaserzeugungsapparat.

Mit diesem Gaserzeugungsapparate wird unter Umständen noch ein sogenannter Gasvermehrer verbunden, durch welchen sehr kohlenstoffreiche Gase mit einer entsprechenden Menge Wasserstoff oder mit Dampf von wasserstoffreichen Verbindungen, wie z. B. Spiritus, versehen werden. Das so hergestellte Gas ist sehr beständig und unterliegt selbst bei einem Druck von 8—10 Atmosphären und bei einer Temperaturerniedrigung bis weit unter den Gefrierpunkt keiner Kondensation. Um die Bereitung des eigentlichen Fettgases und dessen Verwendung zu besonderen Beleuchtungszwecken (für Eisenbahnwagen u. s. w.) mit transportablen Gasbehältern hat sich besonders der Fabrikant Julius Pintsch in Berlin verdient gemacht. Das Gasbeleuchtungssystem von Pintsch beruht im wesentlichen darauf, das Gas in einen möglichst kleinen Raum zu bringen und somit leicht transportabel zu machen, um dasselbe insbesondere für Eisenbahnwagenbeleuchtung zu benutzen, zu welchem Zwecke dieses Fettgas eine großartige Verbreitung gefunden hat. Das Gas wird deshalb mittels Druckpumpen bis zu 7 oder 8 Atmosphären aus den Gasbehältern der Anstalt in transportable cylindrische Metallgefäße, oder auch in einen Hauptfammelbehälter gepreßt, aus welchem jene Gefäße gefüllt werden. So ist beispiels-

weise in Hannover die Fettgasanstalt von dem Bahnhofe, wo das Gas in die Vorratsbehälter der Wagen verteilt wird, nahezu 3 km weit entfernt; beide Orte sind durch ein nur 16 mm weites Leitungsrohr verbunden.

Zur Verbesserung oder sogenannten Anreicherung des Leuchtgases bezüglich der Verstärkung seiner Leuchtkraft werden öfter geeignete Stoffe beigemischt, wie dies schon oben gelegentlich der Beschreibung des Hirzelschen Olgasapparates erwähnt worden ist, jedoch in einem andern Sinne vorgenommen wurde, indem dadurch zu kohlenstoffhaltige Gase, die leicht rauchig brennen und im Verbrauch überhaupt unökonomischer sind, gewissermaßen mit einem geeigneten Stoff verdünnt werden. Ist dagegen das Gas für die gewünschte Lichterzeugung zu wenig kohlenstoffreich, wie dies bei weniger bituminösen, mageren Steinkohlen, noch mehr aber beim Wassergase der Fall ist, so wird eine sogenannte Anreicherung dieses Gases durch den Karburationsprozeß vorgenommen. Es wird dadurch möglich, auch aus andern Kohlen als den eigentlichen Gaskohlen die in volkswirtschaftlicher Beziehung wichtigen Nebenprodukte zu gewinnen, wodurch die Gasindustrie eine gesicherte Grundlage erhält. Der wichtigste Karburationsprozeß ist zur Zeit der Benzolprozeß, welcher in verschiedener Weise durchgeführt wird. Das eine Verfahren besteht darin, daß ein Teil des zu karburierenden oder anzureichernden Gases



639. Älterer Gasameter.

über Benzol verdampfende Flächen geleitet und dann dem Hauptstrom des nach dem Gasammler getriebenen Gases wieder beigemischt wird. Ganz besonders wirtschaftlich wird dieser Betrieb, wenn das in den Kokereien aus den Abgasen ausgewaschene Benzol, welches sonst mit den Gasen einfach verbrannt wird oder auch ganz nutzlos verloren geht, als Lichtgeber Verwendung findet. Für Deutschland ist dieser Benzolprozeß deshalb besonders wichtig, weil durch hohe Eingangszölle die Verwendung des bei der Destillation des Rohpetroleums gewonnenen,

für den Karburationsprozeß sehr gut geeigneten Naphtha erschwert wird. Auch kann in Deutschlands Kokereien die für die Gasanstalten vollständig genügende Menge von Benzol gewonnen werden. Außer Benzol werden in der Praxis auch andre leicht zu verdampfende Kohlenwasserstoffe, so z. B. die bei der Herstellung des komprimierten Olgases gewonnenen benützt.

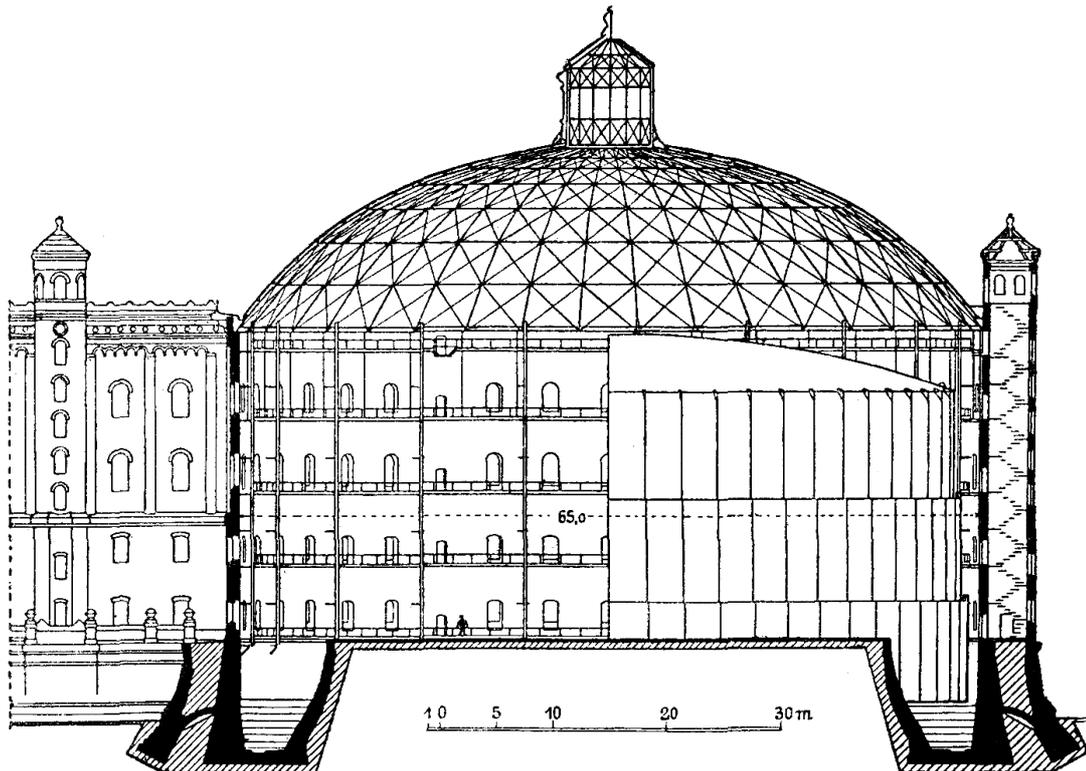
Neuerdings ist aber für denselben Zweck noch ein anderer, nach seinem Herkommen und seinen Eigenschaften sehr merkwürdiger Stoff in Vorschlag gebracht worden, nämlich das Acetylen, ein Kohlenwasserstoff von mindestens der zehnfachen Leuchtkraft des guten Steinkohlengases. Der Rohstoff zur Herstellung des Acetylens ist das Calciumcarbid, welches im elektrischen Ofen durch Berührung von Kalk mit Kohle als ein fester Stoff erzeugt wird, der bei der Berührung mit Wasser in Ätzkalklösung und gasartiges Acetylen zerfällt. Das Calciumcarbid erfordert zu seiner Herstellung einen sehr starken elektrischen Strom, und daher ist nach den genauesten Berechnungen zur stündlichen Erzeugung von 100 kg dieses Rohmaterials etwa eine Betriebskraft von 500 Pferdestärken nötig. Aus diesen 100 kg Calciumcarbid können aber durch Zersetzung mittels Wassers in runder Zahl 10 cbm Acetylen gewonnen werden; die Meinungen über die Herstellungskosten sind jedoch noch verschieden. Die größte Wahrscheinlichkeit wird einer vom Engländer Bredal beigemessen, wonach 1000 kg Calciumcarbid frei nach Berlin nach Abzug des Gewinnes, der aus dem Kalk von der Zersetzung in Acetylen zurückbleibt, 175 Mark kosten

würden; aber selbst bei dieser verhältnismäßig günstigen Annahme kann das Acetylen mit dem Benzol für die Karburierung des Leuchtgases noch nicht konkurrieren, weil sich die Kosten mindestens verdoppeln würden. Aber der Verwendung des Acetylens in ungemischtem Zustande für Beleuchtungszwecke scheinen keine gewichtigen praktischen Bedenken im Wege zu stehen. Seine hohe Leuchtkraft beruht auf dem merkwürdigen Umstande, daß es bei einer Temperatur von etwa 800°C . plötzlich in Wasserstoff und sehr fein zerteilten Kohlenstoff zerfällt, wobei eine so bedeutende, wohl über 2000°C . betragende Temperaturerhöhung entsteht, daß sofort die Kohlenstoffteilchen zum hellsten Glühen kommen. Ferner hat die Entdeckung des Acetylens aber auch zu genaueren Untersuchungen der chemischen Vorgänge in der Leuchtflamme geführt, und dabei hat man ein wichtiges Gesetz entdeckt. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß sich in der nichtleuchtenden Zone einer Gasflamme die ursprünglich im Gase vorhandenen Kohlenwasserstoffe zum größten Teile in Acetylen umwandeln und daß dadurch gerade die Leuchtkraft der Flamme hervorgerufen wird, indem sich der oben erwähnte Vorgang abspielt.

Neben der Karburierung mit Benzol besitzt auch die Karburierung des Steinkohlengases mit Ölgas eine große praktische Wichtigkeit; jedoch ist dieser Prozeß weniger wirtschaftlich. In den englischen Gasanstalten wird zu dem Zwecke das Ölgas aus verschiedenen geeigneten Materialien in besonderen Retorten neben dem Steinkohlengase erzeugt und dann letzterem beigemischt. Ferner wird aber auch, und zwar besonders in Amerika und England Wassergas mit Naphtha karburiert, um ein leuchtkräftiges Gas zu erhalten. Der Wassergasprozeß, bei welchem nichtbituminöse Brennstoffe, insbesondere also der magere nordamerikanische Anthracit, mittels überhitzten Wasserdampfes durch dessen Zersetzung in Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden, ist in Amerika sehr ausgebildet worden und fand in England, wo der dazu geeignete Anthracit reichlich vorhanden ist, ziemlich ausgedehnte Anwendung. Bei den deutschen Gasfachmännern hat indessen dieses Verfahren weniger Anklang gefunden, als die bei uns jetzt üblichen Methoden der Leuchtgas-erzeugung. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß die Versuche, die stark kohlenstoffhaltigen Kohlenwasserstoffe des Teeres in wasserstoffreiche, gasförmige lichtkräftige Kohlenwasserstoffe umzuwandeln, bisher nicht den genügend praktischen Erfolg hatten, um dies Verfahren für Großbetrieb zu benutzen; nur im kleinen, so insbesondere mit Benutzung des auf S. 594 f. beschriebenen Hirzelschen Apparates, fand dieses Verfahren Verwendung.

Kehren wir zur Verwendung des Leuchtgases aus Steinkohlen zurück, welchem für die Beleuchtung im großen Maßstabe die hervorragendste Bedeutung gegenüber den aus andern Stoffen bereiteten Leuchtgasen zukommt, so haben wir zuerst die Gasometer oder Gasbehälter zu betrachten, welchen das in den Retorten bereitete Gas mittels der Erhaustoren durch die Reinigungsapparate und den Stationsgaszähler zugetrieben wird. Die älteren und auch jetzt benutzten kleineren Gasbehälter haben die in Abb. 639 dargestellte Einrichtung. Die aus Blech zusammengenietete Glocke 1, welche das Gas aufzunehmen hat, ist an der Decke durch ein Eisensparrwerk 2 versteift. Unter derselben befindet sich der Wasserbehälter (das Bassin) 3, und in diesem ist das Zuleitungsrohr 4, sowie das Ableitungsrohr 5 angebracht, welches letzteres mit der eigentlichen Gasleitung in Verbindung steht. Die Glocke ist mittels über die Rollen 6 geführten Ketten aufgehängt. Wenn die Glocke vom Gas entleert ist, taucht sie vollständig ins Wasser ein und ist durch Gegengewichte an den Ketten entlastet, so daß sie durch das einströmende Gas leicht gehoben werden kann. Ist dies geschehen, so werden die Gegengewichte erleichtert, damit die Glocke durch ihr Eigengewicht das Gas in das Ableitungsrohr und unter entsprechendem Drucke in das meilenlange Röhrennetz treibt. Abb. 640 zeigt einen großen Gasbehälter neuester Bauart, wie solche zum Beispiel bei den Berliner Gaswerken angelegt worden sind. Diese Gasbehälter sind in einem kreisrunden großen gemauerten Bauwerk unter einem Kuppeldach angebracht. Die ältesten, in den ersten Berliner Anlagen benutzten Behälter haben gußeiserne Bassins und sind teils mit einfachen, teils mit zweiteiligen Glocken von etwa 18 m Durchmesser und 6,3 m Mantelhöhe versehen; der mit Gas gefüllte Raum beträgt bei den einfachen Glocken 1400 cbm, bei den zweiteiligen Glocken 2800 cbm. Die seit 1856 gebauten Behälter sind mit einem gemauerten Wasserbassin eingerichtet, das

6—7,5 m Tiefe hat; die Außenseite des Bassins ist durch Erdaufschüttung gesichert. In den Jahren 1864—1868 wurden für die Berliner Gaswerke, von denen fünf vorhanden sind, fünf große Gasbehälter gebaut, deren Bassins 43,6 m Durchmesser und 7,5 m Wassertiefe haben; dieselben sind mit Teleskopglocken von 18 400 cbm Fassungsraum versehen. Vom Jahre 1889 ab wurden in drei Anstalten die Bassins auf 65 m Durchmesser und zum Teil bis auf 11,5 m Tiefe vergrößert; dieselben erhielten dreiteilige Glocken von 81 000 bzw. 94 000 cbm Fassungsraum. Im Herbst 1893 waren in den fünf Berliner Gaswerken 21 Gasbehälter mit einem Gesamtfassungsraume von 617 700 cbm vorhanden, welche ein Leitungsnetz zu speisen haben, dessen kubischer Inhalt zu Anfang des Jahres 1894 in runder Zahl 46 466 cbm betrug, wobei der mittlere Rohrdurchmesser zu 267 mm berechnet ist. Die größten Durchmesser der Rohrleitung betragen 1000—1065 mm, jedoch sind diese nur auf etwa 800 m Länge vorhanden. Das in den Retorten erzeugte



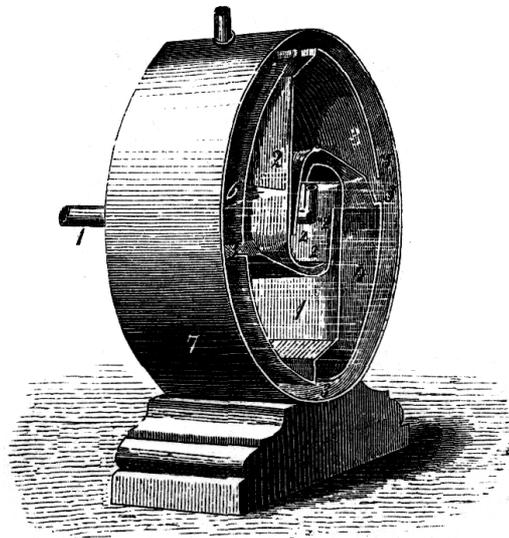
640. Neuerer Gas-sammler.

Gas wird durch Exhaustoren abgesaugt und durch die Reinigungsapparate nach den Gasbehältern getrieben. Diese Exhaustoren haben zum Teil die Einrichtung großer Luftpumpen und Flügelgebläse, zum Teil sind sie aber auch wie Dampfstrahlpumpen eingerichtet. Bevor das Gas unter die Glocken der Behälter gelangt, geht es durch die Stationsgasmesser, welche im großen Maßstabe wie die bekannten und nachher zu besprechenden Gaszähler oder Gasuhren eingerichtet sind und somit gestatten, an den Zifferblättern des Zahlwerkes die täglich erzeugte Gasmenge abzulesen.

Zur Leitung werden bei den großen städtischen Anlagen ausschließlich gußeiserne Röhren benutzt. Die Verbindung derselben wird dadurch ermöglicht, daß jedes Rohrstück an dem einen Ende mit einer als Muffe bezeichneten Erweiterung versehen ist, in welche das Ende des vorhergehenden Rohrstücks eingeschoben und durch Eingießen von geschmolzenem Blei abgedichtet wird. Im allgemeinen werden die Röhren von der Gasanstalt aus mit einer geringen Steigung angelegt, damit das infolge von Kondensation sich ansammelnde Wasser ablaufen kann. Wenn keine genügende Steigung der Rohrleitung innezuhalten ist, so wird ein sogenannter Siphon oder Wassertopf eingeschaltet, aus welchem das Wasser zeitweise durch Ansetzen einer kleinen Pumpe entfernt wird. Der Druckverlust, welchen das Gas vom Gasbehälter aus bis an den Verbrauchsort erleidet,

beträgt mindestens 5—8 mm Wasserfäule. Da das Leuchtgas nur etwa halb so schwer ist wie atmosphärische Luft und daher ein starkes Bestreben zum Aufsteigen hat, so legt man die Gasanstalten gern an der tiefsten Stelle des mit Beleuchtung zu versiehenden Bezirks an. Der Gasverlust in den Leitungen beträgt auch bei sorgfältiger Anlage 5—7 % der Jahreserzeugung, steigt aber auch öfter bis auf 15 %.

Es liegt natürlich im Interesse sowohl der Gasfabrikanten, als auch der Gasverbraucher, zu wissen, wie viel Gas in einer gewissen Zeit verbraucht wird, indem sich danach die Einnahmen der Gaswerke und die Ausgaben der Gasverbraucher zu regeln haben. Um hierüber eine Kontrolle zu ermöglichen, benutzt man die Gasmesser oder Gasuhren, welche zwischen der Straßenleitung und der Hausleitung einzuschalten sind und selbst auch in den einzelnen Wohnungen der Gasverbraucher angebracht werden. Der erste Apparat dieser Art wurde, wie erwähnt, 1815 von Clegg in London konstruiert. Unter den verschiedenen, zum Teil ziemlich zusammengesetzten und daher auch nicht mit wenig Worten zu erklärenden neueren Apparaten ist der in Abb. 641 abgebildete Gasmesser der einfachste und gebräuchlichste. Dieser besteht aus einem flachcylindrischen Blechgehäuse 7, worin sich eine drehbare Trommel 5, 6 mit vier eigentümlich gekrümmten Scheidewänden befindet, so daß dadurch vier Kammern 1, 2, 3, 4 gebildet werden. Über die Hälfte der drehbaren Trommel taucht in das im Gehäuse befindliche Wasser ein. Durch den Auftrieb des in die Trommel von unten einströmenden Gases wird allmählich die unterste eingetauchte und von dem unterhalb einströmenden Gase sich anfüllende Kammer nach oben gedrängt und somit die Trommel in Umdrehung versetzt; diese Umdrehung geht langsam stetig weiter, indem andererseits die nächste obere Kammer in das Wasser eintaucht, sich zuerst mit Wasser füllt und dann in der untersten Stelle wiederum allmählich das einströmende Gas aufnimmt, welches das Wasser verdrängt und dadurch die betreffende Seite der Trommel nach oben treibt. Da nun die Größe der Kammern ein bestimmtes Maß hat, so kann aus der Umdrehungszahl der Trommel der während einer bestimmten Zeit stattgefundene Gasdurchfluß bestimmt werden; dieser Gasdurch-



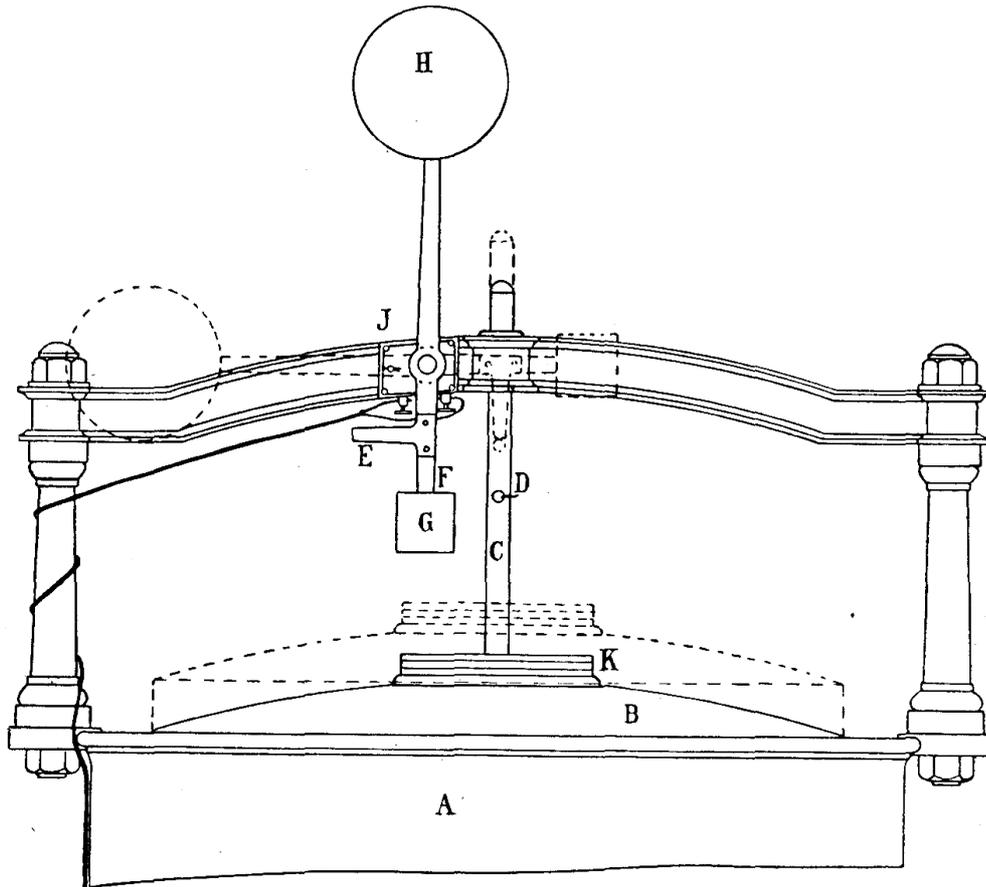
641. Gasuhr im Durchschnitt.

fluß entspricht aber dem Gasverbrauch, denn sobald dieser aufhört und alle Gasähne der von dem Gaszähler gespeisten Leitung dicht geschlossen sind, oder der Gaszähler selbst durch einen besonderen Hahn von der Verbrauchsleitung abgesperrt ist, bleibt natürlicherweise die Trommel stehen. Mittels eines durch die Trommelachse betriebenen Zählwerkes kann die Durchflußmenge des Gases am Zähler in Raumteilen mit einer Genauigkeit bis zu etwa 2 % abgelesen werden.

Von besonderer Bedeutung für Unfallverhütung bei der Gasbeleuchtung sind die Sicherheitsregler bezw. Gasverbrauchsregler. Diese Apparate haben im allgemeinen den Zweck, eine vorübergehende Unterbrechung der Gaslieferung in ein Versorgungsgebiet, wie solche durch Unachtsamkeit in der Bedienung der Gasbehälter eintreten kann, sowie die infolge davon durch das plötzliche Erlöschen der Gasflammen hervorgerufenen Gefahren zu verhüten. Ferner soll aber dadurch auch der Druck, mit welchem das Gas den Flammen zugeführt wird, stets auf der für die beste Lichtentwicklung geeigneten Höhe erhalten werden, um auf diese Weise einer Gasverschwendung und den damit verbundenen Übelständen vorzubeugen, sowie ein ruhiges gleichmäßiges Brennen der Flammen herbeizuführen.

