

Die  
**Entwicklung der Beleuchtungstechnik.**

Von

**Heinrich Hess,**  
Ingenieur.

---

Mit 46 in den Text gedruckten Abbildungen.

---



**Bunzlau i. Schles.**

Otto Hoffmann's Verlag „Der Eisenhändler“.

1902.

Reprint 2004 von Jürgen Breidenstein, [www.hytt.de](http://www.hytt.de)

## Vorwort.

---

Die Fortschritte, die in den letzten Jahrzehnten auf allen Gebieten der Technik gemacht worden sind, zeigen sich besonders auch auf einem Gebiete, welches der Allgemeinheit zu Nutzen kommt: auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik. Die letzten Worte Goethes: „Mehr Licht“ scheinen von den Beleuchtungstechnikern in ihrem Sinne ausgelegt und befolgt worden zu sein, denn gerade seit dieser Zeit ist ein wesentlicher Umschwung in der Beleuchtung der Städte und Wohnungen eingetreten. Zunächst war es das **S t e i n k o h l e n g a s**, durch welches eine Umwälzung hervorgerufen wurde, zwei Jahrzehnte später die Einführung des **P e t r o l e u m s**, wodurch die Beleuchtungstechnik in ein neues Stadium trat. Es trat dann eine kleine Zeit des Stillstandes ein, welche dazu benutzt wurde, die beiden Beleuchtungsarten zu verbessern und zu verbilligen, bis im Anfang der siebziger Jahre das **e l e k t r i s c h e L i c h t** in allgemeinere Aufnahme kam und damit dem Leuchtgas, und teilweise auch dem Petroleum, ein starker Konkurrent entstand.

**D e r e r s t e A b s c h n i t t** gibt einen allgemeinen Überblick über die **S t o f f e**, die zu **B e l e u c h t u n g s z w e c k e n** Verwendung finden, während im **z w e i t e n A b s c h n i t t** die **B e l e u c h t u n g** mit festen und flüssigen **L e u c h t s t o f f e n** behandelt ist. In kurzen Zügen ist in dem **d r i t t e n A b s c h n i t t** die **S t e i n k o h l e n g a s b e l e u c h t u n g**, im **v i e r t e n** die **e l e k t r i s c h e** und im **f ü n f t e n A b s c h n i t t** die **A c e t y l e n b e l e u c h t u n g** behandelt. **D e r s e c h s t e A b s c h n i t t** gibt einen **V e r g l e i c h** der verschiedenen Beleuchtungsarten in Bezug auf die Leuchtkraft und die Kosten.

Der Zweck des Buches ist nur der, einen Überblick über die Beleuchtungsarten und die Fortschritte, die auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik gemacht worden sind, zu geben, soweit dies in dem engen Rahmen des kleinen Buches möglich war.

Möge das hier gegebene Material den Interessenten willkommen sein, und das Buch eine wohlwollende Aufnahme finden.

Mittweida, im Oktober 1902.

**Der Verfasser.**

## Inhalt.

---

	Seite
Vorwort .....	2
I. Die Leuchtstoffe .....	4
II. Die Beleuchtung mit festen und flüssigen Leuchtstoffen .....	9
III. Die Gasbeleuchtung.....	21
IV. Die elektrische Beleuchtung .....	32
V. Acetylen-, Luft-, Generator-, Kraft und Wassergas.....	37
VI. Vergleich der verschiedenen Beleuchtungsarten .....	41

---

## I. Die Leuchtstoffe.

Unter Leuchtstoffen versteht man im Allgemeinen Substanzen, die bei höherer Temperatur infolge von Verbrennung oder durch Erglühen Licht entwickeln. Diese Eigenschaft kommt nun mehr oder weniger sämtlichen Körpern zu; dennoch ist es nur eine ganz beschränkte Anzahl von Substanzen, die zu wirklichen Beleuchtungszwecken verwendet werden können.

Die in Betracht kommenden Körper können entweder feste, flüssige oder gasförmige sein. Bei den festen Körpern kann entweder zunächst eine Umwandlung in den gasförmigen Zustand stattfinden, wie es bei der Talg- und Wachskerze der Fall ist, oder der feste Körper kann beim Erglühen leuchtende Strahlen aussenden, wie es bei dem Auerstrumpf, dem Kalklicht und dem elektrischen Licht geschieht. In diesem Falle muss noch eine Ursache vorhanden sein, die den Körper in Glühhitze versetzt. Diese Ursache ist bei dem Auerlicht die Hitze, die bei der Verbrennung des Gases entwickelt wird, beim elektrischen Licht der Widerstand, der beim Stromdurchgang entsteht.

Bei den Stoffen der ersten Gattung, bei welchen also zunächst eine Vergasung und darauffolgend eine Verbrennung stattfindet, ist es Bedingung, dass die Umwandlung in den gasförmigen Zustand eine vollkommene ist, d. h. es dürfen sich, falls die Substanz zu Beleuchtungszwecken geeignet sein soll, feste Produkte nicht abscheiden und die Verbrennungsgase dürfen keinen schädlichen Einfluss auf die Umgebung ausüben. Diese Eigenschaften kommen besonders den kohlen- und wasserstoffreichen Produkten der Pflanzen- und Tierwelt zu und werden deshalb diese vor allem zur Beleuchtung benutzt.

Über die Ursache des Leuchtens war man sich lange Zeit im Unklaren, bis es Davy gelang, den Vorgang dahin zu erklären, dass das Leuchten durch das Erglühen von feinverteiltem, durch die Flamme ausgeschiedenen Kohlenstoff in dem Gasstrom hervorgerufen werde. Dieser ausgeschiedene Kohlenstoff geht bei höherer Temperatur eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft ein – er verbrennt zu Kohlensäure. Als Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung kann die Tatsache gelten, dass sich eine Porzellanplatte, in die Flamme hineingehalten, mit Russ überzieht und dieser Russ weiter nichts ist, wie feinverteilter Kohlenstoff.

Dieselben Eigenschaften wie die festen Leuchtstoffe müssen auch die flüssigen und gasförmigen haben, falls sie zur Beleuchtung Verwendung finden sollen.

Die Substanzen zur Beleuchtung sind entweder direkt in der Natur fertig vorhanden, so dass sie ohne weiteres angewendet werden können, oder sie müssen erst zu Beleuchtungszwecken geeignet gemacht werden, indem sie entweder erst einer Trennung von verunreinigenden Stoffen unterworfen werden (Raffinierung der Erdöle) oder eine Umwandlung in eine andere Form erfahren (Herstellung des Gases aus Kohle). Hierher gehört auch die Umgestaltung der Fette in Stearin, und die Herstellung des Paraffins und der Mineralöle. Bei dem Acetylen findet ebenfalls zunächst eine Umwandlung in den gasförmigen Zustand statt, und zwar wird hier der chemische Prozess durch Zuführung von Wasser zu dem Calciumcarbid eingeleitet. Der Wasserstoff des Wassers verbindet sich mit dem Kohlenstoff des Calciumcarbids zu einer Kohlenwasserstoffverbindung, die bei der Verbrennung eine helleuchtende Flamme ergibt, während sich Calciumoxyd abscheidet.

Als Leuchtstoffe kommen in Betracht:

1. Feste Leuchtstoffe – Kerzenbeleuchtung.
  - a) Talg,
  - b) Wachs,
  - c) Wallrath,
  - d) Stearin,
  - e) Paraffin und Ceresin,

- f) Pech.
2. Flüssige Leuchtstoffe – Lampenbeleuchtung.
- I. Nicht flüchtige fette Öle aus dem Pflanzen- und Tierreich:
- a) Rüböl,
  - b) Baum- und Olivenöl (im südlichen Europa verwendet),
  - c) Cocosnussöl (zuweilen in England verwendet),
  - d) Thran,
  - e) Wallrathöl oder Spermacetiöl (in England gebräuchlich).
- II. Flüchtige Öle.
- a) Erdöle, Mineralöle aus rohem Petroleum oder Teer,
  - b) Ligroin und Benzin,
  - c) Photogen,
  - d) Solaröl,
  - e) Camphin ) aus Balsamen und
  - f) Pinolin ) Harzen,
  - g) Weingeist, Spiritus,
  - h) Fuselöle,
  - i) Schwefelkohlenstoff,
  - j) Glycerin.
3. Gasförmige Leuchtstoffe (Gasbeleuchtung). Herstellung des flammenbildenden **Leuchtstoffes nicht** in unmittelbarer Nähe des Verbrauchsortes. Zur Erzeugung des Gases kommen in Betracht:
- a) Steinkohle, Braunkohle, Torf, Mineralöle, Holz, Harze,
  - b) Gasstoff, Gasolin,
  - c) sonstige Stoffe (Abfallstoffe),
  - d) Calciumcarbid,
4. Der glühende Körper wird nicht aus Kohlenstoff gebildet.
- a) Kalklicht (Knallgas und Kalk),
  - b) Gillard'sches Platinlicht (Platin und Wasserstoffflamme),
  - c) Magnesiumlicht (verbrennender Magnesiumdraht),
  - d) Magnesia- oder Zirkonlicht (Magnesia oder Zirkonerde in einer Wasserstoffflamme),
  - e) Auerlicht (Strumpf aus seltenen Erden in einer Gasflamme).
5. Elektrische Beleuchtung (Lichtentwicklung durch elektrische Ströme).
- a) Glühlicht,
  - b) Bogenlicht,
  - c) Teslalicht (Geislersche Röhren).