Der Sicherheitsregler von S. Eifner, Berlin, soll vor ähnlichen Apparaten den Vorzug besitzen, daß er höchst sicher und zuverlässig wirksam ist und dabei wenig Raum und Kostenaufwand beansprucht. Bezüglich der Zuverlässigkeit wird bei diesem Apparat hervor-

gehoben, daß ein vollständig dichter Abschluß damit herzustellen ist, sobald die Absperrung des Gases stattfinden soll. Die Grundlage des Apparats wird durch einen Druckregler von derartiger Beschaffenheit gebildet, daß der Einfluß des verschiedenen Gasdruckes auf das Gleichmäßigkeitsverhältnis der Reglerglocke aufgehoben wird. Der Abschluß wird durch ein sehr rasch wirksames Tellerventil erreicht. Die Einrichtung dieses Sicherheitsreglers ist aus Abb. 642—645 zu ersehen. Die Reglerglocke B ist mittels Gewichten derartig belastet, daß ein Herunter sinken derselben und somit ein Öffnen des Ventils erst erfolgt, wenn der Druck an der Austrittsöffnung unter ein gewisses Maß gesunken ist, welches durch die auf die Glocke gelegten ringförmigen Gewichte K genau bestimmt wird. Die normale Höhenstellung der Glocke B ist in Abb. 642 durch punktierte Linien angedeutet. Der einfachen Übersicht wegen ist die Druckwirkung jedes Gewichtes auf demselben nach Millimeter Wasserdrucksäule angegeben. Solange ein höherer als der gewünschte, für die Beleuchtung zweckmäßigste Gasdruck an der Austrittsöffnung des Reglers vorhanden ist, wird das Ventil des Apparats von der gehobenen Glocke B vollständig



642. Sicherheitsregler.

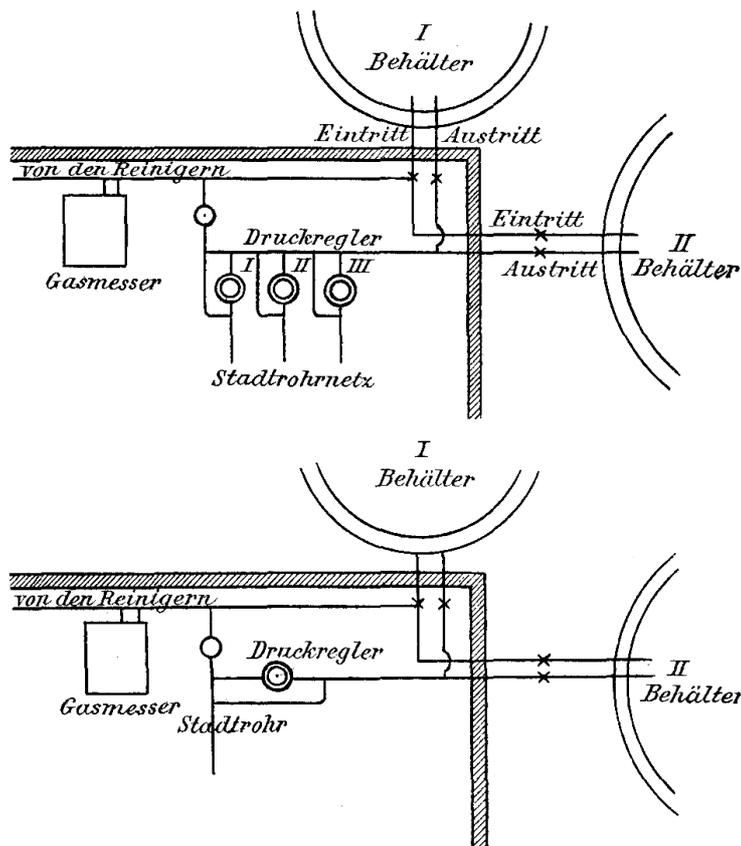
geschlossen gehalten. In dieser Schlußstellung wird durch einen Stift D der Glockenführungsstange C die Nabe E eines am festen Bügel des Reglergefäßes A drehbaren Gewichtshebels F gestützt, wodurch der mit dem Gewicht G belastete Hebel F in horizontaler Lage festgehalten wird, wie in Abb. 642 punktiert angegeben ist. Sobald aber die Glocke infolge des nachlassenden Gasdruckes in dem mit Wasser gefüllten Gefäße A nur um wenig tiefer sinkt, gleitet die Nabe E vom Stift D herab und das Gewicht G bringt den Hebel in die durch Abb. 642 dargestellte vertikale Lage, in welcher die emporgehobene rote Scheibe H ein deutlich sichtbares Signal gibt. Auf der Achse des Hebels F befindet sich innerhalb des am Bügel angebrachten Kästchens J eine Kurvenscheibe, welche bei der Drehung des Hebels mitgeht und einen elektrischen Kontakt schließt, wodurch an geeigneter Stelle ein Dauerläutewerk in Gang gesetzt wird, welches anzeigt, daß in der Bedienung des Gasbehälters der Anstalt eine Ungehörigkeit stattgefunden hat. Die Einschaltung des Apparats in dem Gaswerke findet in der folgenden Weise statt: hinter dem bereits früher erwähnten Stationsmesser S, d. h. vor den Eintrittsventilen zum Gasbehälter, wird das Eintrittsrohr für den Sicherheitsregler abgezweigt. Die Austrittsöffnung des Reglers wird nach Abb. 643 mit dem nach dem Regler selbst führenden Verteilungsrohr, oder nach Fig. 644 direkt mit dem Stadtrohr verbunden. Die Belastung der Glocke B ist in diesen beiden Fällen verschieden anzuordnen. Im ersten, durch Abb. 643 illustrierten Fall ist die Glocke B derartig zu belasten, daß sie sinkt, sobald der Druck am Verteilungsrohr des Reglers

um ein wenig unter dem Druck des am leichtesten belasteten Gasbehälters herabgeht. Im zweiten, durch Abb. 644 illustrierten Fall ist der noch zulässige Druck in der Stadtleitung maßgebend für die Beobachtung der Reglerglocke.

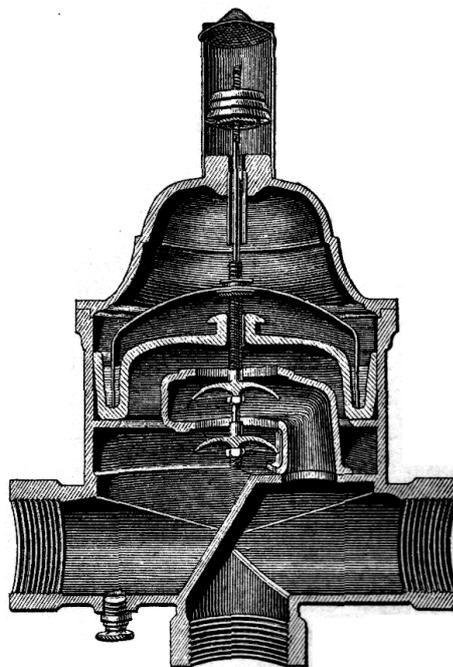
Der Stottsche automatische Gasdruck- und Gasverbrauchregler (Abb. 645) hat den Zweck, das Zufließen einer zu großen Gasmenge zu den Brennern der Gasabonnenten, sowie auch zugleich das Zucken und Flackern der Flammen zu verhüten. Um diesen Zweck zu erreichen, wird der Apparat bei dem betreffenden Manne aufgestellt, so daß derselbe für jede Flamme, welche der Abonnent auslöscht, den Gaszufluß aus dem Zähler durch Niedergehen des Reglerventils in entsprechender Weise vermindert und somit bewirkt, daß der Gasdruck stets auf der für das richtige Brennen der übrigen Flammen entsprechenden Höhe erhalten bleibt, gleichviel, ob viele oder wenige Flammen brennen. Auf diese Weise wird selbstverständlich zugleich mit dem regelmäßigen Brennen der Flammen auch eine bedeutende Gasersparnis erzielt. Der Apparat wirkt in der folgenden Weise: jeder zu hohe Gasdruck übt seine Wirkung sofort auf die in einem mit Quecksilber gefüllten ringförmigen Becken eintauchende Glocke aus, deren Quecksilberverfluß das Entweichen des Gases unter dem Rande der Glocke hinweg verhindert. In der Mitte der Glocke ist eine Lampe angebracht, welche mit einem halbkonvergen Doppelventil unterhalb versehen und oberhalb einen Kolben trägt, der sich in einem Cylinder leicht verschiebt.

Nach Betrachtung dieser Regulierungsapparate gehen wir zu dem Brenner über. Die als Brenner bezeichneten Vorrichtungen, aus denen man durch Öffnen eines Hahnes das Gas herausströmen läßt, sind je nach der Anforderung, welche man an die Beleuchtung stellt, sehr verschieden eingerichtet. Man unterscheidet zwei Hauptklassen, die Loch- und Schnittbrenner. Dieselben werden wiederum nach der Flammenform unterschieden, als: 1. Strahlbrenner, welcher als einfacher Lochbrenner eine schlank konische, der Kerzenflamme ähnliche Flamme gibt und nur für schwache Beleuchtung oder auch für Heizzwecke, insbesondere aber als sogenannter Bunsenbrenner benutzt wird. 2. Fischschwanzbrenner, die mit zwei Kanälen versehen sind, die sich oberhalb unter einem Winkel von 90—100° gegeneinander neigen, so daß die aus zwei Löchern ausströmenden beiden Gasstrahlen gegeneinander stoßen und demzufolge die Flamme sich in die Breite ausdehnt; der zwei Löcher wegen werden diese Brenner als Zweilochbrenner bezeichnet. Diese

Das Buch der Erfind. I.



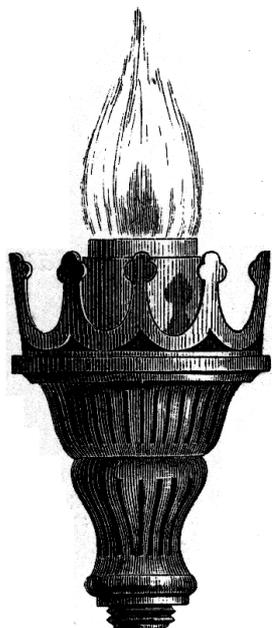
643 u. 644. Sicherheitsregler.



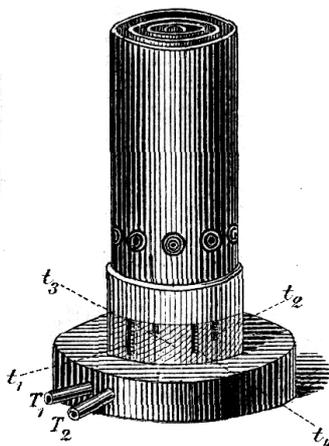
645. Stotts Gasregler.

dienen besonders zur Beleuchtung von Hausfluren, Treppen, Gaststuben, Geschäftslokalen u. s. w., also hauptsächlich für Innenbeleuchtung. 3. Fledermaus- oder Schmetterlingsbrenner, welche in einen hohlen kugelförmigen Kopf enden, der oben mit einem schmalen Einschnitt versehen ist. Diese Brenner ergeben eine breite fächerartige Flamme, welche viel Licht ausstrahlt und daher für Straßenbeleuchtung sehr zweckmäßig ist. 4. Rundbrenner oder Argandbrenner, von denen Abb. 646 eine Abbildung gibt. Dieser Brenner strömt das Gas ringförmig aus und gibt also eine cylindrische Flamme, welcher von innen und außen Luft zugeführt wird, wie dies bei dem früher besprochenen Argandbrenner der Öllampen der Fall ist; zur Herbeiführung des gehörigen Luftzuges muß dieser Brenner wie bei den Öllampen mit einem Zugglase oder Cylinder versehen werden.

Nach demselben Prinzip ist auch der besonders für hohe Hitzegrade in Laboratorien verwendete aber auch für die später zu besprechenden Gasglühlampen benutzte Bunsenbrenner eingerichtet, welchen Abb. 647 in etwa ein Drittel wirklicher Größe in seiner gewöhnlichen Form darstellt. Derselbe ist mit einem gußeisernen kreisrunden, hohlen Fuße versehen, auf welchem der Brenner sitzt. Bei dem einfachen Bunsenbrenner besteht der Brenner aus drei senkrechten, konzentrisch mit einem Zwischenraum ineinandergestülpten Blechcylindern. Bei dem abgebildeten Brenner sind aber zur Erzielung höherer Hitzegrade vier solche Cylinder ineinandergesügt, von denen der äußere erste



646. Rundbrenner.



647. Bunsenbrenner.

und der innere dritte an der Basis im Kreise herum mit Luftlöchern versehen sind. Die Zwischenräume der Cylinder stehen einesteils mit den Röhren t_1 und t_2 , welche nach dem äußeren Gasrohre T_1 führen, andernteils mit den Röhren t_3 und t_4 in Verbindung, welche sich im Gasrohre T_2 vereinigen. Auf diese Weise kann der Brenner entweder als einfacher, oder auch als Doppelbrenner benutzt werden. An der Basis ist der Apparat mit einem Drahtgewebe umgeben, durch welches der innere Luftzutritt geregelt und das Flackern der Flamme verhütet wird. Die über diesem Drahtgewebe im Mantel angebrachten Löcher führen in

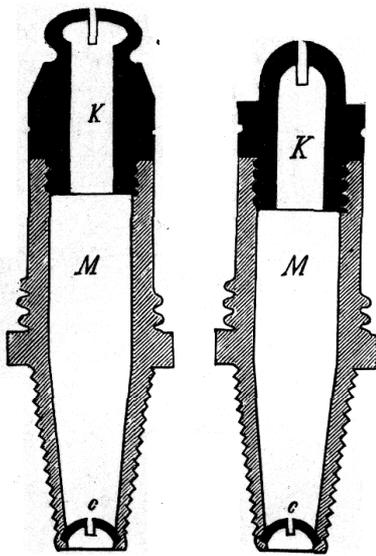
den ersten Zwischenraum und dienen zum äußeren Luftzutritt, sowie zum Kühlhalten des eigentlichen Brenners.

Die sogenannten Gas-Sparbrenner (Abb. 648 u. 649) sollen dazu dienen, den Druck des ausströmenden Gases zu vermindern, so daß die Verbrennung langsamer vor sich geht, wodurch allerdings aber auch die Leuchtkraft der Flamme eine Abschwächung erleiden kann. Um den beabsichtigten Zweck zu erreichen, wird auf die Ausmündung des Gasleitungsrohres zunächst eine als Diaphragma bezeichnete, mit einer kleinen Öffnung versehene Kappe c aufgesetzt, aus welcher das Gas nur in einem feinen Strahle in den weiteren Raum M des Brenners gelangen kann, wo es sich ausdehnt, um zuletzt durch den aus Speckstein bestehenden Brennerkopf K der Flamme zugeführt zu werden.

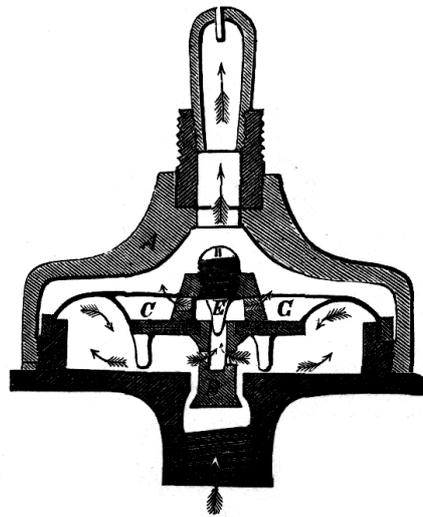
Ein selbstthätig seinen Gaszufluß mit Bezug auf Gleichmäßigkeit des Druckes regelnder Brenner, sogenannter Regulierbrenner, und zwar der Suggsche ist in Abb. 650 dargestellt. Derselbe ist so eingerichtet, daß er das seiner Flamme zuströmende Gas auf dem der größten Leuchtkraft bei geringstem Verbrauch entsprechenden, von dem Leitungsdrucke unabhängigen Drucke erhält. Die abgebildete Konstruktion rührt von dem englischen Gastechner Sugg her. Wie aus dem Vertikaldurchschnitt ersichtlich ist, tritt das Gas von unten ein und gelangt durch eine mit einem Ventil B versehene Öffnung in einen erweiterten Raum, der oberhalb durch eine biegsame Platte, sogenannte Membrane C geschlossen ist, an welcher das Ventil B hängt. Das Herabgehen der Membrane C und

damit das Sinken des Ventils B ist durch Aufsätze beschränkt, welche sich an einer in der Mitte der Membrane befestigten Metallscheibe befinden. An dieser Metallscheibe sitzt auch das Ventil B, welches oberhalb mit einer vertikalen Aushöhlung und mit seitlichen Öffnungen versehen ist, durch welche das Gas in der Richtung der angegebenen Pfeile in den oberen Raum der Regulierkammer A und von da in den Brenner gelangt. Die Aushöhlung des Ventils B, welche den Durchgangskanal für das Gas bildet, kann mittels einer Schraube E bei Anbringung des Apparats, den Umständen entsprechend, ein für allemal geregelt werden. Je stärker der Gasdruck in der Zuleitung gegen die Membrane C wirkt, um so mehr schließt das Ventil B die Zutrittsöffnung, wodurch bewirkt wird, daß ein vorher bestimmter Gasdruck nicht überschritten werden kann.

Ein bedeutsames Moment in der Entwicklung der Gasbeleuchtung bilden die Regenerativbrenner, um deren Ausbildung sich Friedrich Siemens ein besonderes Verdienst erworben hat. Bevor wir aber zur Beschreibung der Siemens'schen Regenerativlampe übergehen, sind einige Vorgänger dieser Konstruktion zu erwähnen. Die Wirkung des Regenerativbrenners beruht, wie schon bemerkt wurde, auf der Thatsache, daß die



648 u. 649. Gasparbrenner.

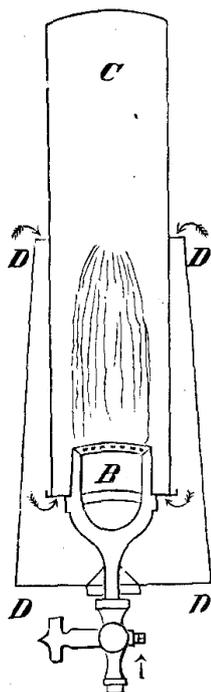


650. Fuggs Regulierbrenner.

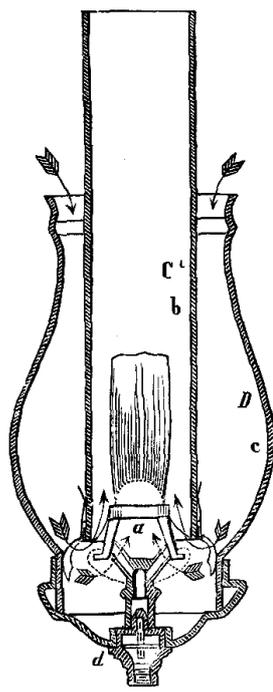
Helligkeit einer Flamme mit der Temperaturerhöhung des Verbrennungsprozesses bis zu einer gewissen Grenze stark zunimmt. Diese Temperaturerhöhung läßt sich aber durch Vorwärmung der zugeführten Luft mittels Ausnutzung der von den Verbrennungsgasen mitgeführten Wärme erreichen. Die älteste Konstruktion eines nach diesem Prinzip hergestellten Regenerativbrenners scheint der von dem englischen Beleuchtungstechniker Frankland schon im Jahre 1854 hergestellte Gasbrenner zu sein, den Abb. 651 zeigt. A ist ein Argandbrenner, der mit dem gewöhnlichen Glaszylinder C versehen ist. Etwa 5 cm unterhalb der diesen Cylinder tragenden Galerie ist eine in der Mitte durchlochete Glasscheibe luftdicht angebracht, auf welcher der schwach konische gläserne, luftdichte Hohlkörper B sitzt. Hierdurch wird bewirkt, daß die zur Unterhaltung der Flamme dienende Luft in der Richtung der Pfeile über den oberen Rand des konischen Glasgehäuses hinweg durch den von der Leuchtflamme des Argandbrenners stark erhitzten Hohlraum zwischen den beiden Glaswänden zieht, sich dabei erwärmt und dann von unten zu der Flamme gelangt. Diese Anordnung wurde später von Murchall zur Herstellung der sogenannten Malorischen Gaslampe benutzt, welche in Abb. 652 dargestellt ist. Ähnlich der Franklandschen Konstruktion besteht dieselbe aus drei Teilen: dem Unterteil, den Teller d und Brenner a bildet, dem inneren gewöhnlichen Zugcylinder und dem äußeren, hier tulpenförmig gestalteten, etwa aus Milchglas bestehenden Gehäuse. Die Richtung des Luftstromes ist durch Pfeile gekennzeichnet. Diese Lampe ist unterhalb mit dem vorher

beschriebenen und durch Abb. 650 illustrierten Suggschen Gasdruckregulator versehen, wie aus der Abbildung ersichtlich ist.

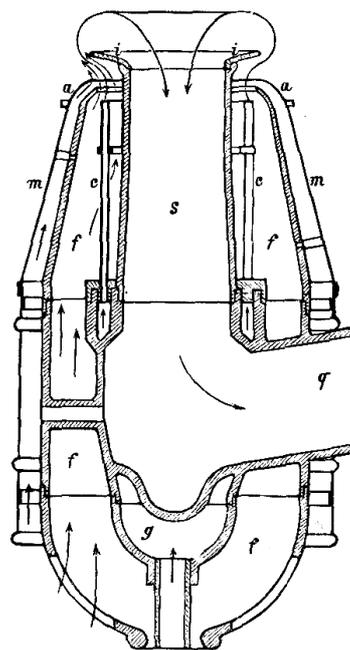
Der Regenerativbrenner von Friedrich Siemens ist seit 1879 bekannt. Es wurde dabei vom Erfinder die Konkurrenz mit der elektrischen Bogenlampe ins Auge gefaßt, weshalb dieser Brenner für die Erzeugung einer möglichst kräftig leuchtenden Gasflamme konstruiert worden war. Die erste Konstruktion des Siemens'schen Regenerativ-Intensivbrenners ist in Abb. 653 im Durchschnitt dargestellt. Das Leuchtgas tritt zunächst von unten in die Gaskammer g, welche sich nach oben ringförmig erweitert, und entweicht durch zahlreiche kreisförmig nebeneinander angebrachte Röhrchen c. Die zur Unterhaltung der Flamme dienende sauerstoffhaltige Luft wird durch die nach unten ausmündende, nach oben sich konisch verengende und die Brennerrohren umschließende Kammer f zugeführt, welche als Regenerator oder Vorwärmer dieser Luft dient. Die über den Brennerrohren c sich anfangs als cylindrischer Lichtmantel bildende Flamme wird durch den aus feuerfestem



651. Franklands
Regenerativbrenner.



652. Muthalls
Regenerativbrenner.



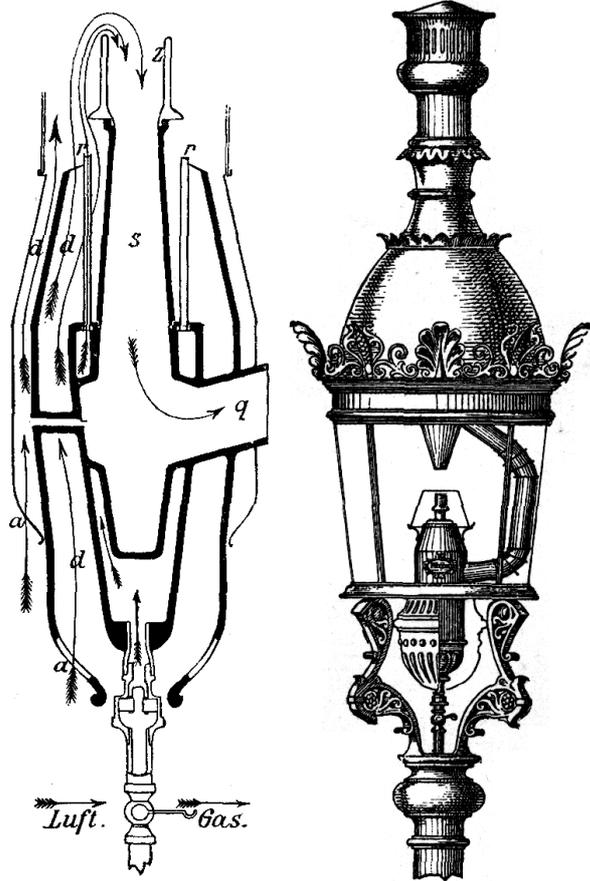
653. Älterer Siemens'scher
Regenerativbrenner.

Material gebildeten Ring i nach außen gelenkt, wobei sie auf ihrer inneren Fläche mit der dem Regenerator f entströmenden Luft, auf ihrer äußeren Fläche mit der durch die äußeren Röhren m zugeführten, ebenfalls etwas vorgewärmten Luft bei a ausströmenden Luft in Berührung kommt, so daß eine vollständige Verbrennung des Gases herbeigeführt wird. Die seitwärts abgelenkte Flamme stülpt sich dann um, indem sie von den durch den zentralen Raum s nach dem seitlichen Abführungrohr q fortströmenden Verbrennungsgasen gezwungen wird, sich der abwärtsgehenden Richtung anzuschließen. Aus dieser Anordnung ist ersichtlich, daß die Flamme hauptsächlich nach oben direktes Licht sendet, so daß zur wirksamen Bodenbeleuchtung ein Reflektor anzuwenden ist. Die neuere Einrichtung des Siemens'schen Regenerativ-Intensivbrenners, welche in Berlin zur Beleuchtung einiger Straßen und Plätze seit 1881 zur Anwendung gelangt ist, wird durch Abb. 654 im Durchschnitt dargestellt. Das Leuchtgas strömt aus dem Leitungsröhr in der Pfeilrichtung in die gußeiserne Kammer, auf welcher oberhalb die Brennerrohren r im Kreise herum aufgesetzt sind. Die an der oberen Mündung dieser Röhren entzündete Flamme brennt zwischen dem Porzellancyliner z und einem letzteren umgebenden Hartglascylinder nach oben, so daß sie einen ziemlich hohen cylindrischen Lichtmantel bildet, der seitlich intensives Licht ausstrahlt. Oberhalb folgt alsdann die

Flamme in ähnlicher Weise wie bei der vorher beschriebenen älteren Konstruktion dem abwärtsgehenden Zuge der Verbrennungsgase, indem sie sich über den Rand des Porzellanzylinders z nach unten umstülpt. Die heißen Verbrennungsgase bestreichen somit den Regenerator s, der in das seitliche Abzugsrohr q ausmündet. Die äußere, zur Speisung der Flamme dienende Luft tritt bei a a ein und durchstreicht die vom Generator erhitzten Kanäle d d, bevor sie zur Flamme gelangt. Im Querschnitt ist der ganze Apparat kreisförmig. Die Einführung dieses Apparates in eine Straßenlaterne zeigt Abb. 655. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich ist, wird das mit dem Abzugskanal q verbundene Abzugsrohr nach oben geführt und ist oberhalb mit einem nach unten konisch verengten Teil des senkrecht nach oben weitergeführten Abzugrohres verbunden. Dieser Konus hat unterhalb eine kleine Öffnung, um beim Anzünden der Flamme den Luftzug einzuleiten und alsdann zu unterstützen. Bei den neuesten Ausführungen ist dieser Konus umgekehrt als Hohlkörper über der Flamme angeordnet. Zum Anzünden der Flamme dient ein seitwärts des Brenners fortwährend brennendes Gasflämmchen.

Die eben besprochene Konstruktion des Regenerativbrenners ist bei aller Vortrefflichkeit der Leuchtkraftverstärkung und ökonomischen Ausnutzung des Gases mit dem Uebelstande behaftet, daß der ziemlich umfängliche Regenerativkörper sehr viel Schatten nach unten wirft. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, hat Siemens die Anordnung des Brenners umgekehrt, indem er den Regenerator oberhalb des Brenners anbrachte, die Flamme nach unten aus den Brenneröhren herausbrennen ließ und alsdann mit der Zugluft nach oben durch den vertikalen Zugschlot lenkte, wie dies Abb. 656 u. 657 zeigt. Diese Anordnung, welche sich vorzüglich zur Bodenbeleuchtung in geschlossenen Räumen eignet, ist als invertierter Regenerativbrenner bezeichnet worden. Die Wirkungsweise ist aus der Abb. 654 deutlich ersichtlich, indem die Luftführung durch Pfeile angedeutet ist. Abb. 657 zeigt eine derartige geschmackvoll ornamentierte Lampe in äußerer Ansicht.

Eine andre Art von Regeneratorlampe wurde von dem rastlosen Erfinder Siemens mit Anwendung eines horizontal gerichteten Flachbrenners hergestellt, um die Leuchtkraft der in der bekannten Schmetterlingsform breitgezogenen Gasflamme direkt nach unten hin wirksam zu machen. Es wurde also hierzu ein gewöhnlicher Schnittbrenner benutzt. So entstand der Siemens'sche horizontale Regenerativ-Flachbrenner, welcher bei seinem Auftreten unter den modernen Gasbeleuchtungsapparaten ein ziemliches Aufsehen erregte. Die Schwierigkeiten, welche bei Herstellung dieser Beleuchtungsmethode überwunden werden mußten, waren ziemlich bedeutend und erforderten jahrelange Versuche. Das Patent auf diesen Brenner wurde Siemens im Jahre 1879 erteilt. Von sehr maßgebender Seite, nämlich von Dr. Bunte in München, dem Leiter der dortigen Versuchstation des deutschen Vereins der Gasfachmänner, wurde dieser Brenner bezüglich Lichtwirkung und Gasverbrauches auf Grund genauer Versuche sehr günstig beurteilt. Unter andern wurde der Hörsaal für Kunstgeschichte in der technischen Hochschule zu Karlsruhe

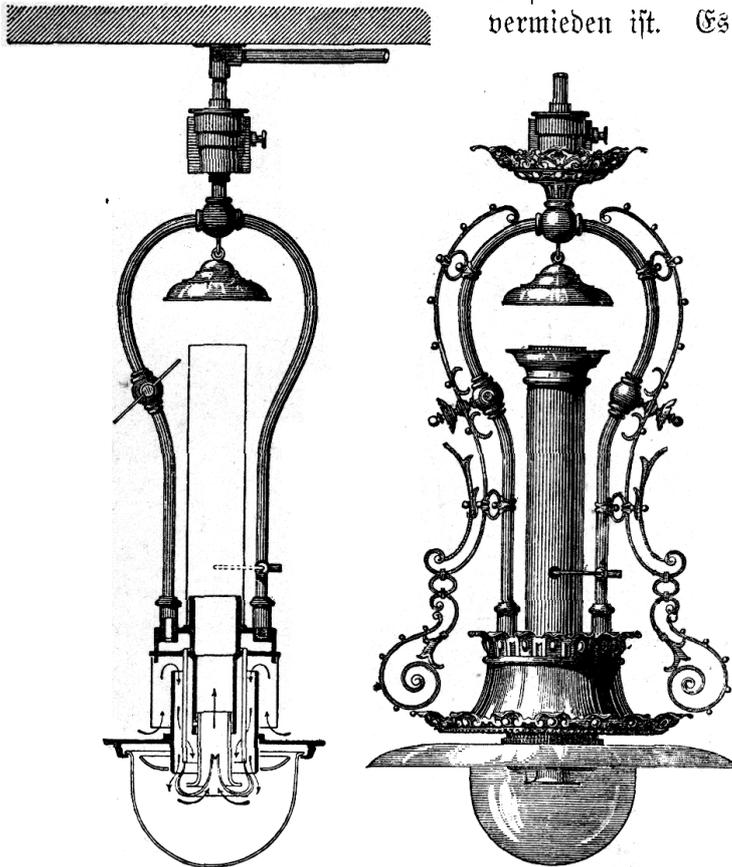


654. Neuerer Siemens'scher Regenerativbrenner.

655. Straßenlaterne mit Siemens' Regenerativbrenner.

anstatt der vorher notwendigen 21 Argandbrenner, die sich für die Beleuchtung als nicht mehr ausreichend erwiesen, mit 6 Siemens'schen Regenerativ-Flachbrennern zur vollsten Zufriedenheit beleuchtet, indem sich nahezu die doppelte Helligkeit ergab, wobei über 50% Gas gegenüber dem früheren Verbrauch bei Anwendung von Schnittbrennern erspart wurden.

Im Jahre 1884 trat der bekannte Beleuchtungstechniker Schülke in Berlin mit einem neuen Regenerativbrenner hervor, welcher sofort seiner bedeutenden Lichtentwicklung wegen die Aufmerksamkeit erregte. Bei diesem System sind, ähnlich wie bei dem Siemens'schen Regenerativ-Flachbrenner, mehrere gewöhnliche Schnittbrenner oder statt dessen auch eine Reihe von Zweilochbrennern (sogenannte Fischschwanzbrenner) in Anwendung gekommen: das Gas wird dieser Lampe von unten nach oben zugeführt, wobei die Vorwärmung des Gases und damit dessen Dichtigkeitsverminderung vermieden ist. Es soll damit auch die Abscheidung



656 u. 657. Siemens' invertierter Regenerativbrenner.

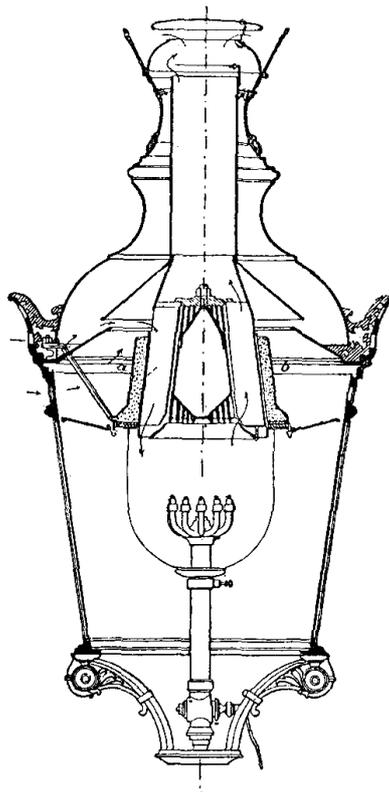
von Kohlenstoff und die dadurch leicht entstehende Verstopfung des Brenners verhindert werden, wodurch eine ungleichmäßige rote Flamme entsteht. Die so eingerichteten Lampen sind auch ohne Glocke zu benutzen, jedoch geht dadurch der Vorteil des Regenerativsystems, welcher in der Vorwärmung der Speiseluft liegt, verloren, so daß die Flamme nur die gewöhnliche Leuchtkraft des Gases entwickelt. Infolge geschickter Anordnung soll diese Schülkesche Regenerativlampe eine größere Bodenfläche beleuchten, als dies bei den invertierten Brennern der Fall ist. Der Luftvorwärmungsapparat der Schülke-Lampe besteht aus einem dünnen mit Längsfalten versehenen Blechrohr, welches im Querschnitt als vielzackiger Stern erscheint. Dieses Rohr ist mit einem Mantel von schlechten

Wärmeleitern umgeben, welcher mit dem erwähnten gefalteten Blechrohr Kanäle für die nach der Flamme ziehende Luft bildet, die in diesen Kanälen stark erhitzt wird, indem die heißen Verbrennungsgase durch den Innenraum des gefalteten Rohres abziehen. Nach den mit diesem Brenner angestellten Versuchen werden für die Entwicklung gleicher Leuchtkraft im Vergleich zu den gewöhnlichen Brennern wenigstens 50% an Gas gespart, wobei zugleich die Lichtverteilung sehr günstig ist. In Abb. 658 ist eine mit diesem Schülkeschen Regenerativ-Intensivbrenner ausgerüstete Straßenlaterne dargestellt, wie solche von der Firma Schülke, Brandolt & Co., Berlin, geliefert werden. Die Einrichtung ist nach den vorausgeschickten Mitteilungen leicht verständlich, indem die Luftführung durch Pfeile angedeutet ist. Der Regenerator ist hierbei durch eine wärmedichte Umhüllung a b vor Abkühlung nach außen geschützt und besteht aus einem im unteren Teile des Abzugsrohres eingesetzten Körper von gefaltetem Blech, der — wie schon erwähnt wurde — im Querschnitt sternförmig ist, so daß flache Kanäle gebildet werden. Durch die äußeren Kanäle dieses Blechkörpers ziehen die heißen Verbrennungsgase nach dem Schornstein, durch die inneren tritt von oben die Speiseluft ein und zieht nach unten zur Flamme.

Ein sehr bedeutender Fortschritt in der Gasbeleuchtung wurde dadurch erzielt, daß man die die Lichtwirkung bei weitem überwiegende Wärmewirkung beim Verbrennen von Leuchtgas unter Hinzuziehung gewisser in hellste Weißglut zu versetzender Mineralien nutzbar machte. Diese Methode der Lichterzeugung hat sich als Gasglühlicht außerordentlich wirksam erwiesen und dem elektrischen Glühlicht starke Konkurrenz gemacht.

Das heutige Gasglühlicht hat seine Vorgänger gehabt, deren in Kürze zu gedenken ist. So wurde gegen Ende der vierziger Jahre von Frankenstein das sogenannte Lunar- und Solarlicht erfunden, worüber Professor R. H. Hassenstein im „Leipziger Tageblatt“ vom 25. Februar 1848 folgendes berichtet: „Das Neue in der Erfindung Frankensteins liegt darin, daß auf eigentümliche Weise in der Mitte der Flamme einer Argandlampe ein verstellbarer Kegel angebracht ist, welcher aus einem Gewebe (Spitzengrund) besteht, das von einer erdigen Substanz durchdrungen ist. Durch die Hitze der Flamme brennt das organische Gewebe aus und die erdige Masse bleibt in der Form des Gewebes zurück, wird weißglühend und erhöht dadurch die Leuchtkraft der Flamme.“

Ferner sind einige Gasglühlampen aus den siebziger Jahren anzuführen, welche allerdings nach einem andern Prinzip als dem gegenwärtig benutzten und bereits in der Frankenstein'schen Erfindung verkörpert konstruiert sind. Abb. 660 illustriert die Clamond'sche Glühlampe, bei welcher die atmosphärische Luft durch Überdruck zugeführt wird. Der glühende Körper besteht aus einem Geflecht von Magnesiadochten. Die mit etwa 33 mm Wasseräulendruck zugeführte Luft wird wie bei den Regenerativbrennern vorgewärmt, was teils dadurch geschieht, daß sich das Zuführungsrohr in dem heißen Strome der Verbrennungsprodukte befindet, teils weil es der Wirkung von besonderen Gasflämmchen ausgesetzt ist. Die Druckluft wird mittels einer Luftpumpe der Kammer D zugeführt, wobei sie auf ihrem Wege erwärmt wird. Ein Teil davon zweigt sich jedoch durch das Rohr T ab und geht in der Kammer B niederwärts. Das Gas wird durch das Rohr F zugeführt und tritt in bestimmter Menge in die Kammer E ein. Von F führen vier vertikale Röhren den Hauptteil des Gases nach dem Ringe S, welcher den Brenner bildet. Ein Teil geht jedoch vom Zuführungsrohr in die Kammer B, welche auf diese Weise mit Luft und Gas gefüllt wird; dieses Gemisch, welches aus dem Brenner als Flamme herausbrennt und große Hitze entwickelt, dient zur Erhitzung des Luftzuführungsrohres C. Der ganze Apparat ist von einem Gehäuse M umgeben, welches als Schornstein wirkt, indem dasselbe oben mit seitlichen Öffnungen Z versehen ist, durch welche die Verbrennungsprodukte entweichen. Am Boden endet das Gehäuse in zwei konzentrische Regelfstufen, die von Querröhren J durchsetzt und miteinander verbunden sind. Von der Öffnung des inneren Regelfstufen hängt ein kegelförmiger Körper aus einem netzartigen Geflecht von feinen Platindrähten herab, welches den Magnesiakorb trägt. In diesen Korb tritt die nach unten getriebene Flamme des Brenners S und bringt denselben zur hellen Weißglut. Die Verbrennungsprodukte steigen in dem ringförmigen Räume P empor, während die Luft durch die Querröhren J eintritt und darin erhitzt wird, worauf dieselbe die Verbrennung der Gasstrahlen m bewirkt, durch welche die Vorwärmung der Luft erhöht wird. Die zur Herstellung des Leuchtkörpers dienenden Magnesiafäden bestehen aus einer Mischung von kalzinierter Magnesia mit essigsaurer Magnesia, welche als teigartige Masse in Kugelform gepreßt und dann durch Aufwickeln auf einen Dorn in die Korbform gebracht wird. Durch scharfes Trocknen wird dann die essigsaurer Magnesia zerlegt. In der Abbildung ist nur das den Magnesiakorb tragende Platineflecht dargestellt. Ein solcher Glühkorb soll etwa 40 Stunden lang ausgehalten haben, bevor er wegen zu starker Abnahme der Leuchtkraft ersetzt werden mußte. Das Licht soll einen vollen warmen Ton besitzen und angenehm leuchten. Bei 160 Kerzen Leuchtkraft wurde ein Gasverbrauch von stündlich etwa 0,5 cbm, bei 450 Kerzen Leuchtkraft ein stündlicher Gasverbrauch von 1,2 cbm bemerkt. Es ist dabei jedoch zum Betrieb der Luftpumpe ein kleiner Gasmotor erforderlich, dessen Gasverbrauch hier nicht mit eingerechnet ist.

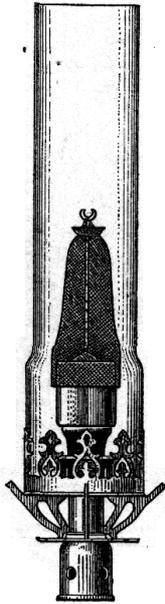


658. Laterne mit Schülkes Regenerativbrenner.

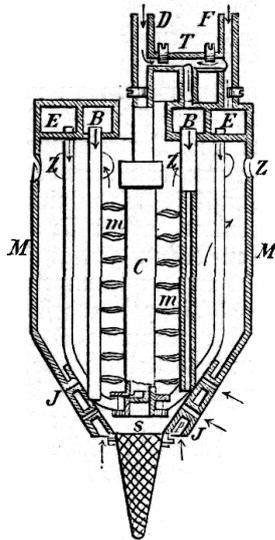
Der Lewis'sche Glühbrenner, Abb. 661, erzeugt das Licht durch die flammenlose Verbrennung von Leuchtgas in Berührung mit einem Geflecht aus feinem Platindraht. Anstatt des Gases kann auch Spiritusdampf verwendet werden. Der Brenner besteht aus einem zentralen Mundstück c., durch welches unter Druck ein Luftstrahl getrieben wird. Um diesen Luftstrahl

herum wird durch die beiden Seitenröhren c_1 und c_2 Leuchtgas zugeführt, welches sich mit der Luft vermischt. Das brennbare Gemisch wird in die aus Platindraht gebildete Kappe a emporgetrieben und vorläufig entzündet. Sobald das Platindrahtnetz glühend geworden ist, wird die Flamme niedergedreht, bis sie verschwindet und das Platin eben noch im Glühen verbleibt. Zwischen die glühende Platinkappe und den Brenner ist ein Ring b aus nichtleitendem Material eingelegt, welcher die Fortpflanzung der Wärme aus dem Platinkörper in den Brenner verhüten soll. Über die Leuchtkraft dieser Lampe liegen keine Mitteilungen vor; unzweifelhaft war dieselbe nur als Nachtlicht zu benutzen.

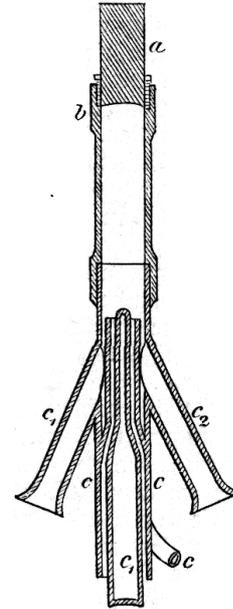
Das seit einigen Jahren als „Auerlicht“ in Gebrauch gekommene Gasglühlicht wurde schon 1885 von Dr. Auer v. Welsbach in Wien erfunden, oder wohl besser gesagt, entdeckt. Diese Lichterzeugungsmethode beruht auf der allerdings schon früher bekannten Erscheinung, daß gewisse, als seltene Erden oder Edelerden bezeichnete Mineralien bei Einwirkung hoher Temperatur in einen außerordentlich stark leuchtenden Glühzustand versetzt werden, wodurch die an sich nicht leuchtenden, vom verbrennenden Gase in starkem Maße ausgesendeten Wärmestrahlen für die Lichterzeugung und somit für die Beleuchtung



659. Auer'sches Gasglühlicht.



660. Auer'sches Gasglühlicht.



661. Lewis' Gasglühlicht.

nutzbar gemacht werden können. Von dieser Entdeckung bis zur praktischen Herstellung eines dieser Naturerscheinung auszunutzenden Leuchtapparates war allerdings ein weiter Weg, auf welchem große Schwierigkeiten zu überwinden waren. Seitdem Dr. Auer v. Welsbach diesen Erfolg errungen hat, haben sich auch viel Mitbewerber eingefunden, welche in mehr oder minder abgeänderter Art dasselbe Prinzip nutzbar zu machen und Geld damit zu verdienen suchten.

Bei Auer's Erfindung ist die Hauptsache die Herstellung des sogenannten „Glühstrumpfes“, und sein Patent bezieht sich auf die Herstellung des sogenannten „Fluid“, das heißt der Mischung aus den salpetersauren Salzen der Edelerden, welche er für die zweckmäßigste hielt. Der aus Baumwollengewebe oder aus dem Gewebe eines andern geeigneten Faserstoffes bestehende konische Hohlkörper oder Strumpf wird mit der Lösung der erwähnten Salzmischung getränkt und nach dem Trocknen ausgeglüht, wobei die Stichflamme eines Gasgebläses benutzt wird. Durch dieses Ausglühen wird das organische Gewebe verbrannt, so daß nur in starrer aber leicht zerbröckelnder Form sich erhaltende, mit den fein zerteilten Edelerden vermischte Asche zurückbleibt. Indem nun diese durch die Gasflamme zur Weißglut gebracht wird, gibt sie ein schönes, weißes Licht. Als Brenner für das Auerlicht, sowie für jedes andre Gasglühlicht wird ein nach dem Prinzip des Bunsenbrenners (Abb. 647, S. 602) konstruierter Brenner benutzt, der in seiner speziellen Einrichtung vielfach modifiziert werden kann.