In Nachfolgendem seien die einzelnen Substanzen etwas näher besprochen, soweit dieselben eine grössere Bedeutung haben und eine eingehendere Besprechung nicht in den einzelnen Abschnitten erfolgt.

**Talg, Unschlitt, Glyceride.** Unter diesem Namen vereinigt man eine grosse Anzahl verschiedener Fette, so namentlich das Ochsen-, Schaf-, Ziegen- und Hirschfett. Sie bestehen zum grössten Teil aus Stearin, mit mehr oder weniger Palmitin und Olein gemischt; einige derselben enthalten noch andere Substanzen, die ihnen dann charakteristische Eigenschaften erteilen. Zur Kerzenbereitung eignet sich der Talg am besten, welcher am festesten ist und zwar nimmt man am vorteilhaftesten ein Gemenge von Hammel- und Ochsentalg, da letzteres allein zu weich und zu leicht schmelzbar ist; Hammeltalg allein dagegen zwar sehr fest ist, aber etwas weniger hell brennt. Die Gewinnung des Talges aus dem Tierkörper geschieht durch Ausschmelzen.

**Wachs.** Unter Wachs versteht man ursprünglich und im engsten Sinn des Wortes jene Absonderung, welche von den sogenannten Arbeitern der verschiedenen Bienenarten erzeugt

wird. Im weiteren Sinne bezeichnet man als Wachs alle jene Stoffe, welche dem Bienenwachs ähnliche Eigenschaften zeigen. Was zunächst das **Bienenwachs** anbetrifft, so ist dasselbe in reinem Zustand vollkommen weiss und erst durch die Berührung mit dem Honig und Blütenstaub wird es mehr oder weniger gefärbt. Die Beimischung von Unreinigkeiten, welche die Farbe bedingt, schadet aber nicht allein seinem Ansehen, sondern macht es auch weniger geeignet zu einer seiner Hauptanwendungen, der Kerzenfabrikation, indem die aus rohem, gelbem Wachs gefertigten Lichter stets schlecht brennen und eine trübe russige Flamme geben. Die Reinigung des Wachses zerfällt in zwei Abschnitte, die Abscheidung der mechanisch beigemischten fremden Körper und die Zerstörung des Farbstoffes. Die erstere geschieht durch Kochen mit heissem Wasser, die letztere durch Bleichen, wobei die Naturbleiche der künstlichen Bleiche vorgezogen wird.

Von den vegetabilischen Wachsarten sind zu erwähnen: Das **Carnaubawachs**, von einer Pflanzenart in Südamerika stammend. Die Blätter dieser Pflanze sind mit einer Wachsschicht überzogen. Diese Wachsart dient hauptsächlich im nördlichen Südamerika zur Kerzenfabrikation. Dem Carnaubawachs ähnlich ist das **Palmwachs**, wie es von den berühmten Andespalmen geliefert wird. Es ist sehr selten und wird daher nur in der Heimat der Andespalm zur Herstellung von Kerzen verwendet. Die Stammpflanze des **Feigenwachses** (javanisches Wachs) ist ein Feigenbaum, der nach dem Anschneiden reichliche Mengen eines weissen rahmähnlichen Milchsaftes ausfliessen lässt, der durch Eindampfen das Feigenwachs gibt. Das **japanische Wachs** wird in Japan, China und Ostindien aus dem Samen einer Sumachart gewonnen, das **Myrthenwachs** von mehreren Arten der Gattung Myrica (Wachsmyrthe). Die in Nordamerika, Venezuela und dem Kap der guten Hoffnung vorkommenden Sträucher haben eine erbsengrosse Steinfrucht, die mit einer 0,1 – 0,3 mm dicken weissen Fettschicht überzogen sind, welche das Myrthenwachs giebt.

**Wallrath**, Spermaceti, findet sich in eigenen Knochenhöhlen einiger, der zu den Walen gehörigen Potfisch- und Cachelotarten. Die erlegten Tiere werden geöffnet, das Fett ausgeschöpft und in Fässer gefüllt. Es scheidet sich dann eine bräunliche gelbe krystallinische Masse aus – das rohe Spermaceti. Dieses wird dann durch Abtropfenlassen und Abpressen von dem flüssig bleibenden Anteile, d. i. dem **Wallrathöl** oder **Spermacetiöl**, geschieden und einer Reinigung unterworfen, welche in einem wiederholten Umschmelzen, Durchsiehen und Waschen besteht. Für die Kerzenfabrikation hat das Wallrath heute seine Bedeutung vollständig verloren, dagegen findet es noch vielfach Anwendung zur Herstellung von Seifen und Pomaden.