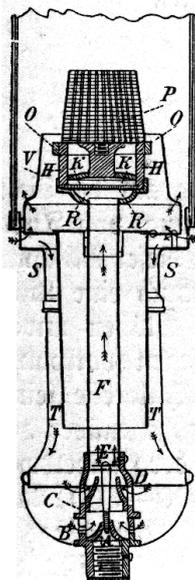
Über die Natur der für die Imprägnierung des Strumpfes benutzten Mineralien sind unterdessen umfassende Untersuchungen angestellt worden, welche nachweisen, daß dieselben zu den interessantesten chemischen Stoffen gehören, deren Wesen außerordentlich schwierig zu ergründen ist. Die Edelerden sind die Dryde von einer zahlreichen Reihe mehr oder minder selten vorkommender Elemente, die nur an wenigen Fundstätten in Verbindung mit gewissen andern Mineralien in größeren Mengen vorkommen. Diese Elemente sind bekannt als: Yttrium, Cer, Lanthan, Didym, Erbium, Zirkonium und Thorium. Bekanntlich wurde auch schon längst Calcium zur Erzeugung des starkleuchtenden Knallgas=Glühlichtes benutzt, wenn auch in ganz andrer Weise, als dies bei dem Auerlichte mit ähnlich leuchtenden aber noch wirksameren Substanzen geschieht. Die einzelnen Arten dieser sogenannten „Edelerden“, deren chemische Bestimmung äußerst schwierig ist und noch viel zu wünschen übrig läßt, zeigen nicht nur mit Bezug auf die durch deren Glühen hervorgerufene Lichtstärke, sondern auch auf die dabei hervortretenden Lichtfarben eine bedeutende Verschiedenheit. Die ausgeführten Versuche haben in Bezug der Lichtstärken für die benutzten Mineralien die folgenden Verhältniszahlen ergeben:

Thonerde, bläulichweißes Licht	31,56	Lichtstärken
Lanthanerde, weißes Licht	28,32	„
Yttererde, gelblich weißes Licht	22,96	„
Zirkonerde, weißes Licht	15,30	„
Cererde, rötliches Licht	5,02	„

Die Mischung von $\frac{2}{3}$ Thonerde und $\frac{1}{3}$ Yttererde soll sich in Bezug auf die Lichtfarbe am besten zeigen, während die größte Lichtstärke mit einer Mischung von Thon, Zirkon und Lanthan erhalten worden ist. Die geringe Menge von 0,1 g dieser Mischung hat nach Auer v. Welsbachs Versuchen mit 70 l stündlichem Gasverbrauch eine Lichtmenge von 40 Kerzenstärke ergeben und sich beim mehrhundertstündigen Glühen unverändert erhalten. Der Leuchtwert des Thorit, der im südlichen Norwegen vorkommt, wurde erst vor einigen Jahren entdeckt und von Auer v. Welsbach im Interesse seiner Erfindung verwendet, wodurch das Gasglühlicht erst seine volle Bedeutung gegenüber dem bis dahin dominierenden elektrischen Glühlicht gewann. Bis dahin betrug der Handelswert des Thorit 20—25 Mark per Kilo, wogegen dasselbe bereits 1874 mit 200—300 Mark, sogar zeitweise mit 400 Mark per Kilo bezahlt und stark begehrt wurde. Neuerdings ist der Preis wieder etwas gesunken, indem es verschiedenen Chemikern geglückt ist, das Thorium auch aus andern Mineralien auszuscheiden. Insbesondere ist dies bezüglich des ebenfalls in Norwegen, aber auch in Amerika gefundenen Minerals Monazit der Fall, und in Amerika soll die Gewinnung thoriumhaltiger Mineralien im Zunehmen begriffen sein; da die Zukunft des Gasglühlichtes von der genügenden Produktion des Thoriums hauptsächlich abhängig ist, so ist natürlich die reichliche Gewinnung von thoriumhaltigen Mineralien von hoher Bedeutung.

Wenn man auch das Prinzip des Bunsenbrenners für andre Gasglühlichtkonstruktionen beibehält, so ist derselbe doch vielfach abgeändert worden. Einen der neuesten Glühlichtbrenner zeigt Abb. 662; derselbe ist von Delamarre in Paris erfunden worden und insbesondere darauf eingerichtet, daß eine möglichst innige Vermischung des Leuchtgases mit der atmosphärischen Luft stattfindet, weil dadurch die Verbrennungstemperatur auf das höchste gesteigert und dadurch natürlich auch ein hoher Glühgrad erzielt wird. Man hat deshalb sogar bei einer andern neueren Einrichtung eines Glühlichtbrenners ein kleines Flügelrad angewendet, jedoch ist zu dessen Betrieb auch ein kleiner Motor nötig, wodurch der Brenner umständlich und kostspielig wird. Bei dem Brenner von Delamarre ist versucht worden, dieselbe Wirkung in einfacherer Weise durch den natürlichen Luftzug zu erreichen. Bei diesem Brenner strömt das Gas durch einen kleinen Konus A von unten in das innere Brennerrohr, wobei das Prinzip der bekannten Strahlpumpe oder des Injektors zur Anwendung kommt. Durch die mittels einer Spindel E regulierbare Öffnung der konischen Düse A strömt der beschleunigte Leuchtgasstrahl in eine erweiterte Kammer B, welche durch Öffnungen mit der äußeren Luft in Verbindung steht, so daß Luft durch die lebendige Kraft des Gasstrahls eingesaugt wird, welche sich in der Kammer B mit dem Leuchtgase vorläufig mischt. An die Kammer B schließt sich eine zweite konische Düse an, deren Öffnung ebenfalls mittels der Spindel regulierbar ist. Dieser zweite Konus mündet in die Kammer C, durch deren seitliche Öffnungen abermals Luft durch die Wirkung des

Gasstrahl angefaugt und mit dem wirbelnden Gase vermischt wird. Schon durch diese Einrichtung findet eine ziemlich innige Vermischung von Leuchtgas und Luft statt, die viel inniger ist, als bei dem gewöhnlichen Bunsenbrenner. Diese Vermischung hat aber Delamarre noch nicht für genügend befunden, und deshalb hat er am Brennerkopfe noch eine besondere Einrichtung angebracht, durch welche der Vermischungsprozeß fortgesetzt wird. Das von unten kommende Gasgemisch strömt nämlich zuerst durch ein Drahtnetz R, welches im wesentlichen den Zweck hat, in ähnlicher Weise wie bei einer Davy'schen Sicherheitslampe das Zurückschlagen der Flamme in das Brennerrohr zu verhüten. Hierauf stößt der Gasstrom gegen die Scheidewand K, welche nach oben gewölbt und am Umfange mit feinen Löchern versehen ist; weiter muß das Gasgemisch seinen Weg durch das Drahtsieb O nehmen. Durch diese Einrichtung werden vielfache Wirbel im Gasgemisch verursacht, so daß eine äußerst innige Mischung erzielt wird. Der Brennerkopf ist durch einen Konus aus Drahtgewebe abgeschlossen. Die Flamme bildet sich außerhalb dieses Konus und kann leicht in die für den gewöhnlichen Glühkörper erforderliche Form gezwungen werden. Außerdem ist bei diesem Brenner für eine gut geregelte Luftzuführung gesorgt. Zu dem Zweck ist die Brenneröhre F von zwei Röhren umhüllt, so daß ein ringförmiger Kanal gebildet wird und gleichzeitig die Brenneröhre selbst vor Wärmeverlust geschützt ist, indem dieselbe einen stehenden Luftmantel hat. Ein Teil der zugeführten Luft strömt durch den ringförmigen Kanal T in der Pfeilrichtung nach den Öffnungen der Kammern Bund C, wobei die Luft etwas vorgewärmt wird, der übrige Teil der Luft streicht durch den gelochten Konus V direkt nach der Flamme. Der Delamarre'sche Brenner ist daher sehr sorgfältig eingerichtet, erfordert aber unzweifelhaft einen starken Druck des zuströmenden Gases, weil dasselbe bei seiner Vermischung mit Luft viele Widerstände zu überwinden hat, bevor es in die Flamme gelangt.



662.

Gasglühbrenner
von Delamarre.

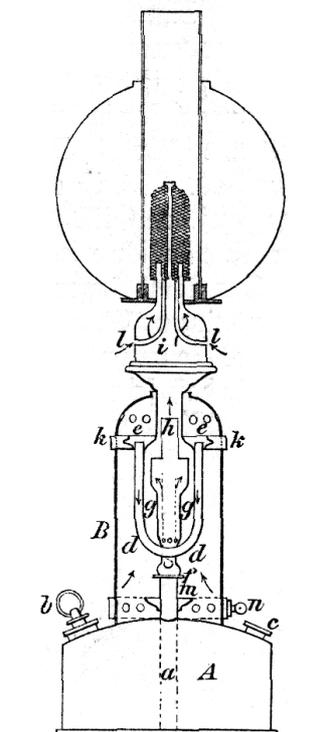
Weise stattfand. Die Flamme war daher unruhig und es entstand ein höchst unangenehmer Fuselgeruch. Von diesen Übelständen ist die in Abb. 664 abgebildete Spiritusglühlampe der Aktiengesellschaft vorm. C. H. Stobwasser vollständig frei und dabei ist ihre Ausführung einfach und solid, so daß keine Unordnung in den Teilen entstehen kann. Die Stobwasser'sche Glühlampe besteht im wesentlichen aus einem scheibenförmigen, mit starken Baumwollendochten versehenen Vergaser, der fortdauernd durch zwei Flämmchen geheizt wird. Von diesem Vergaser führen zwei Röhren nach einer Düse, ähnlich wie beim Bunsenbrenner (Abb. 602). Ein Teil der Verbrennungsluft wird aber, im Gegensatz zum Bunsenbrenner, zentral durch den Vergaser geführt und dabei stark vorgewärmt. Der andere Teil der Verbrennungsluft geht seitwärts durch ein Mischrohr. Die bezüglichen Zutrittsöffnungen für die Luft sind, wie die Abbildung zeigt, von einem Metallkorb umgeben, ähnlich wie bei den Petroleumlampen, so daß auch dieser Teil der Verbrennungsluft vorgewärmt wird. Nach oben ist das Mischrohr durch ein Drahtnetz abgeschlossen. Auf dem Mischrohr sitzt ein mit Spizen versehener Brennerkopf, der den Glühkörper und die Cylindergalerie trägt. Die von besonderen Dochten gespeisten Heizflämmchen können mittels eines Zahnstangengetriebes geregelt werden, wodurch wiederum eine Regelung der Hauptflamme ermöglicht wird. Die Lampe soll in etwa elfstündiger Brenndauer 1 l Spiritus, wobei der Glühkörper die gewöhnliche Lichtmenge

des Gasglühlichtes ausstrahlt. Auch die Herstellung einer Petroleumglühlampe ist mit Erfolg versucht. Wir lassen deren Beschreibung mit Bezug auf die Abb. 663 betreffend ein von Spiel & Brückner in Wien hergestelltes Modell, hier folgen. Was

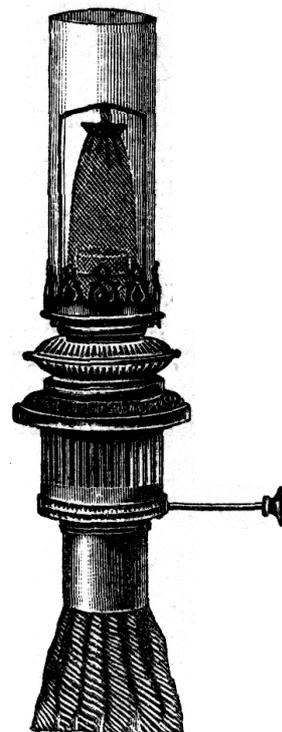
die in Abb. 663 dargestellte Lampe anbelangt, so ist dieselbe im Fuße mit einem Petroleumbehälter A versehen, welcher bis zu etwa $\frac{2}{3}$ seines Inhalts durch die verschraubbare Öffnung e gefüllt wird. In diesen Behälter geht ein Rohr a bis nahe an den Boden herab, in welchem das Petroleum mittels einer kleinen bei b sichtbaren Luftpumpe zeitweise empor nach dem Vergasungsapparate e hinaufgedrückt werden muß. Dieser Vergaser besteht aus einem flachen ringförmigen unterhalb des Brenners i angebrachten Behälter, von welchem ein Rohr f abwärts bis unter das Zweigrohr d geht, welches letztere in den Vergaser einmündet. Durch das Rohr f tritt der im Vergaser e erzeugte Petroleumdampf in das unterhalb des Vergasers befindliche Rohr g ein, das oben einen erweiterten, mit feinen Löchern versehenen Aufsatz hat. Auch unterhalb ist das Rohr g mit Löchern versehen, durch welche Luft eintreten und sich mit dem Petroleumdampfe vermischen kann.

Durch die oberen Löcher des Rohres g tritt ein Teil des mit Luft vermischten Petroleumdampfes aus, um nach der Entzündung die zum Heizen des Vergasers nötige kleine Flamme abzugeben. Oberhalb setzt sich das Rohr g in dem engeren Rohre h fort, durch welches das übrige Petroleumgas in den Brenner eintritt, wobei dasselbe noch mit der durch die Löcher k eintretenden Luft vermischt wird. Außerdem wird der innerhalb des auf dem Brenner sitzenden Glühstrumpfes brennenden schwachleuchtenden Heizflamme noch Luft durch die Kanäle l zugeführt.

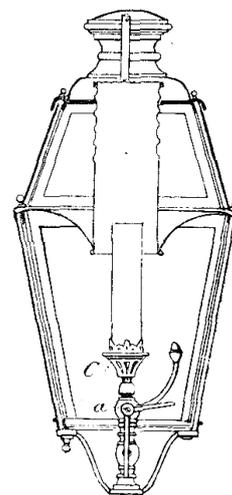
Unzweifelhaft ist das heutige Gasglühlicht seiner vorzüglichen Eigenschaften wegen zur Beleuchtung von Innenräumen sehr gut geeignet. Das Licht ist ruhig und mild und ganz ähnlich dem Licht der elektrischen Glühlampe, zumal wenn der anfangs sehr grünliche ungewohnte Farbenton des Auerlichtes mehr in einen gelbrötlichen Farbenton umgewandelt ist, was durch die geeignete Mischung der Edelerden erreichbar zu sein scheint, wenigstens zeigen gewisse Fabrikate des Glühstrumpfes dieses gefälligere Licht. Übrigens ist gerade das grünliche Licht, welches ja auch die Leuchttiere zeigen, eigentlich das dem Auge wohlthätigste und zugleich für das Sehorgan wirksamste Licht. An Leuchtkraft wetteifert das Gasglühlicht mit der elektrischen Glühlampe; gleich dieser entwickelt es auch nur sehr geringe Wärme, und was die für den Atemungsprozeß schädlichen Verbrennungsprodukte anbelangt, so ist deren Menge im Verhältnis zur erzeugten Lichtmenge bedeutend geringer als bei andern Flammenlichtern. Durch die Anwendung der besonderen Glühsubstanzen werden beim Flammenglühlicht die Wärmestrahlen in einem viel höheren Prozentsatze in Lichtstrahlen umgesetzt, als dies beim gewöhnlichen Gas- und Petroleumlichte der Fall ist. Ferner ist aber auch beim Gasglühlicht infolge dieser stärkeren Licht-



663. Petroleum-Gasglühlampe.



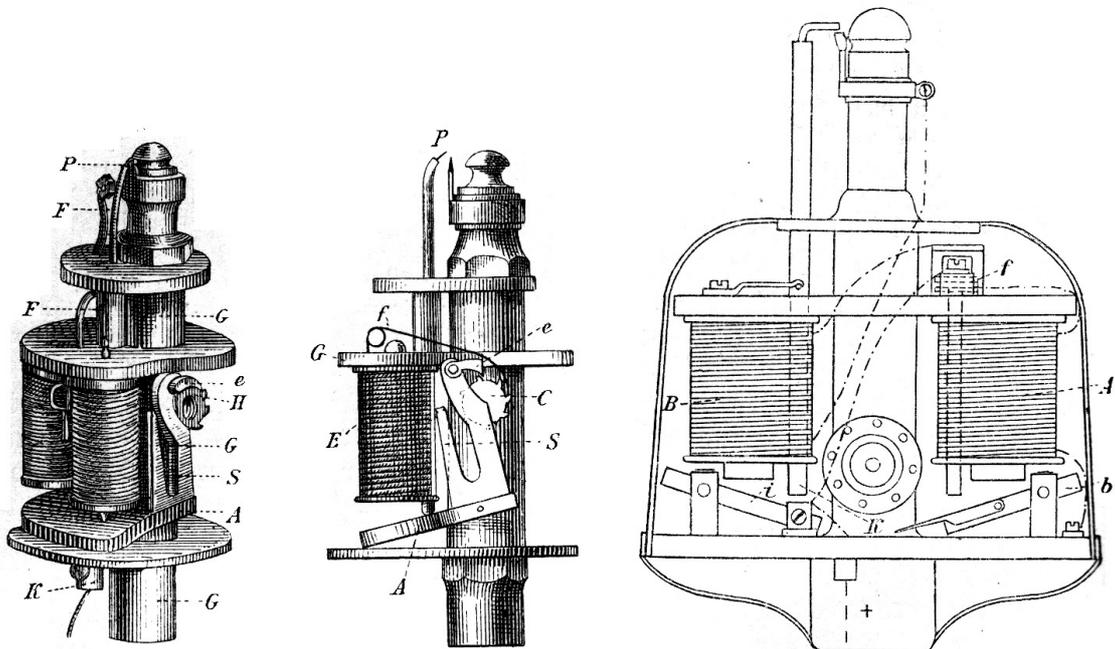
664. Spiritusglühlampe der A.-G. vorm. C. F. Stobwasser in Berlin.



665. Laterne mit Gasglühlicht.

entwicklung der verhältnismäßig zur Lichtstärke erforderliche Gasverbrauch bedeutend geringer als bei dem gewöhnlichen Gaslichte, und der elektrischen Glühlampe gegenüber stellt sich das Gasglühlicht bedeutend billiger.

Besonders diese letztere gute Eigenschaft des Gasglühlichtes hat dazu geführt, daß man dieses Licht auch zur Straßenbeleuchtung nutzbar zu machen gesucht hat, was insofern mit einiger Schwierigkeit verknüpft ist, als der Glühkörper eine sorgsame Behandlung erfordert und keine Erschütterungen, sowie keinen Luftzug verträgt. Es ist jedoch bereits gelungen, Laternen herzustellen, welche die Benutzung des Gasglühlichtes auch für Außenbeleuchtung ermöglichen. In Abb. 665 ist eine derartige Laterne dargestellt, bei welcher die Einwirkung des Luftzuges auf den Glühkörper vermieden und ein bequemes Anzünden gestattet ist. Diese Laterne ist nämlich mit einem Windfänger und einer zweckmäßigen Zündvorrichtung versehen. Der Windfänger, der zugleich als Vorwärmer für die Verbrennungsluft dient, besteht aus einem oberhalb angebrachten siebartig eingerichteten Metallcylinder, welcher in der Mitte des Reflektors aufsteht und den Glühkörper oberhalb umschließt. Der Anzünder ist so angebracht, daß sein Hahn a sich öffnet, wenn er nach dem Brenner c hinbewegt wird, wobei die Zündflamme mittels einer Zündstange angesteckt wird.



666—668. Elektrischer Gaszünder.

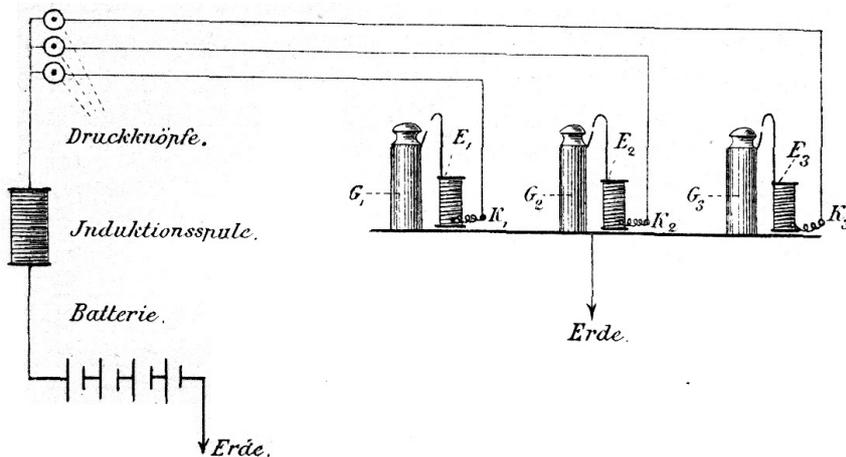
Bei der Straßenbeleuchtung, sowie überhaupt in jedem Falle, wo viele Gasflammen möglichst gleichzeitig, oder, wie besonders in Theatern, wo vor Einführung des elektrischen Lichtes die Gasbeleuchtung benutzt wurde, eine größere Anzahl von Gasflammen auf einmal, in bequemster Weise zum Leuchten gebracht werden sollten, sind gewisse Zündvorrichtungen in Gebrauch gekommen.

Als eine der ersten Vorrichtungen dieser Art ist der von dem Göttinger Astronomen Professor Linkerhues schon vor etwa dreißig Jahren erfundene sogenannte hydrostatische galvanische Gaszünder zu erwähnen, obgleich derselbe nur noch historische Bedeutung hat. Der Verschluss der Gasbrenner wurde hierbei auf hydrostatischem Wege bewirkt, indem das Zuführungsrohr unter einer in Wasser eingetauchten Glocke ausmündete. Das Gas kann aus dieser Glocke nur entweichen, wenn sein Druck größer ist, als der Druck, welchen die äußere Wassersäule auf die im Innern der Glocke befindliche Gasmenge ausübt. Bei Tage, wo die Flammen nicht brennen sollen, ist der vom Gasbehälter der Anstalt ausgehende Druck so gering, daß kein Gas durch den hydrostatischen Verschluss der Glocke entweichen kann. Dagegen wird bei einbrechender Dunkelheit der Druck von der Anstalt aus derartig verstärkt, daß der hydrostatische Verschluss geöffnet wird und folglich Gas aus dem Brenner strömen kann. Zugleich wird dabei der Stromkreis eines galvanischen Elementes geschlossen und ein über dem Brenner ausgepannter Platindrath zum Glühen gebracht, so daß das ausströmende Gas sich entzündet. Der Apparat ist ziemlich kompliziert und insofern unpraktisch, als der hydraulische Verschluss im Winter leicht einfriert. Der Apparat hat auch keine praktische Anwendung gefunden. Seit jener Zeit sind aber viele verschiedene Gaszünder in Vorschlag gebracht worden.

Abb. 666—669 stellen einen der neueren elektrischen Gasfernzünder dar, welcher von der „Patent Actie bolaget Hermes“ in Stockholm vertrieben wird und von der deutschen „Gasfernzünder-Gesellschaft“ in Berlin in Deutschland eingeführt worden ist. Dieser Apparat soll bewirken,

daß die Entzündung der Gaslaternen in großer Zahl und im weiten Umkreis stattfinden kann, auch soll dabei jeder Gasverlust vermieden werden. Dieser Apparat soll gute Dienste thun und wird zu einem mäßigen Preise geliefert. Das Prinzip desselben besteht darin, daß durch einen elektrischen Stromschluß der Bierweghahn geöffnet wird und daß zugleich ein elektrischer Funke die Zündung des ausströmenden Gases bewirkt. Durch einen zweiten Stromschluß wird der Hahn wieder zugekehrt, so daß die Flamme erlischt, wenn man die Beleuchtung unterbrechen will. Abb. 666 zeigt die ältere Einrichtung des Zünders, wobei zum Öffnen und Schließen des Hahnes eine einzige Kontaktvorrichtung dient. Aus der Abbildung ersieht man, daß ein Elektromagnet E den Anker A beeinflusst; beim Anziehen des Ankers wirkt ein Versperre S durch die Klinke e auf das Antriebsrad H des Gasahnes. G ist das Gasrohr. Durch das Anziehen des Ankers wird gleichzeitig der Kontakt bei F gebildet, so daß bei P der Funke überspringt. Bei dem zweiten Stromschluß wird der Anker A wieder angezogen und damit der Gasahhn abgesperrt. Die Sperrvorrichtung wird durch Biegen des Armes S geregelt. Um das Zurückdrehen des Hahnschlüssels beim Zurückgehen der Sperrklinke e zu verhüten, ist oberhalb derselben eine Feder f angebracht, welche in Abb. 667 sichtbar ist; dieselbe ist an der Scheibe G befestigt und greift mit ihrem freien Ende in das Zahnrad dicht vor der Sperrklinke ein. Wenn die Sperrklinke vorwärtsgedreht wird, so hebt sie die Feder, geht sie aber zurück, so greift die Feder in das Zahnrad ein und hemmt dessen Drehung. — Bei Auerlichtbrennern wird durch den elektrischen Funken zunächst eine kleine Zündflamme angesteckt, welche dann die Leuchtflamme des Bunsenbrenners entzündet.

Neben diesen einfachen Apparaten werden auch Gasfernzündler mit Doppkontakten hergestellt, bei denen ein Kontakt die Öffnung, ein



669. Elektrischer Gaszündler.



670. Dukes automatischer Gaszündler.

zweiter Kontakt die Schließung des Gasrohres bewirkt. Zu dem Zweck ist der Apparat mit zwei Elektromagneten A und B versehen, wie Abb. 668 zeigt. Der erste Kontakt führt den Strom in den Elektromagneten B, welcher den Anker i anzieht und in der angegebenen Weise den Gasahhn öffnet, sowie die Zündung herbeiführt. Der zweite Kontakt führt den Strom zum Elektromagneten A, der den Anker b anzieht und dadurch den Gasahhn schließt. Die Stromverbindung ist durch punktierte Linien angedeutet.

Das Leitungsschema (Abb. 669) zeigt die Anordnung der ganzen Einrichtung. Der eine Pol einer galvanischen Batterie ist mit der Erde verbunden und steht hierdurch mit dem Gasrohr, sowie mit den Gaslampen in leitender Verbindung. Der andre Batteriepol führt nach einer Induktionsspule und verzweigt sich von dort nach der Kontaktklemme K_1 , K_2 u. s. w., der Elektromagnet E_1 , E_2 u. s. w. nach den Brennern G_1 , G_2 u. s. w. In diese Zweigleitungen werden die Kontakt-druckknöpfe eingeschaltet. Auf Grund praktischer Versuche ist für verschiedene Leitungslängen die folgende Anzahl von galvanischen Elementen erforderlich:

Bei	30 m Leitungslänge	4 Elemente.
"	30—90 " " "	5 "
"	90—140 " " "	6 "
"	140—190 " " "	7 "
"	190—240 " " "	8 "

Der Widerstand des Elektromagnetsystems beträgt etwa 2,8 Ohm. Mittels eines Kurbelschalters kann man eine größere Zahl von Gasflammen gleichzeitig reihenweise oder einzeln nach Belieben bis auf große Entfernung ein- und ausschalten.

Durch elektrische Zündvorrichtungen wird gewissermaßen ein fremdes Element in die Gasbeleuchtungsanlage gebracht, und es läßt sich nicht verkennen, daß die Anwendung der Elektrizität für diesen Zweck mit Unbequemlichkeiten verbunden ist, indem elektrische Batterien zu beaufsichtigen sind, die nicht immer zuverlässig wirken; auch die elektrischen Kontakte sind subtile Vorrichtungen,

die leicht versagen. Um diese Übelstände zu umgehen, ist von der altrenommierten Firma S. Elster, Berlin neuerdings der auf einem andern Prinzip beruhende Dufesche Gasanzünder in den Handel gebracht worden, der in Abb. 670 im Auf- und Grundriß abgebildet ist. Der Dufesche Selbstzünder beruht auf der bekannten Eigenschaft des Platinschwammes, Gase begierig anzufaugen und sich dabei bis zum Glühen zu erhitzen. Zu dem Zweck ist bei diesem Zünder Platinschwamm in einer Messinghülse neben dem Brenner angebracht, wobei aus dieser Hülse ein Bündel dünner Platindrähte herausgeht, das über den Brennerkopf derartig gelegt ist, wie die Abbildung zeigt. Sobald der Gasahn geöffnet wird, kommt der Platinschwamm nebst diesen Drähten zum Glühen und die Flamme wird nach 6—8 Sekunden entzündet. Man kann also durch Aufdrehen eines Haupthahnes eine große Anzahl von Gasflammen, die mit diesem Zünder ausgestattet sind, in kürzester Zeit entzünden, was unter Umständen sehr erwünscht ist. Der Apparat ist einfach und soll lange betriebsfähig bleiben.

Die giftigen Eigenschaften des Leuchtgases erheischen Vorsichtsmaßregeln. Was die mit Einführung der Gasbeleuchtung in Zimmern drohende Möglichkeit der unbeachteten Gasentweichung und der Vermischung des Gases mit der Luft anbelangt, so ist zu beachten, daß sich diese Vermischung schon bei sehr geringen Mengen des Leuchtgases durch einen diesem Gase eigentümlichen Geruch bemerkbar macht. Nach einer vom Kreisphysikus und Sanitätsrat Dr. Jakobs in Köln auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen 1875 herausgegebenen Broschüre: „Über die Vergiftung durch Leuchtgas“ sollen 3% Beimischung dieses Gases zur Luft beim Einatmen mit Erstickung drohen; es ist aber mit Bezug hierauf durchschnittlich anzunehmen, daß 1—2 Volumenteile Leuchtgas in 10000 Volumenteilen Luft, das ist 0,01—0,02%, selbst von weniger fein organisierten Personen noch deutlich durch den Geruch wahrgenommen werden können, während eine empfindliche Nase sogar noch bis 0,003% Leuchtgasgehalt der Luft zu riechen vermag. Was nun den Geruch des Leuchtgases anbelangt, so sind dessen Bestandteile Wasserstoff, Sumpfgas und Kohlenoxyd, welche zusammen etwa 90% des Gases ausmachen, völlig geruchlos. Das Leuchtgas enthält aber außerdem noch schwere Kohlenwasserstoffe, insbesondere stark riechendes Acetylen, obschon in sehr geringen Mengen, und ferner auch noch stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen, wie Schwefelcyan, Schwefelwasserstoff u. s. w., die ebenfalls stark riechen. Als untere Grenze, an welcher überhaupt eine schädliche Einwirkung der mit Leuchtgas vermischten Luft noch nicht zu befürchten ist, wird von Geuber im „Archiv für Hygiene“ (1883, Bd. I, S. 185) 0,5—1% Leuchtgas angenommen. Erstickend oder vielmehr vergiftend, weil blutzersezend, wirkt im Leuchtgase hauptsächlich das Kohlenoxyd, von welchem eine Beimischung von 0,05% in der Atemluft schon gefährlich werden kann. Nach Dr. Fischer (in der „Zeitschrift für öffentliche Gesundheitspflege“, 1883) ist die Verunreinigung der Luft durch Kohlenoxyd bei Gasflammen, die in Glaszylindern brennen, nicht mehr zu befürchten, weil hier dieses schädliche Halbverbrennungsprodukt nicht mehr entstehen kann, indem aller Kohlenstoff zu Kohlenäure verbrannt wird. Bei freien Gasflammen dagegen entweicht Kohlenoxyd in die Luft. Jedenfalls ist in Räumen, wo viel gewöhnliche Gasflammen brennen, für ausreichenden Luftwechsel zu sorgen, wozu die von den Gasflammen erzeugte Wärme als Zugmittel zu benutzen ist. Quersche Glühlichtbrenner sind in dieser Beziehung bedeutend besser, indem dieselben bei gleich starker Beleuchtung im Vergleich mit gewöhnlichem Gaslicht etwa nur ein Fünftel der Kohlenäure erzeugen, welche die gewöhnlichen offenen Gasflammen liefern. Noch besser ist vom hygienischen Standpunkte die Beleuchtung mit elektrischen Glühlampen, weil diese überhaupt keine Verbrennungsgase in die Luft senden.

Was die Wärmeerzeugung bei Gasbeleuchtung und elektrischer Beleuchtung anbelangt, so liegen darüber Versuchsergebnisse von Dr. Fischer und von Peukert vor. Wir entnehmen bezüglich derselben dem „Journal für Gasbeleuchtung u. s. w.“ von 1885 die folgenden Angaben. Bei einer Lichtstärke von zehn Normalkerzen wurden stündlich die folgenden Wärmemengen entwickelt:

bei elektrischem Bogenlicht	57	Wärmeeinheiten
bei elektrischem Glühlicht durchschnittlich	400	„
bei Siemensscher Regenerativlampe	1500	„
bei Argandgasbrenner	4800	„
bei Zweilochbrenner	12150	„

Bezüglich des Gasverbrauches verschiedener Gasbrenner wurden eine große Reihe interessanter und lehrreicher vergleichender Untersuchungen von der „Russisch-technischen Gesellschaft“ in Petersburg gelegentlich der von dieser Korporation daselbst im Jahre 1888 veranstalteten Ausstellung von Beleuchtungsgegenständen durch eine zu dem Zweck eingesetzte Prüfungskommission veranlaßt. *) Diese Untersuchungen fanden unter der Leitung des Herrn S. Lamensky unter Mitwirkung der Herren E. Komaronsky und J. Scholkowinkow statt und es wurden dabei Schnittbrenner und Argandbrenner, invertierte Regenerativ-Gasbrenner und Gasglühbrenner berücksichtigt. Die Untersuchungen wurden in der Weise ausgeführt, daß die Lichtstärke der Brenner bei verschiedenem Gasverbrauch bestimmt wurde, um die günstigsten Bedingungen in der Wirkungsweise der Brenner festzustellen. Die Bestimmungen fanden mittels eines geeigneten Gasmessers statt, welcher den wirklichen Gasverbrauch in Litern anzeigte. Bei den kleineren Brennern wurde der Gasverbrauch während 5 Minuten, bei den größeren während 15 Minuten beobachtet. Zur Bestimmung der Lichtstärke wurde ein Bunsenphotometer benutzt, von welchem bei der Besprechung der Lichtmessung im zweiten Bande ausführlicher berichtet wird. Als Normallicht diente ein Argandbrenner von Elster, dessen Lichtstärke jedesmal vor dem Versuch mit einer englischen Normalkerze bei 45 mm Flammenhöhe verglichen wurde. Die Lichtstärke des Argandbrenners schwankte bei einem stündlichen Gasverbrauch von 150 l zwischen 14,5 und 14,45 Normalkerzen. Das spezifische Gewicht des Leuchtgases schwankte zwischen 0,34 und 0,45 bei 15° C. Zur Bestimmung der Lichtstärke der invertierten Regenerativbrenner diente ein Winkelphotometer von Elster und als Vergleichsflamme ein Argandbrenner mit verstellbarer Luftzuführung. Alle untersuchten Schnittbrenner waren sogenannte Hohlkopfbrenner, wie solche auf S. 608 abgebildet sind. Der Gasverbrauch derselben betrug durchschnittlich 12,6—15,7 l stündlich für eine Normalkerze Lichtstärke. Bezüglich des Gasverbrauches der Argandbrenner sind durchschnittlich 9—15 l stündlich für die Normalkerze Lichtstärke zu rechnen. Die größte Gasersparnis ergaben die invertierten Regenerativbrenner von Siemens und der Brenner von Rotfänger mit Lichtvorwärmung. Von Glühlichtbrennern wurden neben dem von Auer-Welsbach in Wien noch die von Salou und Lowes in London untersucht. Diese damals noch sehr unvollkommenen Glühlichtbrenner ergaben im Vergleich zum Argandbrenner keine Ersparnis und zeigten sich, nach dem Urteil der Beobachter, als viel zu umständlich, als daß eine bedeutende Konkurrenz derselben mit den elektrischen Glühlampen zu erwarten sei. Hierbei ist zu bedenken, daß damals die elektrischen Glühlampen auch noch nicht auf dem Gipfel der Vollkommenheit angelangt waren. Wie sehr sich übrigens selbst die tüchtigsten Fachleute in der Beurteilung der Zukunft einer Erfindung täuschen können, geht daraus hervor, daß der große Elektriker Werner Siemens die Edison'sche Glühlampe bei ihrem Auftauchen in einem öffentlichen Vortrage für einen amerikanischen Humbug erklärte und derselben jeden praktischen Wert absprach. Später baute dann Siemens selbst eine große Glühlampenfabrik. — Die invertierten Gasbrenner wurden bei den erwähnten Versuchen sämtlich auf ihre Lichtstärke unter vier verschiedenen Beleuchtungswinkeln, nämlich unter 30, 45, 60 und 75° gegen die Vertikale untersucht. Die stärkeren dieser Regenerativbrenner ergaben, wie vorauszusehen war, eine bedeutend größere Gasersparnis für die Stundenkerze als die kleineren, nur der bereits auf S. 605 beschriebene Siemens'sche Horizontalflachbrenner machte davon eine Ausnahme, indem derselbe schon bei einem stündlichen Gasverbrauch von 183,3 l die bedeutende Lichtstärke von 40,1 Normalkerzen entwickelte, so daß auf die Lichteinheit der stündliche Gasverbrauch von 4,6 l zu rechnen ist, welche Ökonomie bei den andern invertierten Brennern nur erst bei bedeutend höherem Gasverbrauch erreicht wurde.

Zieht man bei der Vergleichung der verschiedenen Brennertypen den geringsten Gasverbrauch für die Kerzenstunde in Betracht und zwar bei Schnittbrennern 12,6 l, bei Argandbrennern 9 l und bei Regenerativbrennern 4,2 l, was einer Vergleichung der

*) „Journal für Gasbeleuchtung“ 1888.

verschiedenen Brennertypen unter den günstigsten Bedingungen bezüglich des Gasverbrauches entspricht, so verhalten sich dieselben:

Schnittbrenner: Argandbrenner: Regenerativbrenner:
wie 3 : 2 : 1,1

das heißt, die Ersparnis an Gas für gleiche Lichtabgabe ist bei der Beleuchtung mit Regenerativbrennern etwa dreimal größer als bei Schnittbrennern und etwa zweimal größer als bei Argandbrennern; diese Ergebnisse sind durch die weitere Verbesserung der Regenerativbrenner aber zu deren gunsten sogar noch übertroffen worden. Was die Glühlichtbrenner anbelangt, so haben dieselben bezüglich des Kostenpunktes der Lichterzeugung die elektrische Glühlampe mindestens um das Dreifache übertroffen.

Das elektrische Licht.

Obgleich das elektrische Licht unter den hauptsächlichlichen Mitteln für künstliche Lichterzeugung, das Gasglühlicht ausgenommen, das jüngste ist, so hat es sich doch, und zwar in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit, zur relativ höchsten Vollkommenheit im Beleuchtungswesen entwickelt. Den Elektrotechnikern ist es überhaupt zu verdanken, daß auch auf den übrigen Gebieten des Beleuchtungswesens frisches Leben erwachte und ungeahnte Fortschritte in rascher Aufeinanderfolge errungen worden sind. Noch im Jahre 1872 wußte der berühmte Technolog Karl Rarmarsch in Hannover in seiner Geschichte der Technologie am Ende des Abschnittes über „Erleuchtung“ nach einer längeren Beschreibung des Drummondschen Kalklichtes nur folgendes über das elektrische Licht zu sagen: „Schließlich ist des elektrischen Lichtes zu gedenken, welches Humphry Davy im Jahre 1822 entdeckte, und das man in neuerer Zeit auch beim Photographieren zur Nachtzeit oder in finsternen Räumen, zur Erhellung von Baupläzen bei Nachtarbeit u. s. w. anwendet. Eine sich selbst regulierende, zur stetig gleichbleibenden Entwicklung des elektrischen Lichtes bestimmte Vorrichtung ist von Foucault in Paris 1849 angegeben und von Duboja verbessert worden.“ — Und an einer andern Stelle bei einem allgemeinen Rückblick auf die Entwicklung der Physik heißt es in demselben Werke: „Sind an den Enden der von beiden Polen einer kräftigen Batterie hergeführten Leitungsdrähte zugespitzte Kohlenstücke befestigt, so erzeugen diese bei der Annäherung zu einander einen Lichtschein von alleräußerster Intensität; von diesem elektrischen Lichte macht man Gebrauch auf Theatern und statt des Kalklichtes bei dem Hydroxygen-Mikroskop, auch ist die Beleuchtung öffentlicher Plätze oder ganzer Stadtteile damit mehrfach versucht worden (z. B. in Petersburg 1849 von Jacobi, in London 1853), wiewohl bei der praktischen Anwendung mancherlei Hindernisse im Wege stehen.“ Das ist alles, was Deutschlands größter Kenner der Technik vor 23 Jahren vom elektrischen Lichte in einer sonst sehr ausführlichen Geschichte der Technologie zu sagen wußte! —

Wir wollen hier nicht das wunderbar rasche Emporblühen der Elektrotechnik und deren großartige Erfolge zu schildern versuchen, zumal dieser Gegenstand im dritten Bande eine ausführliche Behandlung erfahren wird, sondern einfach sachlich berichten, soweit dies für unsern Zweck dienlich ist.

Es gibt bekanntlich zweierlei Arten elektrischen Lichtes, die man gewöhnlich kurzweg als das Bogen- und das Glühlicht bezeichnet. Beide Lichterscheinungen beruhen im Grunde auf der Eigenschaft des elektrischen Stromes: in den von ihm durchflossenen Leitern Wärme zu erzeugen und zwar am meisten dort, wo er den größten Widerstand zu überwinden findet. Ihr Effekt ist aber ein sehr verschiedener. Das Bogenlicht wurde von Davy 1813 zuerst beobachtet, als er den Strom einer Voltaschen Säule von 2000 Plattenpaaren durch zwei einander berührende Kohlenspitzen leitete und dann die Kohlen allmählich voneinander entfernte. Zwischen den beiden Kohlen entstand in Gestalt eines ununterbrochenen Funkenstromes ein glänzender Lichtbogen. Die genauere Untersuchung dieses Davyschen Lichtbogens hat dann ergeben, daß er aus Kohlentheilchen besteht, die durch die Gewalt des elektrischen Stromes zur Weißglut gebracht und von der positiven zur negativen Kohlenspitze übergeführt werden. Am Ende der positiven Kohle bildet sich

infolgedessen allmählich eine kraterförmige Aushöhlung, während die negative ihre zugespitzte Form beibehält. Zugleich verbrennen beide Kohlenpole durch den Sauerstoff der Luft, und zwar wiederum der positive etwa doppelt so rasch als der negative. Das elektrische Glühlicht dagegen entsteht, indem man in einen Stromkreis einen Leiter einschaltet, der bedeutenden Widerstand bietet, z. B. einen recht dünnen Metalldraht oder einen Kohlenfaden. Indem der Strom diesen Widerstand überwindet, erhitzt er den Leiter bis zum Glühen. Die so bewirkte Lichterscheinung hat nun freilich zunächst ein rasches Ende. Ein Eisendraht schmilzt ab, ein Kohlendraht verbrennt an offener Luft. Nun kam aber Jobard in Brüssel 1838 auf den Gedanken, den durch den Strom bewirkten Glühzustand längere Zeit dauernd zu erhalten und für Beleuchtungszwecke auszunutzen, indem man den Glühkörper in einem luftleer gemachten Glasballon von dem Sauerstoff der Atmosphäre abschliesse und dadurch die Verbrennung verhindere. Damit war das elektrische Glühlicht erfunden.

Nach diesen beiden Arten des Lichtes unterscheiden sich auch die elektrischen Lampen naturgemäß in Bogenlampen und Glühlampen. Es ist hier nicht unsere Aufgabe, die sehr zahlreichen Arten dieser Lampen zu beschreiben, nur die Hauptgesichtspunkte in deren Konstruktionen und Wirkungsweise sind hier zu berücksichtigen.

Die Bogenlampe hat nach dem Gesagten als der älteste elektrische Beleuchtungsapparat zu gelten, und in ihrer Wirkung kommt auch die Überlegenheit des elektrischen Lichtes gegenüber andern Beleuchtungsarten zur Geltung. Indessen hat doch die elektrische Beleuchtung erst mit der Anwendung der Glühlampe ihren gewaltigen Aufschwung genommen. Das Licht der Bogenlampe ist ein zu grelles, so daß dieselbe für viele Beleuchtungszwecke nicht besonders geeignet erscheint; sie konzentriert zu viel Licht an einer Stelle, und in ihrer Wirkungsweise kommt der Wahrspruch zur Geltung: Wo viel Licht ist, da ist auch viel Schatten. Gerade die grelle Abwechslung zwischen hellstem Licht und tiefstem Schatten macht das elektrische Bogenlicht, insofern nicht besondere Maßregeln zur möglichst gleichmäßigen Lichtverteilung getroffen werden, oft unangenehm; ferner ist der oft bleiche und in das Bläuliche spielende, mondscheinartige Lichtglanz des elektrischen Bogenlichtes nicht immer zu einer entsprechenden Beleuchtung geeignet; jedoch ist es neuerdings durch geschickte Konstruktion der elektrischen Lichtmaschinen, wie sie insbesondere die Aktiengesellschaft Helios baut, gelungen, diesem Lichte einen weichereren, ins rötliche schimmernden Farbenton zu geben. Immerhin ist aber dem Bogenlichte im allgemeinen nachzurühmen, daß es die Farben der beleuchteten Gegenstände gut zur Geltung kommen läßt, nur für die Beleuchtung von Gemäldegalerien hat man einer Mischung von Bogenlicht und Glühlicht den Vorzug gegeben, weil dadurch eine mehr dem Tageslicht entsprechende Beleuchtung zu erhalten ist. Unzweifelhaft ist ein etwas rötliches, im warmen Farbentone leuchtendes Licht, wie es die elektrische Glühlampe gibt, angenehmer als das kalte Licht der Bogenlampe oder das in dieser Beziehung dem elektrischen Bogenlicht sehr nahe stehende Auer'sche Gasglühlicht. Wenn man aber bedenkt, daß bei Aufwendung derselben Kraftleistung zur Lichtentwicklung die erzeugte Lichtmenge bei rotem Licht gleich 1, bei gelbem Licht gleich 28000 und bei grünem Licht, wie es ja auch auf eigentümliche Weise die leuchtenden Insekten und andre Leuchtthiere und Leuchtpflanzen entwickeln, gleich 100000, für violett Licht aber gleich 1600 ist, so ist wohl ohne weiteres klar, daß es vom wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Standpunkte sehr gerechtfertigt erscheint, womöglich grünlisches Licht, wie es das Auer'sche Gasglühlicht gibt, anstatt des rötlichen Lichts der elektrischen Glühlampen oder das oft in das Bläulichviolette spielende Licht der elektrischen Bogenlampen zu entwickeln. Die elektrische Bogenlampe ist jedoch für viele Zwecke unentbehrlich geworden, wo es auf Lichtfülle ankommt, denn sie entwickelt in der That diese Lichtfülle in einer auf andern Wege unerreichbaren ökonomischen Weise.

Die Bedingungen, welche eine gute Bogenlampe zu erfüllen hat, sind sehr vielfältig. Hauptsächlich kommt es dabei aber auf die genaue Wirkungsweise des Mechanismus an, der die fortwährende Einstellung der Kohlen auf eine gewisse Entfernung voneinander zu besorgen hat. Denn da die Kohlen durch die Verbrennung aufgezehrt werden, so würde, wenn sie unverrückt blieben, allmählich der Abstand der Spitzen ein zu großer

werden und der Strom nicht mehr imstande sein, den Flammenbogen zu bilden, mithin das Licht erlöschen. Der Lichtbogen muß also stets eine gewisse Länge von etwa 2—3 mm beibehalten, ohne daß plötzliche Schwankungen oder eine merkliche Unruhe des Lichtes und zischendes Geräusch entstehen. Auch das Entstehen des Lichtbogens beim Anlassen der Lampe soll möglichst geräuschlos und rasch vor sich gehen. Ferner soll die Einrichtung der Lampe möglichst einfach und dauerhaft sein, so daß sich dieselbe ohne Nachhilfe und Reparaturen lange Zeit hindurch im Betrieb erhält. Auch gegen äußere Einflüsse, besonders wenn die Lampe in freier Luft aufgehängt ist, soll dieselbe möglichst unempfindlich sein. Endlich wird aber auch noch verlangt, daß die Lampe in ihrem Mechanismus sich nicht sehr hoch aufbaut, eine lange Brenndauer hat und sich im Preise billig stellt. Ein langer Weg war zurückzulegen, bis man eine Lampenkonstruktion erfand, die diesen Bedingungen genügte. Bei den ältesten Lampen mußte man gar die Kohlen mit der Hand stellen. Brauchbare Kohlenlichtregulatoren gaben zuerst Foucault-Dubosq, Serrin und Hefner-Alteneck (Siemens) an; der des letzteren zeichnete sich durch einfachere Konstruktion und besondere Genauigkeit der Regulierung aus. Aber bei allen diesen Konstruktionen war die Einschaltung mehrerer in einen Stromkreis ausgeschlossen, da jede einzelne Lampe Veränderungen in den Widerstandsverhältnissen hervorruft, welche die selbstthätige Regulierung der übrigen Lampen verhindert; sie konnten daher nur als Einzellichter verwendet werden. Erst die von Hefner-Alteneck 1879 eingeführte mustergültige Differentiallampe ließ eine Teilung des elektrischen Lichtes und damit eine ausgedehnte Verwendung zu; ihre Konstruktion wird im dritten Bande näher beschrieben. Verbreiteter noch als die hauptsächlich für Reihenschaltung berechnete Differentiallampe ist die für Parallelschaltung berechnete Nebenschlußlampe, die in vielen verschiedenen brauchbaren Konstruktionen benutzt wird. Bei dieser für Gleichstrombetrieb dienenden Lampe wird der Nachschub der Kohlen durch das Gewicht des oberen Kohlenhalters bewirkt, indem dieser mittels Schnur, Kette oder Band ein Räderwerk in periodische Bewegung setzt, welches den Lichtbogen genau regelt. Dieses Räderwerk ist mit dem schwingenden Anker des Nebenschlußmagnets verbunden, so daß es durch diesen Magnet in seiner Lage beeinflusst wird, wobei der Magnet zur Wirkung kommt, sobald der Lichtbogen infolge eines sich erweiternden Abstandes der Kohlenstäben den Widerstand über eine gewisse Grenze erhöht.

Bezüglich der Betriebsweise der Bogenlampen ist zu bemerken, daß man in Deutschland von der ursprünglich benutzten Hintereinanderschaltung einer größeren Anzahl von Lampen bei Anwendung einer entsprechend hohen Spannung zu der für Glühlampen erforderlichen Spannung von 100—110 Volt übergegangen ist, wobei in den Stromkreis der parallel geschalteten Glühlampen nach Erfordernis die Bogenlampen paarweise in Parallelschaltung eingefügt werden. Diese Schaltungsweise der Bogenlampen wurde deshalb notwendig, weil die städtischen Zentralanlagen in der Hauptsache für Glühlampenebetrieb einzurichten waren und die Bogenlampen, insofern sie nicht zur Straßenbeleuchtung dienten, sich auf viele einzelne voneinander unabhängige Abnehmer verteilten. Wenn es sich aber darum handelt, sehr ausgedehnte Bezirke oder lange Strecken mit Bogenlampen zu versehen, wobei Glühlicht entweder ganz ausgeschlossen ist, oder doch nur in sehr beschränktem Gebiete vorkommt, so ist es vom ökonomischen Standpunkte ratsam, die Lampen mit entsprechend höherer Spannung in Hintereinanderschaltung zu betreiben, wobei die Glühlampen durch eine besondere Anlage zu versorgen sind.

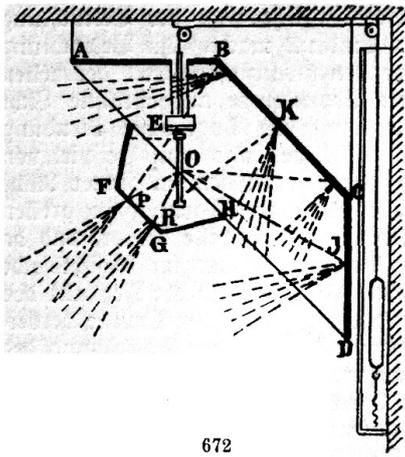
Für die Beleuchtung von Innenräumen ist die Zerstreuung des Lichtes von großer Wichtigkeit, wie durch neuere Untersuchungen nachgewiesen worden ist. Sehr eingehende Studien sind in dieser Beziehung von dem englischen Elektrotechniker Sumpner angestellt worden. Derselbe hat durch zahlreiche Versuche den Nachweis geliefert, daß die Beleuchtung eines Raumes im hohen Grade durch das von den bestrahlten darin befindlichen Flächen, insbesondere von der Decke und von den Wänden verstärkt werden kann. In vielen Fällen soll sogar bei der künstlichen Beleuchtung das von solchen Flächen zurückgeworfene und dadurch zerstreute Licht eine bedeutend größere Helligkeit verbreitet haben, als das direkt von den Lichtquellen auf eine Fläche gestrahlte Licht. Das Tageslicht, welches bei heiterem Himmel die größte und angenehmste Helligkeit erzielt, besteht in der Hauptsache nur aus zerstreutem Licht, indem die Sonnenstrahlen schon bei dem Durchdringen der scheinbar ganz klaren Atmosphäre vielfach reflektiert werden und somit hauptsächlich diffuses Licht verbreitet wird. Die Zerstreuung des Lichtes ist aber noch in

andrer Weise von ganz besonderer Wichtigkeit, indem dadurch der Charakter der Beleuchtung geändert wird und dieselbe auf das Auge den wohlthueudsten Eindruck macht. Die Beleuchtung unterhalb einer elektrischen Bogenlampe beträgt vielleicht nur den zwanzigsten Teil der hellen Tagesbeleuchtung, aber das Auge wird durch das von einer Bogenlampe ausgestrahlte Licht viel eher ermüdet. Nach angestellten Versuchen scheint es, als könne das Auge ohne Blendung ein sechzigmal stärkeres Licht von einer das Licht zerstreuenen Fläche, also zum Beispiel von einer hell von der Sonne beleuchteten Wolke aufnehmen, im Vergleich zu dem in dichter Nähe von einer elektrischen Bogenlampe ausgestrahlten Lichte. Die blendende Wirkung zu grellen Lichtes auf das Auge ruft eine mehr oder minder große Verengung der Pupille hervor, und da die vom Auge aufgenommene Lichtmenge nicht nur von der Beleuchtung der im Gesichtsfelde befindlichen Körper, sondern auch von der dem Lichte ausgesetzten Flächengröße der Netzhaut des Auges abhängt, so ist klar, daß irgend ein Einfluß, welcher eine Verengung der Pupille herbeiführt, auch eine scheinbare Verminderung der Beleuchtung hervorruft. Bei der Abschätzung des Nutzens, welcher bei einer Bogenlampe durch eine gut lichtzerstreuende Glasglocke herbeigeführt wird, muß daher sowohl die lichtabsorbierende Eigenschaft der Glocke, als auch die durch minder grelle Lichtwirkung bewirkte Vergrößerung der lichtaufnehmenden Fläche der Augennetzhaut in Betracht gezogen werden. Wenn die Glocke zum Beispiel 30 % des Bogenslichtes absorbiert, gleichzeitig aber die lichtaufnehmende Fläche des Auges sich um 40 % vergrößert, so wird die vom Auge aufgenommene Lichtmenge und also auch die scheinbare Helligkeit der Beleuchtung trotz der lichtschwächenden Glasglocke doch bedeutend verstärkt. Diese Wirkung des zerstreuten Lichtes auf das Auge ist sehr beachtenswert, es scheint jedoch, als wenn in dieser Beziehung noch keine ausreichenden Messungen stattgefunden hätten, wahrscheinlich deshalb, weil deren Ausführung ziemlich schwierig ist. Erst wenn derartige Messungen bestimmte Ergebnisse geliefert haben, ist natürlich ein sicheres Urteil in dieser Beziehung möglich, aber der allgemeine Gebrauch von Milchglasglocken und andern Lichtzerstreuungsvorrichtungen hat jedenfalls einen guten Grund, so daß die einfache Thatsache, daß derartige Glocken 30—40 % Licht absorbieren, nicht von solcher Bedeutung ist, wie öfter behauptet wird. Ein Photometer (auf das wir später zu sprechen kommen) mag entscheiden, nur das Auge selbst kann in dieser Angelegenheit ein berechtigtes Urteil fällen.

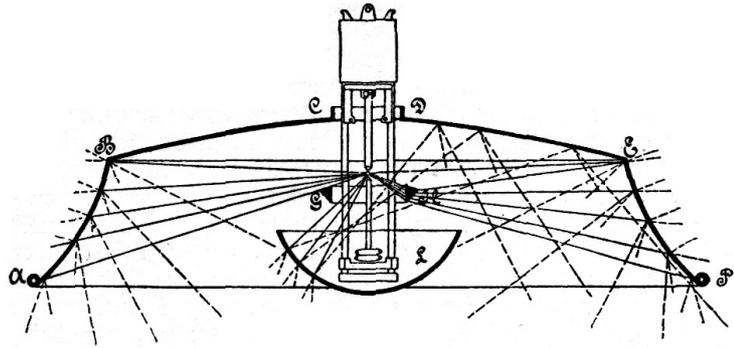
In einem Zimmer, dessen Wände mit Tapeten von mittlerer Reflexionskraft bekleidet sind, ist die Beleuchtung durch die Reflexion der Wände ebenso wichtig, wie die Beleuchtung durch die direkten Strahlen der künstlichen Lichtquellen, und diese Beleuchtung durch zerstreutes Licht nimmt nicht mit der Entfernung der Lichtquellen ab, wie dies bei der direkten Beleuchtung der Fall ist, sondern sie ist im ganzen Raume gleichförmig verteilt; sie wirft keine Schatten und ist so gut zerstreut, wie das Tageslicht.

Um zu einer Abschätzung über die Wirkungsgröße der Zimmerwände bei der Beleuchtung zu gelangen, sei angenommen, daß die Lichtquellen im Zimmer bis zu 100 Kerzenkraft besitzen und daß die mittlere Reflexionskraft der Wände, der Decke u. s. w. 50 % betrage. Das auf die Zimmerflächen fallende Licht wird dann bei der Zurückwerfung in das Zimmer die Beleuchtung um etwa 50 Kerzenkraft erhöhen. Die Strahlen dieses Lichtes fallen aber wiederum auf die Wände und ergeben für die Beleuchtung ungefähr 25 Kerzen und so fort. Die Summierung der Reihe 100, 50, 25, 12,5 u. s. w. ergibt aber 200; hieraus folgt, daß durch die Wirkung der Reflexion infolge der Lichtzerstreuung an Zimmerwänden, Decke u. s. w. die Helligkeit der Beleuchtung eines Zimmers wenigstens nahezu verdoppelt werden kann. Ist die Reflexionskraft der Wände noch größer als 50 %, so wird natürlich auch die Steigerung der Helligkeit im Zimmer entsprechend größer sein. Nach Sumpners Versuchen ergeben hellweiß angestrichene Wände etwa 80 % reflektiertes Licht; gelbe Tapete gibt dagegen nur 40 % und blaue Tapete 25 %; von schwarzem Tuch werden nur 1,2 % und von schwarzem Sammet gar nur 0,4 % des auffallenden Lichtes zurückgestrahlt. Wären Wände und Decke aber z. B. mit Glasspiegeln belegt, welche etwa 90 bis 92 % des auffallenden Lichtes zurückstrahlen, so würde das Verhältnis wie 8:100 sein, so daß also die direkte Beleuchtung von 100 Kerzen durch die Reflexion auf wenigstens 1200 Kerzen in Form von zerstreutem Lichte verstärkt werden würde. Das von einer Lichtquelle zwischen reflektierenden Flächen ausgestrahlte Licht wird so lange reflektiert, bis diese Flächen das Licht ebenso rasch absorbieren, als es ausgestrahlt wird.

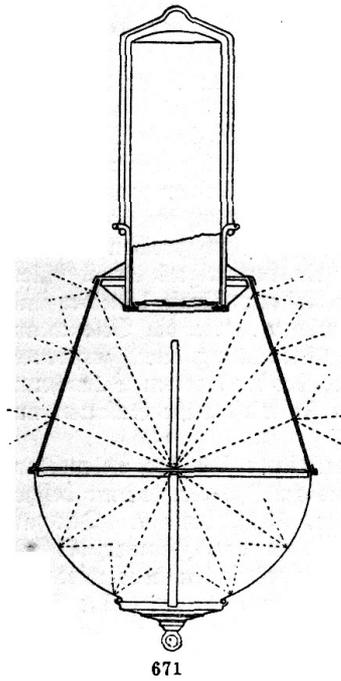
Bei der Beleuchtung von Innenräumen mit elektrischem Bogenlicht lassen sich verschiedene Vorkehrungen treffen, um eine Lichtzerstreuung hervorzubringen und dadurch den grellen Glanz zu mildern, so daß die Beleuchtung dem Tageslicht ähnlich wird. Für kleine Innenräume wird dies von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schudert & Co., Nürnberg, nach einem Vorschlage von Uppenborn dadurch bewirkt, daß in den Bogenlampen unterhalb des Lichtpunktes ein kleiner Konus aus Milchglas angebracht wird, der im durchstrahlenden Bogenlichte als ein glühender Körper erscheint, welcher das Licht in so großer Verteilung ausstrahlt, daß es nicht mehr blendend wirkt. Für größere Räume, insbesondere für Arbeitsäle werden von der genannten Firma die Bogenlampen mit einem kugelförmigen Reflektor gebaut, welcher die nach unten gehenden Strahlen nach oben zurückwirft, wie es in Abb. 671 durch punktierte Linien ersichtlich gemacht ist. Durch eine darüber befindliche Laterne mit Milchglas wird das emporgeworfene Licht gleichmäßig gegen die weiße Decke und die weißen Wände geworfen, welche dasselbe als vollkommen gleichmäßig zerstreutes Licht in den Raum zurücksenden. Das Bogenlicht ist zur Bodenbeleuchtung großer Räume besonders geeignet, weil es bei Gleichstrombetrieb nur etwa 6 % seiner Strahlen nach oben sendet und seine Maximalstärke bei einem Winkel von



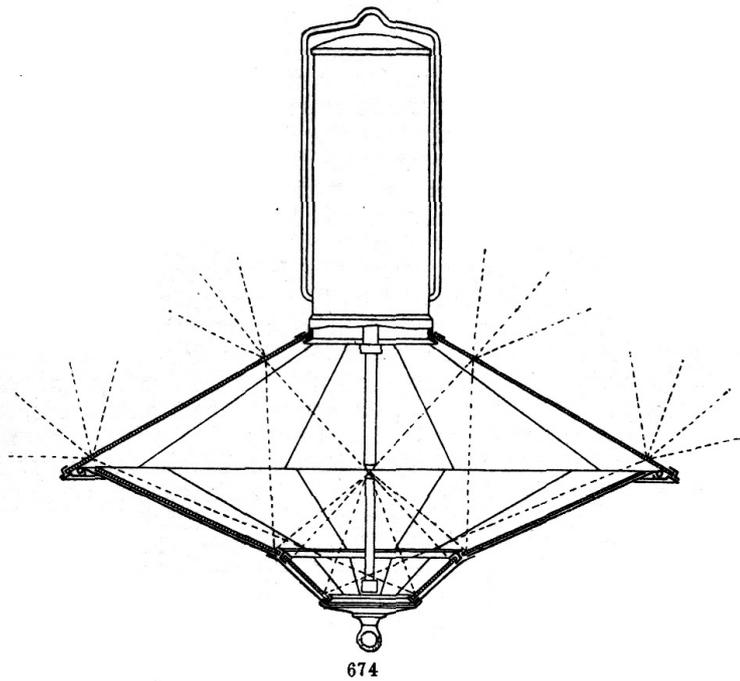
672



673



671



674

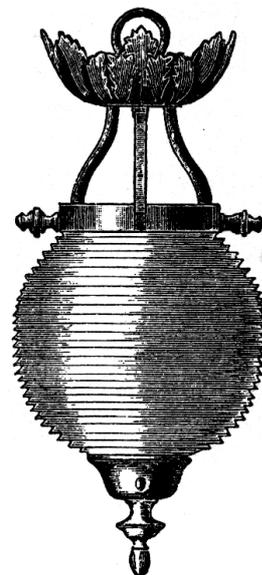
671—674. Bogenlicht mit Reflektor.

etwa 70° unter der durch den Lichtpunkt gelegten Horizontalebene erreicht. Will man aber das Licht gegen die Decke werfen, um es als nach unten reflektiertes zerstreutes Licht in möglichst gleichmäßiger Verteilung zurückgesendet zu erhalten, so braucht man die Kohlen der Lampe nur umzukehren, so daß die positive Kohle nach oben gefehrt ist. — Für seitliche Beleuchtung, welche besonders in Zeichensälen dem zu den Fenstern hereinfallenden Tageslichte am meisten ähnlich ist, hat Grabowski, Lehrer an der Berliner Handwerkerschule, den in Abb. 672 dargestellten Reflektor konstruiert. Der ganze Reflektor ABCD hat die Größe eines Zimmerfensters. Der kleine Hilfsreflektor EFGH besteht zum Teil aus lichtdurchlässigem Material; in seiner Mitte befindet sich der Brennpunkt der Bogenlampe. Die Hälfte des vom Brennpunkte O der Lampe ausstrahlenden Lichtes wird bei I und C von dem großen Reflektor auf die zu beleuchtenden Gegenstände geworfen. Die andre Hälfte OP und OR des Lichtes geht zum Teil durch den durchlässigen Teil des kleinen Reflektors, zum Teil wird dasselbe von den reflektierenden Wänden gegen den großen Reflektor gestrahlt und von diesem durch eine zweite Reflexion als verteiltes Licht dem zu beleuchtenden Raum zugesandt. Der durchlässige Boden des kleinen Reflektors kann durch mehr oder weniger transparente Glasplatten gebildet werden, so daß man das von dieser Stelle ausstrahlende Licht nach Wunsch und Bedürfnis, etwa bei dem Zeichnen von Modellen und Akten, regeln kann. Das von diesem Apparate ausgesendete Licht fällt schräg abwärts, wie das durch ein großes Fenster einfallende Tageslicht; dabei ist dieses künstliche Licht gleich dem Tageslichte gleichmäßig verteilt, so daß es nicht blendet und keine scharfen Schatten bildet. Das Patent auf diesen Apparat ist von der Berliner Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft angekauft worden, welche den Apparat je nach der Größe zum Preise von 174—350 Mark liefert. — Eine andre Art von Reflektor, der das Licht einer Bogenlampe von oben herab zerstreut nach unten sendet, ist in der durch Abb. 673 in $\frac{1}{10}$ wirklicher Größe abgebildeten Form

ebenfalls von Grabowski konstruiert worden. Hierbei wird ein Teil des von der Lampe nach unten gestrahlten Lichtes durch einen Glasring von prismatischem Querschnitt zerstreut. Die Einrichtung beruht auf einem sorgfältigen Studium sowohl der durch die Bogenlampe bewirkten Lichtverteilung, als auch der bei der Beleuchtung durch Tageslicht bestehenden Verhältnisse. Der größte Teil des Lichtes wird den Arbeitsplätzen zugeführt durch reflektiertes zerstreutes Licht. Der Schirm der Deckenlampe ist kreisförmig und mit schräg nach unten gerichteten Rändern versehen, welche das Licht auffangen und nach unten werfen. Ein Teil der Strahlen des oberhalb befindlichen Lichtkraters wird aber von dem schon erwähnten Ringprisma aus der ursprünglichen Strahlungsrichtung gegen die Horizontalrichtung abgelenkt und dadurch ebenfalls den Seitenwänden des Schirmes zugeführt, welche dasselbe nach unten hin zerstreuen. Diese Apparate sind ziemlich umfänglich, indem ein solcher Schirm etwa 1,5 m Durchmesser hat. Um einen weniger umfänglichen Apparat für Innenbeleuchtung zu schaffen, ist von der Firma Schuckert die in Abb. 674 dargestellte Laterne gebaut worden, mit welcher ebenfalls eine gute Wirkung erzielt wird, die aber auf keinen so weiten Umkreis verteilt ist, wie bei dem Grabowski'schen Apparat. Die Lampe befindet sich hierbei in einem nach oben und unten geschlossenen Gehäuse, das die Gestalt einer flachen vielseitigen Doppelpyramide hat. Die untere Hälfte besteht aus Spiegelglas, das nach oben reflektierend wirkt und gar kein Licht nach unten durchgehen läßt. Die obere Pyramide besteht dagegen aus Mattglas oder Überfangglas, welches lichtzerstreuend wirkt. Soll der Lichtverlust aber möglichst gering sein, so wird dieser Teil aus geriffeltem Glase hergestellt. Da bei dieser Lampe auf die lichtzerstreuende Wirkung der Zimmerdecke gerechnet ist, so muß diese natürlich hellweiß sein.

Eine noch andre Art der Lichtzerstreuung wird bei den Bogenlampen durch die in Frankreich zuerst aufgetretenen Holophanglocken bewirkt; dieselben haben neuerdings auch Anwendung bei dem Gasglühlicht gefunden, dessen blendende Helligkeit ebenfalls zu dämpfen ist, wobei zugleich oft die Forderung erfüllt werden soll, daß ein möglichst gleichförmiges Licht nach einer bestimmten Richtung hin geworfen wird. Durch die vom französischen Beleuchtungstechniker Fredureau konstruierte Holophanglocke (Abb. 675) wird diesen Forderungen genügt, indem damit nach glaubwürdigem Urteil eine vollkommene Verteilung und Zerstreung des Lichtes ermöglicht und gleichzeitig die Helligkeit unter der durch den Leuchtpunkt gelegt gedachten Horizontalebene wesentlich gesteigert wird. Hierdurch ist in der Beleuchtung von Innenräumen ein bedeutender Fortschritt erzielt worden. Der Lichtverteilungsapparat der Holophanglocke besteht aus einer Übereinanderlagerung von prismatischen ringförmigen Glaskörpern, welche in ihrer Zusammenstellung eine kugelförmige Glocke bilden und ähnlich den katadioptrischen Ringsystemen wirken, welche bei den Reflektoren der Leuchttürme benutzt werden, jedoch ist die Wirkungsweise derselben eine wesentlich andre.

Die erste Glühlampe ist 1840 von Grove konstruiert worden, der Platindraht als Glühkörper benutzte. Ihm folgte im Jahre 1845 Starr; dessen Lampe bestand aus einem blattdünn abgeschliffenen Stäbchen von Retortenkohle, das in einem luftleer gemachten Glasballon durch den Strom einer elektrischen Batterie oder einer magnet-elektrischen Maschine zum Glühen gebracht wurde. Im Jahre 1858 trat Changy mit einer ähnlichen Konstruktion hervor, nur benutzte er statt des Kohlenstäbchens einen Platindraht. Diese Lampen sind jedoch zu keiner praktischen Verwendung gekommen, ja sie gerieten so in Vergessenheit, daß die gleich derjenigen Starrs mit einem Kohlenstäbchen montierte Vakuumlampe, die Ladguine 1873 der Petersburger Akademie vorlegte, als völlig neue Erfindung angesehen wurde. Aber auch er vermochte mit der Lampe keinen dauernden Erfolg zu erzielen, und die Glühlampen blieben ohne jede praktische Bedeutung, bis Edison, der 1876 in Menlo Park bei New York sein Laboratorium gegründet hatte, mit einer neuen Konstruktion derselben hervortrat, die für die weitere Entwicklung des elektrischen Glühlichtes epochemachend wurde. Edisons erste Glühlampe bestand im wesentlichen aus einer Platinspirale in einem luftleeren Glasballon; später benutzte Edison an Stelle des Platindrahtes verkohltes Papier und endlich verkohlte Pflanzenfaser (Bambus). Näheres hierüber vergl. Bd. III. Die zahlreichen Konstruktionen, die nach dem Vorgange von Edison von Swan, Maxim, Lane-Fox, den Hamburger Fabrikanten Müller, Siemens u. a. auf den Markt gebracht worden sind, unterscheiden sich von der Edisonschen fast nur durch die Herstellung und Form der Kohlenbügel sowie die Art der Verbindung der letzteren mit den Zuleitungsdrähten; Swan verwendet aus dünnen Baumwollfäden hergestellte Kohlen-



675.

Holophang-Glasglocke.

bügel in Form einer Schlinge (9), Maxim solche aus verkohltem feinen Bristolpapier in Form eines lateinischen M (M), Lane-Fox erzeugt seine aus den Fasern oder Wurzeln von Gräsern, Müller und Siemens benutzen wieder verkohlte Baumwollfäden; neuerdings stellt man den Kohlenfaden zumeist aus Cellulose her. Einen wesentlichen Unterschied zeigt nur die von einem Deutschen, Namens Bernstein, in Amerika erfundene Boston-Lampe. Bei dieser sind anstatt der einfachen Fäden durch Verkohlungs gewebter seidener Röhrchen erzeugte dünnwandige hohle Kohlenzylinder angewandt, um so eine möglichst große leuchtende Oberfläche zu erhalten, ohne die Leitungsfähigkeit allzusehr zu erhöhen. In der That besitzt diese Lampe eine Leuchtkraft, die die der andern Konstruktionen weit übertrifft; andererseits bedarf sie aber eines verhältnismäßig starken Stromes, und dieser Umstand steht ihrer allgemeinen Verwendbarkeit beträchtlich im Wege.

Bei der Benutzung des elektrischen Lichtes zur Städtebeleuchtung durch Zentralstationen oder Elektrizitätswerke ist die Art und Weise der Elektrizitätsverteilung sowohl mit Rücksicht auf das Funktionieren der Anlage, als auch auf deren Betriebssicherheit, sowie endlich, und zwar nicht zum geringsten Teil, auch mit Bezug auf das finanzielle Ergebnis von ausschlagender Bedeutung, weshalb auch über diese Frage noch immer stark debattiert wird. Bei der Elektrizitätsverteilung handelt es sich darum, daß jede der über einen mehr oder minder ausgedehnten Flächenraum verteilten Lichtquellen mit möglichst geringem Kostenaufwande in möglichst unabhängiger Weise die zu ihrer Lichtentfaltung nötige elektrische Betriebskraft in Form von mehr oder minder stark hochgespanntem elektrischen Strom zugeführt wird. Die elektrische Kraftleistung, die einer mechanischen Kraftleistung nach dem Maß von Pferdestärken gleichwertig ist, kann hierbei innerhalb gewisser, nach technischen und finanziellen Gesichtspunkten festzustellender Grenzen nach beliebigem Verhältnis in ihre beiden Arbeitsfaktoren: Stromstärke und Spannung zerlegt werden, wobei der Querschnitt der Leitungen für die Längeneinheit maßgebend für die Stromstärke, die Länge der Leitungen für die Querschnittseinheit maßgebend für die Spannung ist. Hohe Spannung mit geringer Stromstärke bedeutet also vermindertes Materialgewicht und billigere Herstellungskosten der Leitungen, zugleich aber auch die Gefahr leicht eintretender gefährlicher elektrischer Entladungen.

In dem letzten Jahrzehnt ist oft ziemlich heftig darüber gestritten worden, ob Wechselstrom oder Gleichstrom mit Rücksicht auf Ökonomie und gewisse technische Verhältnisse den Vorzug verdienen; in letzter Zeit war der Streit zwischen der Vorzüglichkeit von einfachem Wechselstrom und kombinierten Wechselstrom oder Mehrfachphasenbeziehungsweise Drehstrom ausgebrochen, wobei wiederum Zweiphasen- und Dreiphasenstrom miteinander zu rivalisieren suchten. Es scheint gegenwärtig, als wenn sich in mancherlei Hinsicht der Dreiphasenstrom am zweckmäßigsten verwenden lasse, jedoch sind bei der Wahl des Stromerzeugungssystems stets die lokalen Verhältnisse, sowie die verschiedenen Benutzungsweisen des Stromes in Betracht zu ziehen. Für Beleuchtungszwecke sind unzweifelhaft die verschiedenen Systeme des Gleichstromes, sowie auch unter Umständen der einfache Wechselstrom am geeignetsten zu verwenden. Der Wechselstrom ist zuerst bei größeren Beleuchtungsanlagen zur Anwendung gelangt, indem sich die Wechselstrommaschinen leicht in größerem Maßstabe am bequemsten benutzen lassen; sie waren den älteren Gleichstrommaschinen in der Einfachheit der Konstruktion überlegen und sind überhaupt für viel stärker gespannte Ströme als die Gleichstrommaschinen in Anwendung zu bringen. Mit Bezug hierauf entsprechen sie am besten der durch ihre Einfachheit sich empfehlenden Hintereinanderschaltung zahlreicher Bogenlampen. Infolge der einfachen Hintereinanderschaltung der Lampen in die Leitung ergibt sich eine einfache und verhältnismäßig billige Anlage. Diese Vorteile des Wechselstrombetriebes werden auch jetzt noch von bedeutenden Elektrotechnikern in den Vordergrund gestellt, besonders weil es dadurch ermöglicht wird, sie weit ab vom Beleuchtungsgebiet, auf billigen und besonders geeigneten Grund und Boden zu verlegen und gelegentlich wohl auch billige Wasserkraft zum Betriebe heranzuziehen. Es ist dabei die Herabminderung der hohen an sich leicht gefährlich werdenden und für den Betrieb der Lampen nicht passenden Spannung des elektrischen Wechsel-

stromes mittels der als Transformatoren bezeichneten Induktionsapparate ins Auge gefaßt, welche durch den hochgespannten Fernleitungsstrom angeregt, die erforderliche Betriebsspannung und Stromstärke in die Lokalleitungen abgeben. Es hat diese Art der Elektrizitätsbenutzung etwas Bestechendes, insofern sich die ganze Anlage oft bedeutend billiger herstellen läßt, als dies bei Gleichstrombetrieb der Fall sein würde; die ganze Einrichtung wird einfacher, und es wird dem System von seinen Anhängern nachgerühmt, daß sich die notwendige Kontrolle und Regelung des Stromes in den Leitungen sicherer und bequemer bewerkstelligen lasse als bei Gleichstrom. Indessen müssen mit diesen Vorteilen, wie dies ja in ähnlicher Weise in der Technik häufig der Fall ist, auch wiederum Nachteile mit in den Kauf genommen werden, welche darin bestehen, daß der Nugeffekt der Wechselstrommaschinen in der Regel etwas geringer ist, als derjenige der Gleichstrommaschinen, daß die Wechselstrombogenlampen das Licht weniger vorteilhaft erzeugen, als die Gleichstrombogenlampen, daß die Glühlampen vom Wechselstrom rascher verbraucht werden als vom Gleichstrom und daß endlich der hochgespannte Wechselstrom für die Betriebsbedienung, sowie auch für den öffentlichen Verkehr, insoweit dieser mit den Leitungen in Berührung kommen kann, viel gefährlicher ist, wie der niedrig gespannte Gleichstrom.

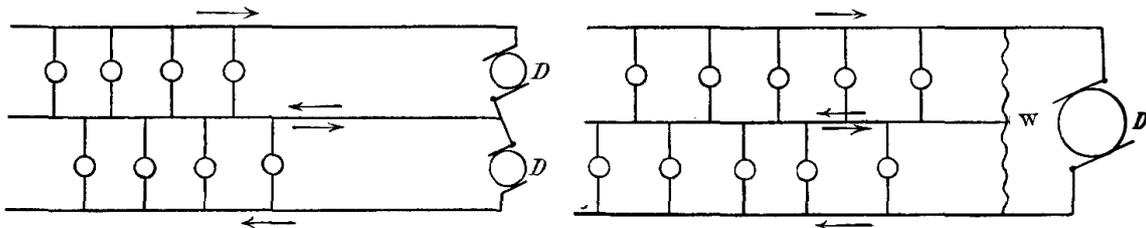
Bei jeder elektrischen Leitungsanlage ist vor allem der Umstand zu berücksichtigen, daß die von der als Stromquelle dienenden elektrischen Maschine erzeugte, den Strom durch die Leitung treibende und die Lichtwirkung der Lichtquellen bedingende Spannung oder elektromotorische Kraft mit der Länge der Leitung und der Anzahl der davon gespeisten Lampen infolge des vom Strome zu überwindenden Widerstandes, in der Längsrichtung der Leitung allmählich abnimmt. Es ist daher die Leitungsanlage derartig einzurichten, daß die Spannung in den Leitungen innerhalb möglichst enger Grenzen, mit Bezug auf die nicht zu umgehenden, durch die im praktischen Betriebe vorkommenden Veränderungen der zu speisenden Lampenzahl und der dadurch hervorgerufenen Widerstandsschwankungen, stets auf der dem vorteilhaftesten Betriebe der noch übrigen Lampen entsprechenden Höhe erhalten bleibt. Bezüglich der Elektrizitätsverteilung ist noch zu beachten, daß durch dieselbe eine direkte oder indirekte Speisung der Lampen oder sonstigen Betriebsapparate stattfinden kann, das heißt, daß der Maschinenstrom unmittelbar in die Lampen geleitet, oder daß derselbe zur Herabminderung der Spannung, beziehungsweise zur Erhöhung der Stromstärke erst durch gewisse Zwischenapparate geführt wird, um auf ein für den Betrieb geeignetes Maß gebracht zu werden; oder daß die elektrische Betriebskraft in gewissen Apparaten aufgesammelt wird, um zu geeigneter Zeit ohne weitere Beihilfe der elektrischen Stromerzeugungsmaschine zum Betrieb zu dienen. Als Apparate für den ersten Zweck sind die schon erwähnten Transformatoren und ferner die Regulierwiderstände zu nennen; als Apparate für den zweiten Zweck werden die Akkumulatoren oder Sammelbatterien benutzt. Transformatoren werden nicht nur beim Wechselstrombetrieb, sondern auch beim Gleichstrombetrieb für denselben Zweck benutzt, nur sind sie im zweiten Falle von weniger einfacher Einrichtung, indem sie alsdann ähnlich wie elektrische Stromerzeugungsmaschinen mit rotierenden Teilen gebaut werden müssen, wogegen sie im ersten Falle dem Prinzip nach aus zwei ineinander geschachtelten Drahtspulen mit einem Eisenkern bestehen.

Bei der direkten Stromzuleitung können drei verschiedenartige Schaltungsweisen der Lampen zur Anwendung kommen, nämlich: 1. die Reihen- oder Hintereinanderschaltung; 2. die Parallel- oder Nebeneinanderschaltung; 3. die gemischte Schaltung oder Gruppenschaltung, wobei die Reihenschaltung von parallel geschalteten Lampengruppen, oder die Gruppenschaltung von hintereinander geschalteten Lampen ausführbar ist. Ferner kann man mit Bezug auf Gleichstrom anstatt des ursprünglichen einfachen Leiterystems ein Mehrleiterystem und zwar das Zweileiter- oder Dreileiter- oder Fünfleiterystem benutzen.

Bei der Reihenschaltung oder Hintereinanderschaltung sind die sämtlichen Lampen mittels der Leitung in einem Stromkreise der Reihe nach verbunden, so daß der ganze von der Maschine gelieferte Strom erst durch die eine Lampe hindurchgehen muß, bevor er nach der nächsten Lampe gelangen kann. Es müssen dabei derartige Einrichtungen getroffen sein, daß eine oder einige Lampen der Reihe ohne Störungen der übrigen ausgelöscht werden können, das heißt, ohne daß der Strom unterbrochen wird.

Dies wird dadurch bewirkt, daß jede Lampe mit einem ihrem eigenen Betriebswiderstande gleichen Nebenwiderstande ausgerüstet ist, welcher selbstthätig in den Stromleiter eingeschaltet wird, sobald die betreffende Lampe erlischt. Da bei der Hintereinanderschaltung die Stromstärke nur nach den einzelnen hierbei hinsichtlich ihres Widerstandes gleichartig zu wählenden Lampen zu bemessen ist, so ist nur eine verhältnismäßig geringe aber gleichmäßig zu erhaltende Stromstärke nötig, dagegen muß die Spannung, mit welcher die Maschine den Strom durch die Leitung treibt, nach der Summe der Widerstände der hintereinander geschalteten Lampen, sowie überhaupt nach dem Gesamtwiderstande des ganzen Systems bemessen sein. Für uns geht hervor, daß bei einer großen Anzahl hintereinander geschalteter Lampen die Spannung schon eine bedenklich hohe wird. Da nun aber der Querschnitt der Leitung nicht nach der Spannung, sondern nach der Stromstärke bemessen wird, so ist für das Hintereinanderschaltungssystem nur eine verhältnismäßig dünne Leitung notwendig, und daher sind die Anlagekosten dieses Systems entsprechend niedrig.

Was die Parallelschaltung oder Nebeneinanderschaltung der Lampen anbelangt, so ist dabei jede Lampe mit der Hin- und Rückleitung durch eine Querleitung verbunden, so daß der elektrische Strom sich gleichzeitig durch alle im Betrieb befindlichen Lampen zu verzweigen hat. Die Gesamtspannung, mit welcher die Stromerzeugungsmaschine in diesem Falle die Leitung zu speisen hat, braucht daher nur dem Widerstand der einzelnen Lampe einschließlich des Widerstandes der Leitung zu entsprechen, wogegen die Stromstärke durch die Anzahl der zu speisenden Lampen bedingt ist. Die Regulierung der elektrischen Maschine ist deshalb mit Rücksicht auf die Gleichhaltung der Spannung zu



676 u. 677. Dreileitersystem.

bewirken, und daher werden diese Maschinen als Gleichspannungsmaschinen eingerichtet. Im Vergleich zur Hintereinanderschaltung ist also für die Nebeneinanderschaltung ein viel größerer, von der Zahl der zu speisenden Lampen bedingter Leitungsquerschnitt nötig, und die Kosten der Leitungsanlagen werden dementsprechend höhere. Dafür besitzt aber das Parallelschaltungssystem den Vorzug, daß nur eine verhältnismäßig geringe, von der Zahl der zu speisenden Lampen unabhängige Spannung erforderlich ist und daß beim Auslöschten einer Anzahl der im Stromkreise befindlichen Lampen die Betriebskraft entsprechend verringert werden kann. Dagegen ist bei diesem System mit einiger Schwierigkeit der Übelstand zu überwinden, daß infolge des in der Leitung eintretenden Spannungsverlustes die weiter von der Maschine befindlichen Lampen den Strom mit geringerer Spannung als die näher befindlichen Lampen zugeführt erhalten und deshalb ein merklich schwächeres Licht geben, sobald dieser Spannungsverlust unter eine gewisse Grenze sinkt. Um diesem Übelstande entgegenzutreten, ist ein reichlicher Aufwand von Leitungsmaterial nötig, und um ferner bei Auslöschung von Lampen die Spannung für die übrigen noch brennenden Lampen nicht die notwendig zu setzende Grenze überschreiten zu lassen, müssen geeignete Regulierungsvorrichtungen, insbesondere aus- und einzuschaltende Widerstände, sowie unter Umständen vorzüglich auch Akkumulatoren zur Aufnahme der zeitweilig überflüssigen elektrischen Kraft und zur Abgabe bei unzureichender Maschinenleistung vorhanden sein. Hierdurch werden die Anlagekosten im allgemeinen erhöht, doch ist darauf hinzuweisen, daß durch zweckmäßige Mitbenutzung von Akkumulatoren auch wiederum Ersparnisse zu bewirken sind und der ganze Betrieb zu einem sehr sicheren, bequemen und regelmäßigen zu gestalten ist.

Das Dreileitersystem, Abb. 676, beruht im allgemeinen darauf, daß die Lampen des Leitersystems in zwei zwischen je zwei Leitungen parallel geschalteten Gruppen hintereinander geschaltet sind, wobei die Mittelleitung zum Spannungsausgleich dient und

bei gleichem Kraftverbrauch in beiden Lampengruppen infolge der durch sie hindurchgehenden gleichen entgegengerichteten Ströme in neutralem Zustande befindet. Die beiden stromliefernden Dynamomaschinen DD sind also hintereinander auf Spannungsverdoppelung geschaltet. Es kann dieses System auch mit einer, alsdann aber der Summe der beiden vorher erwähnten Dynamos entsprechender Dynamomaschine betrieben werden, wie uns Abb. 677 zeigt. Die beiden äußeren Leitungen sind alsdann durch einen Regulierwiderstand w verbunden, an welchen die Mittelleitung angeschlossen ist und mit welchem stets der Ausgleich zwischen den beiden Lampengruppen zu bewirken ist. Infolge der Hintereinanderschaltung der beiden Lampengruppen, beziehungsweise der beiden Dynamomaschinen wird bei dem Dreileitersystem im Vergleich zum Zweileitersystem der Vorteil erreicht, daß bei gleicher Stromstärke die Leitungen nur einen halb so großen Querschnitt bei gleichem Nutzeffekt der Anlage nötig haben, so daß also trotz des dritten Drahtes, der verhältnismäßig noch dünner sein kann, an Leitungsmaterial erspart wird.

Bei dem Fünfleitersystem kommen vier unter sich parallel geschaltete Lampengruppen zwischen fünf Leitungen in Hintereinanderschaltung, wobei fünf entsprechend kleine Dynamos hintereinander geschaltet werden können, die man aber auch durch eine fünfmal größere Dynamo ersetzen kann. Der Vorteil des Fünfleitersystems vor dem Zweileiter- und selbst Dreileitersystem besteht darin, daß die Anwendung noch bedeutend höherer Spannung als im letzteren System statthast ist, wobei allerdings wiederum mit Rücksicht auf Isolationsicherheit und die aus der Isolationsunsicherheit sich ergebenden Gefahren die Grenzen des Zulässigen inne zu halten sind. Wenn also auch bei dem Fünfleitersystem die Ersparnis an Leitungsmaterial noch weiter getrieben werden kann, als bei dem Dreileitersystem, so treten doch andererseits wiederum auch größere Schwierigkeiten in der Regulierung der Spannung bei dem Fünfleitersystem hervor.

Die zum Betrieb von Lichtanlagen dienenden Dynamomaschinen sind in den letzten Jahren in bedeutender Größe bis 500, ja selbst bis zu 1000 Pferdekraften gebaut worden, wobei die Dampfmaschine mit der Dynamomaschine ein Ganzes bildet. Als Betriebsdampfmaschinen werden häufig Dreicylinder-Verbundmaschinen stehender Bauart, aber auch liegende sogenannte Tandemmaschinen benutzt.

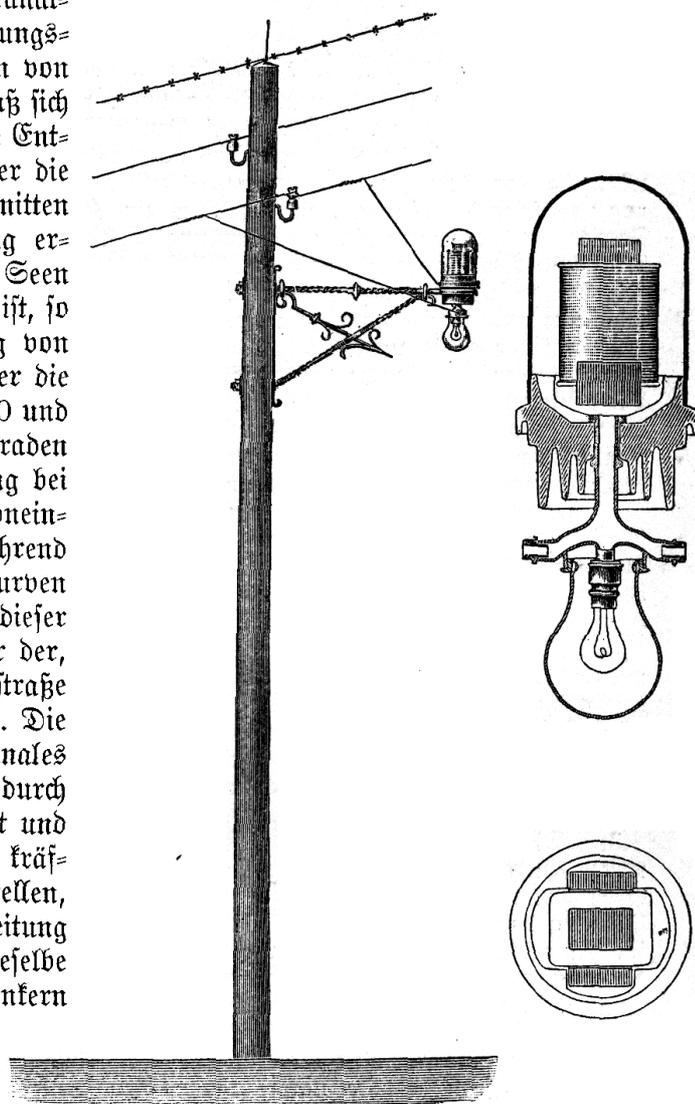
Bekanntlich hat in Deutschland, dank des gründlichen Bildungsganges seiner Techniker, die Elektrotechnik zur Zeit eine höhere Stufe erklommen, als sonstwo. Bezüglich der Entwicklung der elektrischen Beleuchtung steht die deutsche Kaiserstadt in aller Welt obenan; Berlin ist sogar als die Geburtsstätte der modernen Elektrotechnik zu bezeichnen, denn hier wirkte Werner Siemens, der als der Vater dieses Industriezweiges gelten darf; durch seine Entdeckungen und Erfindungen kam die Anregung zum Weiterstreben auf diesem Gebiete. Die Berliner Elektrizitätswerke, gegenwärtig in vier großen Anlagen vorhanden, sind von aller Welt als mustergültig anerkannt. Die Leistungsfähigkeit dieser Werke und der Stand der elektrischen Beleuchtung in der Reichshauptstadt ist aus den folgenden, offiziellen Berichten entnommenen Mitteilungen zu ersehen. Nachdem gegen Ende des Jahres 1890 die beiden schon etwa sechs Jahre früher in Betrieb gesetzten Zentralstationen noch um zwei vermehrt worden waren, konnte der Beleuchtungsbezirk bedeutend weiter ausgedehnt werden. So kam es, daß Ende März 1892 an Bogenlampen 4013 und an Glühlampen 83320 betrieben wurden. Außerdem waren aber damals in Berlin noch 301 elektrische Einzelanlagen vorhanden, in denen mittels Dampfmaschinen oder Gasmotoren 3863 Bogenlampen und 54936 Glühlampen betrieben wurden. Die Gesamtzahl der in Berlin vorhandenen elektrischen Lampen betrug daher Ende März 1892 an Bogenlampen 7876 und an Glühlampen 140276. Außerdem wurden noch 192 Elektromotoren betrieben. Rechnet man mit Rücksicht auf die verschiedene Leuchtkraft der Bogenlampen, daß eine Bogenlampe ebensoviel Licht gibt, wie eine 16kerzige Glühlampe, so entsprechen die 7876 Bogenlampen 47256 Glühlampen und die Gesamtzahl der Glühlampen, von denen jede wiederum soviel Licht wie eine gewöhnliche Straßengasflamme ergibt, beträgt 187532, wodurch ebensoviel Gasflammen ersetzt wurden. Diese 187532 Gasflammen entsprechen aber etwa dem fünften Teil der gesamten von den Berliner städtischen Gaswerken versorgten Gasflammen, deren Gesamtzahl daher damals auf rund 938000

zu schätzen war. Ende März 1894 betrug die Zahl der von den vier städtischen Zentralstationen versorgten elektrischen Lichter 5673 Bogenlampen und 121262 Glühlampen, so daß sich also in zwei Jahren die Zahl der von diesen Elektrizitätswerken gespeisten Bogenlampen um 32% und die Zahl der Glühlampen um nahezu 55% vermehrt hat. Nach der vorher angestellten Berechnung entspricht die Zahl der von den Berliner Elektrizitätswerken Ende März 1894 gespeisten elektrischen Lichter 155300 Gasflammen. Nimmt man an, daß die Zahl der durch Einzelanlagen betriebenen elektrischen Lichter sich seit der Zeit um etwa 33% vermehrt habe, so entspricht diese Zahl etwa 100000 Gasflammen, und daher werden gegenwärtig in Berlin durch die elektrischen Lampen etwa 255300 Gasflammen ersetzt. — Die vier Berliner Elektrizitätswerke sind auf etwa 16000 Pferdestärken Betriebskraft eingerichtet, was einer elektrischen Leistung von 12000 Kilowatt entspricht. Die Anzahl der gegenwärtig in Europa benutzten elektrischen Lichter kann, in Glühlampen von 16 Normalkerzen ausgedrückt, auf 2 $\frac{1}{2}$ Millionen geschätzt werden, wovon auf Berlin allein beinahe der zehnte Teil kommt.

Die Beleuchtung des deutschen Reichstagsgebäudes ist als eine der interessantesten und größten elektrischen Anlagen Berlins noch besonders hervorzuheben; dieselbe umfaßt in runder Zahl 115 Bogenlampen und 5400 Glühlampen, außerdem sind für den Betrieb der Ventilatoren zur Heizung und Lüftung noch 16 Elektromotoren aufgestellt, welche zusammen etwa 100 Pferdestärken leisten. Der elektrische Strom für diese Anlage wird durch einen Aufwand von etwa 650 Pferdestärken geliefert.

Als ein Meisterstück deutscher Elektrotechnik hat die Beleuchtungsanlage des 98,6 km langen Nordostseekanals zu gelten, denn noch nie zuvor sah sich ein Elektrotechniker vor die Riesenaufgabe gestellt, auf einer Strecke von nahezu 100 km in der hier geforderten Weise den elektrischen Strom zu Beleuchtungszwecken zu verwenden. Die Fernleitung des elektrischen Stromes durch Strecken von großer Länge, für Kraftübertragung und Beleuchtung ist wohl schon mehrfach ausgeführt worden, wie z. B. bei der 28 km langen Elektrizitätsleitung vom Wassergefälle des Anio bei Tivoli nach Rom, welches sehr bemerkenswerte Unternehmen der Firma Ganz & Co. in Budapest in mustergültiger Weise gelungen ist. Jedoch waren dabei nicht annähernd die Schwierigkeiten zu überwinden, wie sie sich bei der für den Nordostseekanal von der Elektrizitätsgesellschaft „Helios“ zu Köln-Ehrenfeld ausgeführten Anlage in den Weg stellten, insofern nicht nur der elektrische Strom längs dieser Strecke bis zu dem andern Ende einfach fortzuleiten, sondern die ganze Strecke zu beleuchten war. Die Überleitung und Regelung des elektrischen Stromes von einem Orte zum andern, selbst wenn diese Orte sehr weit auseinanderliegen, ist eine für den Elektrotechniker sehr einfache Aufgabe, dagegen ist es mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpft, wenn eine große Anzahl aufeinanderfolgender Lampen bis auf weite Entfernung hin derartig elektrisch betrieben werden soll, daß der ganze Betrieb die gewünschte Sicherheit bietet und finanziell Befriedigung gewährt. Die genannte Aktiengesellschaft hatte aber Techniker zur Verfügung, welche während des letzten Jahrzehnts das Wechselstromsystem in bedeutender Weise ausgebildet hatten und welche dem Unternehmen vollständig gewachsen waren. Die Anlage hat zwei Betriebsstationen, von denen sich die eine bei Holtzenau, die andre bei Brunshüttel an den riesigen Schleusenthoren befindet, mit denen der Kanal beiderseits abgesperrt werden kann. Neben den Zentralmaschinenanlagen, welche für den Druckwasserbetrieb zur Bewegung der Schleusenthore und Winden dienen, sind die elektrischen Anlagen errichtet. Jede dieser Anlagen enthält zwei langsam laufende große Wechselstrommaschinen nach dem zuerst, und zwar seit 1886 von „Helios“ benutzten System, welche mit 85 Umdrehungen in der Minute laufen und von denen jede 200 Pferdestärken zu leisten vermag. Die rotierenden Magnetfelder dieser Maschinen bilden zugleich das Schwungrad der zu ihrem Betrieb dienenden Dampfmaschine. Diese Dampfmaschinen geben unter normaler Belastung bei einem Dampfdruck von 6 Atmosphären 100 Kilowatt mit 1250 kg Dampfverbrauch nutzbar in die Leitung ab, so daß also 1 Kilowatt mit 12,5 kg Dampfverbrauch pro Stunde geleistet wird. Für den gewöhnlichen Betrieb genügt an beiden Stationen eine Maschine, so daß die andre als Reserve dient. Der Strom wird mit einer Spannung von 200 Volt

von den Maschinen abgegeben. Die 98,6 km lange Kanalstrecke ist in vier Abschnitte eingeteilt und zwar derart, daß von Holtenau je ein Abschnitt auf der nördlichen und südlichen Kanalseite bis zu 47 km reicht, und von da sind ebenfalls zwei Abschnitte, der eine nördlich und der andre südlich des Kanales an Brunsbüttel angeschlossen. Auf diese Weise sind vier Lampenreihen vorhanden, für welche Hin- und Rückleitung angelegt ist. Von Brunsbüttel aus beträgt die Hin- und Rückleitung auf der nördlichen Kanalseite 99,3 km, auf der südlichen Kanalseite 99,8 km; in Holtenau auf der nördlichen Kanalseite 98,6 km, auf der südlichen Kanalseite 97 km. Durch jeden dieser Leitungsabschnitte werden 250 Glühlampen von je 25 Kerzenstärken betrieben, so daß sich von Lampe zu Lampe eine mittlere Entfernung von 196 m ergibt. Da aber die Seen, welche vom Kanal durchschnitten werden, keine elektrische Beleuchtung erhalten, indem die Fahrrinne der Seen bei Nacht durch Gasbogen angezeigt ist, so ergibt sich eine mittlere Entfernung von etwa 160 m. In Wirklichkeit ist aber die Entfernung der Lampen zwischen 80 und 250 m verschieden, da in den geraden Strecken des Kanals die Beleuchtung bei 250 m Entfernung der Lampen voneinander vollständig genügend ist, während der Abstand der Lampen in den Kurven geringer sein muß. Der Zweck dieser Kanalbeleuchtung ist überhaupt nur der, den Schiffen in der Nacht die Fahrstraße mit genügender Deutlichkeit zu zeigen. Die Stromleitung besteht längs des Kanales aus 4 mm dickem Kupferdraht, ist durch Doppelglocken von Porzellan isoliert und in Entfernungen von je 40 m durch kräftige Holzmaße getragen. An den Stellen, wo sich Lampen befinden, ist die Leitung keineswegs unterbrochen, sondern dieselbe geht an diesen Stellen um einen Eisenkern in mehreren Windungen herum, so daß eine ununterbrochene Leitung vorhanden ist. Parallel zu diesen um den Eisenkern gelegten Leitungswindungen ist an den Enden dieser



678—680. Lampenmast am Nord-Ostsee Kanal.

Windungsabteilungen die Zuleitung zu den Glühlampen angeschlossen. Eisenkern und Glühlampe sind nach ihren elektromagnetischen Eigenschaften so abgemessen, daß nur 9% des Stromes, der an den Lichtstellen verbraucht wird, auf den Eisenkern und dessen Windungen entfallen, wenn die Glühlampe brennt. Wird aber die Glühlampe defekt, so geht der ganze Strom durch die Windungen des Eisenkernes, so daß also keine Stromunterbrechung eintreten kann. Die Abmessungen sind so genau, daß von den 250 an jeden Leitungsabschnitt angeschlossenen Glühlampen über ein Drittel außer Betrieb gesetzt sein kann, ohne daß irgend eine Regulierung des ganzen Systems in der Betriebsanlage erforderlich ist. Die Klemmenspannung an jeder Lampe beträgt 25 Volt; außerdem ist der große Leitungswiderstand zu überwinden, so daß an den Klemmen der Kanalleitung in der Betriebsanlage eine Spannung von etwa 7500 Volt dauernd erhalten wird. Diese Spannung wird durch Hochtransformierung des 2000 Volt starken Maschinenstromes erzeugt.

Die beistehende Abb. 678 gibt ein Bild eines Mastes mit der Lampe, welche in Abb. 679 u. 680 noch besonders im Auf- und Grundriß in größerem Maßstabe dargestellt ist. Wie ersichtlich, ist die Lampe auf einem schmiedeeisernen Ausleger mit dem erwähnten von der Leitung umwundenen Eisentern montiert. In der Abb. 679 ist auch noch der doppeltglockige Porzellanisolator im Durchschnitt ersichtlich. Das ganze Gestänge nebst der Leitung ist durch oberhalb angebrachten Stachelzaundraht gegen Blitzgefahr geschützt. Die Leitung der Nordseite ist sowohl unter dem Kanal selbst als auch unter den in den Kanal einmündenden Wasserstraßen vermittelt armierter Kabel durchgeführt. Diese Kabel sind 1 m tief in das Kanalbett eingebaggert. Die Anlage arbeitet vollständig betriebssicher, und dabei ist jede Lampe von der andern unabhängig.

Die effektvolle und bequeme Beleuchtung, welche das elektrische Licht für Schaustellungen und Theater gewährt, ist gleich bei dem Aufkommen dieser Lichterzeugung erkannt worden. Im Laufe der Zeit hat die elektrische Bühnenbeleuchtung eine großartige Ausbildung erhalten. Man hat zu dem Zweck besondere elektrische Apparate unter der Bezeichnung „Bühnenregulatoren“ konstruiert, mit welchen ein Mann die ganzen, für die größten modernen Feerien erforderlich erachteten Beleuchtungseffekte, sowie überhaupt alle Beleuchtungswechsel für Tag- und Nachtzonen, Mondschein, Blitzleuchten, Alpenglühen u. s. w. bequem in der Hand hat. Die Bühne selbst ist an der Rampe, hinter den Coulissen und Soffitten, sowie hinter den Vorsatzstücken und Transparenten mit Beleuchtungskörpern aus weißen, roten und blauen, beziehungsweise grünen Glühlampen in reihenweiser senkrechter und wagrechter, sowie in geeigneter gruppenweiser Anordnung ausgerüstet. Diese sämtlichen Beleuchtungskörper sind mit dem Bühnenregulator durch elektrische Leitungsdrähte verbunden. Jede Farbengattung der Glühlampen hat ihre besondere Stromzuleitung für jeden dieser Beleuchtungskörper, während die Rückleitung für alle drei Farben gemeinsam ist. Der Bühnenregulator dient dazu, alle Lampen des Theaters, auch die im Zuschauerraum befindlichen, von einer Stelle aus ein- und auszuschalten oder durch Einschalten von elektrischen Widerständen in der Lichtabgabe abzuschwächen, je nachdem dieser oder jener Beleuchtungseffekt erhalten werden soll. Der Apparat, den Abb. 681 in der von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin gewählten Einrichtung darstellt, besteht aus einer dem Zweck entsprechenden Anzahl von Reguliercylindern, auf welche Drähte zur Herbeiführung geeigneter Stromwiderstände gewickelt sind; außerdem sind die dazu nötigen Umschalter vorhanden. Durch Hinzufügung von je zwei Cylindern kann der elektrische Strom mittels des eingeschalteten Widerstands beliebig bis zum düsteren Brennen der Lampen abgeschwächt werden. Die Kontaktstücke, zwischen welche die Abstufungen des Widerstandes in entsprechender Weise eingeschaltet sind, bilden einen Cylinder, der dem Kommutator einer Gleichstrommaschine ähnlich ist. Auf diesem Cylinder schleifen zwei Bürsten, welche beide an denselben Pol der elektrischen Stromquelle angeschlossen sind, während das obere und untere Ende des Widerstandes, je nach der Stellung des Umschalters, mit den Lampen in Verbindung steht. Die eine der Bürsten ist fest mit einer Kurbel, die andre mit einer Scheibe verbunden, welche letztere für sich allein bewegt oder auch mit der Kurbel verkuppelt werden kann. In der einen Drehungsrichtung schiebt die erste Bürste die andre vor sich her; bei der entgegengesetzten Drehung dagegen bleibt die zweite Bürste stehen, sobald die Scheibe von der Kurbel losgekuppelt ist. Zu jedem Beleuchtungskörper gehören drei Umschalter, von denen jeder einer der drei Farben der Lampen entspricht. Man kann daher die Farben des Lichts beliebig aus- und einschalten und somit z. B. nur eine Farbe, etwa rot, allmählich heller werden lassen, während weiß allmählich matter wird oder auch seine Helligkeit beibehält, je nachdem der Beleuchtungseffekt dies erfordert. Auf diese Art sind sehr viele Mischungen und Abstufungen des Lichts mit Leichtigkeit herbeizuführen.

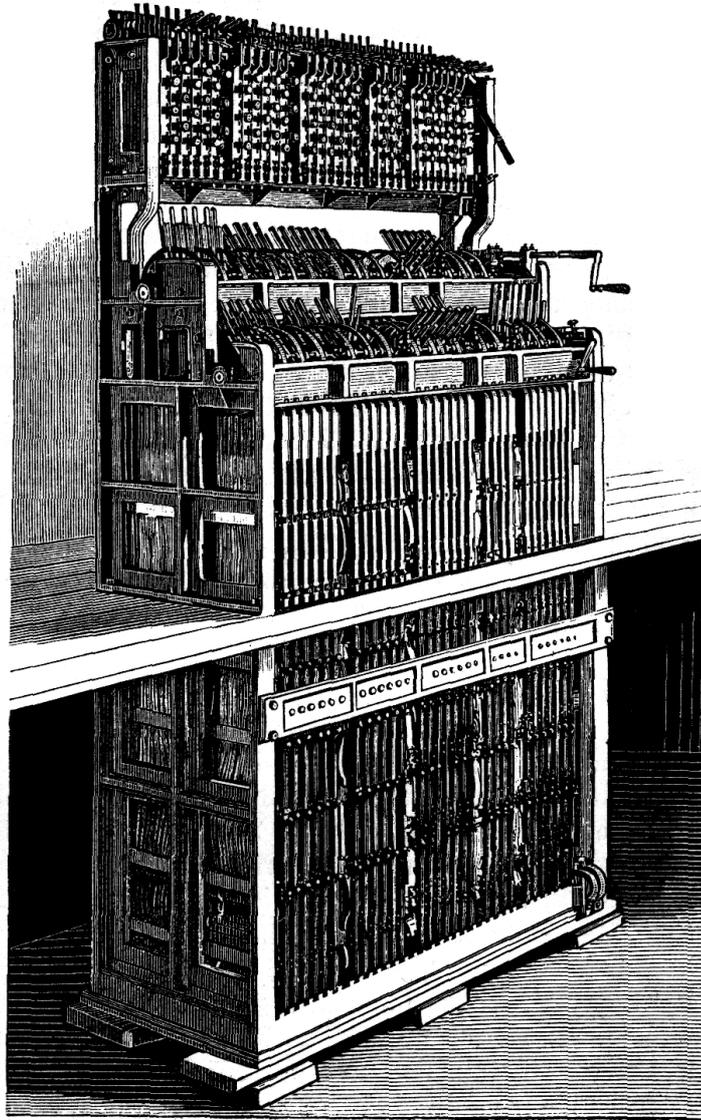
Die Kurbeln des Regulators können nach Belieben einzeln gedreht oder durch Verschieben ihrer Griffe in radialer Richtung an eine endlose Kette gekuppelt werden, wodurch alsdann die Drehung der links, beziehungsweise rechts befindlichen Handräder eine gemeinsame Bewegung der Kurbeln zu gleicher Zeit und in gleicher Richtung gestattet.

Bei der Theaterbeleuchtung bildet die Zahl der Lampen, deren Lichtstärke während der Vorstellung geregelt wird, den überwiegenden Teil der gesamten Beleuchtung, denn es gehören dazu nicht nur die Lampen auf der Bühne, die in den Soffitten, Coulissen, Rampen und Vorsatzstücken angebracht sind, sondern auch die des Vogenhauses, insbesondere der Krone und der Festbeleuchtung, welche letztere gewöhnlich an den Balkonen und Galerien verteilt ist. Einzelne Vorsatzstücke sind aber zuweilen noch mit transportablen Beleuchtungsapparaten versehen, die wichtigeren, häufig benutzten Vorsatzstücke müssen jedoch mit den übrigen Lampengruppen von der Zentralstelle aus regulierbar sein. Dennoch handelt es sich bei größeren Theatern stets um viele hunderte, ja selbst tausende von Lampen, die in verschiedenen Gruppen angeordnet, besondere Regulierung erfordern. Außer den gewöhnlichen Funktionen, welche zur Herstellung der verschiedenen Tages- und Nachteffekte, Morgen- und Abenddämmerung, Alpenglühen, Feuererscheinungen durch blitzartige Lichteffekte nachzuahmen. Dieses Blitz wird dadurch bewerkstelligt, daß gewisse weiße Lampengruppen plötzlich und in rascher Aufeinanderfolge von totaler Verfinsternung bis zur vollen Lichtstärke erhellt werden. Da auf den Bühnen der Raum meistens sehr beschränkt ist, so muß dieser in Abb. 681 dargestellte Apparat möglichst gedrängt gebaut

fein. Bei diesem Bühnenregulator findet in einem Raume von 2,8 m Höhe, 1,75 m Breite und 0,6 m Tiefe nicht nur das gesamte Leitungsmaterial von 6 einfachen und drei Doppelwiderständen für Stromstärken bis zu 60 Ampère Platz, sondern es ist auch noch der ganze Mechanismus mit allen Hebeln Schaltern und Blitzvorrichtungen darin untergebracht. Um die feinsten Abstufungen in der Lichtstärke und die entsprechenden Spannungsunterschiede von Kontakt zu Kontakt zu erhalten, ist jeder Regulierwiderstand in 90 Stufen zerlegt. In einem starken gußeisernen Gestell reihen sich die durch schmiedeeiserne Rahmen gefassten Regulierwiderstände in Drahtspiralen aneinander, während der terrassenartige Aufbau des Gestells zur Lagerung hohler Wellen dient, innerhalb deren massive eiserne Achsen drehbar sind. Auf den hohlen Wellen sitzen die als doppelarmige Hebel geformten Kontakte, welche mit zahlreichen federnden Berührungsf lächen auf den Kontaktlamellen der Widerstände schleifen, um die Überleitung des elektrischen Stromes zu vermitteln. Diese Hebel drehen sich so lange lose auf der Welle, bis sie in Funktion treten; erst dann werden sie durch eine sinnreiche Friktionskupplung mit der Welle fest verbunden, denn es ist zur Hervorbringung der verschiedenen Lichteffekte absolut erforderlich, daß die Bewegung der Hebel einzeln oder gruppenweise in jeder beliebigen Kombination bewirkt werden kann. Wie Abb. 681 auch noch zeigt, befinden sich in dem oberen Aufbau des Apparats die Umschalter für die farbigen Lampen; die Handhaben der hierzu dienenden Kontaktschieber sind knopfförmig und tragen die Farben der entsprechenden Lampengruppe, so daß Verwechslungen bei nur einiger Aufmerksamkeit gar nicht vorkommen können.

Gelegentlich der 1891 in Frankfurt a. M. abgehaltenen internationalen elektrotechnischen Ausstellung beleuchtete die Firma Schuckert & Co. das Viktoria-Theater und unterstützte dabei die Wirkung der dazu benutzten Glühlampen noch durch Anwendung kleiner Scheinwerfer, welche die Gruppenbeleuchtung zu besorgen hatten. Durch diese kleinen Reflektoren wurde das sonst nach allen Richtungen ausstrahlende Licht einer Nagenlampe in einer bestimmten Richtung auf die Gegenstände und Personen geworfen, welche in ganz besonderer Helligkeit und bezw. in einer Beleuchtung von bestimmter Farbe hervortreten sollten. Ganz besonders zauberhafte Lichtwirkungen können dadurch auch bei Springbrunnen und Wasserfällen erzielt werden, auch für Signallichter und nächtliche Aufklärungen zu Lande und zu Wasser sind diese im folgenden Abschnitt zu betrachtenden Scheinwerfer von größtem Vorteil.

In wirtschaftlicher Hinsicht sehr wichtig, ja für die praktische Anwendung einer Beleuchtungsart oft entscheidend sind die Beleuchtungskosten. Um diese bestimmen zu können, ist es vor allem nötig, die Stärke des erzielten Lichteffectes zu messen. Dies geschieht mit Hilfe der sogenannten photometrischen Apparate, von denen später (in Bd. II) des weiteren die Rede sein wird. Hier sei nur erwähnt, daß als Maß hierbei nach Übereinkommen eine Lichtquelle benutzt wird, die eine möglichst stets gleichbleibende Lichtstärke aufweist, und die man sich stets in genau gleicher Beschaffenheit verschaffen kann. Als solches Lichtmaß gilt z. B. in Frankreich immer noch die alte, S. 580 besprochene Carcel-lampe. In England hat man, um ein einfacheres Lichtmaß an der Hand zu haben, die Walratterze, in Deutschland bis vor kurzem die als „Vereinskerze“ bezeichnete Paraffin-



681. Regulierapparat für Bühnenbeleuchtung der „Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft“ in Berlin.

kerze benutzt, die eigens zu dem Zweck hergestellt und mit einem Docht von genau bestimmter Art und Stärke versehen wurde. Nach diesem Normalmaß wird dann die Leuchtkraft anderer Lichtquellen in einer Vergleichszahl bestimmt; so spricht man z. B. bei uns von 16kerzigen, von 25 Kerzen starken Glühlampen. Neuerdings wird aber in Deutschland allgemein das Licht einer von dem bekannten Elektrotechniker Hefner-Astenek konstruierten kleinen Lampe, die mit Amyl-Acetat als Brennstoff gespeist wird, und das Maß, das sie bei einer Flammenhöhe von 40 mm entwickelt, als Lichteinheit („Hefnerkerze“) benutzt. Diese Einheit ist etwa 10% kleiner als die bisherige Vereinskerze. — Außer den Lichtmessungen ist jedoch auch noch die ganze Wirkungsweise der Beleuchtungsanlage zu berücksichtigen. Der französische Gastechniker Henry Maréchal hat in seinem 1894 erschienenen Buche: „L'éclairage à Paris“ die Kosten für die Beleuchtung einer Straße in der Weise berechnet, daß er die Gesamtsumme der Beleuchtungskosten für die Flächeneinheit der nach Aren gemessenen Straßenfläche durch die nach Meterkerzen bestimmte mittlere Helligkeit der Straßenbeleuchtung dividierte. Auf diese Weise fand er für die Beleuchtung mit Schnittbrennern zu 140 l stündlichem Gasverbrauch 6,81 Centimes = 5,45 Pf. Für die Beleuchtung mit Regenerativbrennern zu 750 l stündlichem Gasverbrauch 4,71 Centimes = 3,79 Pf. Für die Beleuchtung mit elektrischem Bogenlicht wurde im Durchschnitt nach der zu Grunde gelegten Maßeinheit 1,58 Centimes = 1,26 Pf. gefunden. Eine andre Art der Kostenberechnung für die Beleuchtung wurde von dem Berliner Stadtelektriker Dr. Martin Kallmann in seinem 1895 erschienenen Buche „Grundzüge der Sicherheitstechnik für elektrische Licht- und Kraftanlagen“ angestellt. Hiernach ergibt sich in der Zusammenstellung der Beleuchtungskosten für gleiche Lichtlieferung im Äquivalent von 12000 elektrischen Glühlampen zu je 16 Normalkerzen bezüglich Anlagekapital und Lampendrennstunde folgendes:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Elektrische Beleuchtung mit eigenem maschinellen Betriebe in runder Zahl | 42000 Mt. |
| für die Lampenstunde 2,155 Pf. | |
| 2. Elektrische Beleuchtung bei Entnahme des Stromes aus einem Elektrizitätswerke | 67000 Mt. |
| für die Lampenstunde 3,425 Pf. | |
| 3. Gasbeleuchtung | 48500 Mt. |
| für die Lampenstunde 2,47 Pf. | |

Die mittlere Brenndauer einer Glühlampe ist hierbei zu etwa 1400 Stunden angenommen, was als sehr hoch erscheint, indem man für gewöhnlich höchstens 800 Brennstunden anzunehmen pflegt, während mit Rücksicht auf die beiden jetzt ziemlich billigen und daher auch nicht sehr sorgfältig fabrizierten Glühlampen rasch eine merkliche Lichtabnahme eintritt, so daß man mit Rücksicht hierauf die praktische Brenndauer im Durchschnitt nur zu etwa 500 Stunden annehmen kann.

Es ergibt sich hieraus, daß hinsichtlich des Glühlichtes das elektrische Licht in wirtschaftlicher Beziehung kaum noch zu konkurrieren vermag, jedoch eignet sich die elektrische Glühlampe, die sich in allen Stellungen anbringen läßt, für dekorative Beleuchtung, für welche das Gasglühlicht nur in beschränkterem Maße zu benutzen ist. Hinsichtlich der Hervorbringung starker Lichtquellen ist dagegen das elektrische Licht allen andern Lichtquellen überlegen, denn es lassen sich elektrische Lichtbogen von mehreren hunderttausend Kerzen Leuchtkraft herstellen, sobald deren Licht durch geeignete Reflektoren in einem verdichteten Strahlenbündel ausgesendet wird. Die für Erzeugung des elektrischen Stromes aufgewendete Arbeitskraft wird im Bogenlicht siebenmal besser ausgenutzt als im elektrischen Glühlicht, und mithin stellt sich der Preis des Bogenlichtes für die Lichtstärkeneinheit auch auf den siebenten Teil des Preises für dieses Glühlicht, und daher sind nach dem jetzigen Preisverhältnis elektrisches Bogenlicht und Gasglühlicht gleichwertig hinsichtlich der Kosten für die gelieferte Lichteinheit. Um aber das elektrische Bogenlicht dem Gebrauch so anzupassen, wie dies bezüglich des Gasglühlichtes der Fall ist, würde es sich darum handeln, Bogenlampen von derselben Kerzenzahl, wie sie eine solche Glühlampe besitzt, herzustellen, dies ist aber nicht thunlich, und für Kleinbeleuchtung steigern sich auch wiederum die Kosten des Bogenlichtes; außerdem ist die elektrische Bogenlampe ein ziemlich künstlicher Apparat, dessen Preis an und für sich ein bedeutend höherer ist, als der eines Gasbrenners. Es scheint demnach, wenigstens wie die Dinge gegenwärtig stehen, daß für kleinere Lichter das Gasglühlicht den Sieg gewinnt.