**Stearin** wird aus Talg, Palmöl, Schweinefett, Cocosbutter, Woll- und Walkfett und Sheabutter hergestellt. Diese Fette werden durch Verseifung in Fettsäure und **Glycerin** getrennt und die so erhaltenen Fettsäuren dann zur Abscheidung der flüssigen Teile zuerst einer kalten und hierauf einer warmen Pressung in hydraulischen Pressen unterworfen. Die in der Presse zurückbleibende feste Masse ist das Stearin. Zur Verseifung benutzt die Stearinfabrikation verschiedene Methoden, indem sie entweder mit Kalk, Schwefelsäure oder mit Wasser verseift.

Der Erste, der die Zerlegung der Fette für den Grossbetrieb geeignet machte, war Ad. de Milly. Nach seinem ersten Verfahren wurde in offenen oder geschlossenen Gefässen mit 14 - 17% Kalk verseift und die entstandene Kalkseife mit Schwefelsäure zersetzt. Später fand de Milly, dass, wenn man in geschlossenen Apparaten, sog. Autoklaven unter Druck arbeitet, man mit einer wesentlich geringeren Kalkmenge auskommen kann, und zwar bei einem Druck von 8 – 10 Atm. mit 2 – 4 % Kalk. Erhöht man den Druck noch, so kann man schliesslich ohne Kalk auskommen, doch bietet diese Methode praktische Schwierigkeiten. Anstatt Kalk verwendet man auch vielfach Magnesia.

Bei Verwendung von Schwefelsäure hat man wieder zwei Methoden. Nach der ersten wirkt die Schwefelsäure mehrere Stunden auf das erwärmte Fett, nach der zweiten Methode lässt man das auf 105 – 110° Celsius gebrachte Fett mit einigen Prozenten Schwefelsäure nur wenige Minuten in Berührung und kocht dann mit schwefelsäurehaltigem Wasser.

Zur **Paraffin**bereitung diene ursprünglich ausnahmslos Holzteer. Gegenwärtig sind es namentlich Petroleumrückstände, Bitumen und Ozokerit, welche als ergiebige Materialien für Paraffingewinnung in Verwendung stehen. Es erfolgt zunächst eine trockene Destillation in Schwel- oder Retortenöfen, wobei die durch Kondensation der Destillationsprodukte erhaltenen Flüssigkeiten, d. i. Teer und Teerwasser, durch längere Ruhe abgeschieden werden. Der gewonnene Teer wird, nachdem er vorher entwässert wurde, einer neuerlichen Destillation unterworfen, wobei dann als Rückstand die Paraffinmasse verbleibt. Diese wird dann einer weiteren Reinigung unterzogen und schliesslich in Blechformen zu Tafeln geformt und so in den Handel gebracht. Das Paraffin ist wegen seines schönen Aussehens und des mit demselben zu erzielenden blendend weissen Lichtes ein vorzügliches Kerzenmaterial, und gilt dies besonders von den harten Paraffinsorten.

**Ceresin** ist ein dem Wachs ähnliches, aus Ozokerit hergestelltes Produkt. Ozokerit, auch unter dem Namen Bergwachs, Erdwachs, Bergteer, Naphtagil, Nefgil, Riechwachs bekannt, ist ein an vielen Orten vorkommendes Mineral. Als Hauptfundorte sind zu erwähnen Goming in Niederösterreich, Bowyslaw, Dzwieniasz. Früher verarbeitete man dieses Gemenge von Kohlenwasserstoffen auf Paraffin, bis im Anfang der 70er Jahre in Stockerau bei Wien und fast gleichzeitig in Frankfurt a. O. Fabriken auftauchten, die das Produkt Ceresin in den Handel brachten. Zur Herstellung wird das Ozokerit geschmolzen und entfärbt und können aus gutem Ozokerit 70 – 80 % weisses Ceresin erhalten werden. Ceresin ist wegen seines, weit mehr dem Wachs sich nähernden Charakters einer allgemeineren Verwendung fähig, als das Paraffin, und dient auch zur Verfälschung von Wachs.

Die **Öle** finden sich in grossen Mengen sowohl im Tier-, im Mineral- wie auch im Pflanzenreich und kommen in letzterem in verschiedenen Teilen der Pflanze, namentlich in den Samen und der fleischigen Masse der Früchte vor. Die vegetabilischen Öle werden meistens durch Pressen erhalten, nachdem die Samen vorher zerquetscht oder gepulvert waren.

Das **Olivenöl**, Baumöl, wird aus dem bläulich- oder bräunlich-grünen Fleisch der Olive gewonnen. Als Brennmaterial wird nur das durch ein zweites Pressen erhaltene Olivenöl verwendet, nachdem man die besseren Sorten durch ein schwaches Pressen in der Kälte abgesondert hat.

**Rüböl** wird aus dem Samen verschiedener Rübsenarten hergestellt (Winterrübsen, Sommerrübsen u.s.w.). Der Kohlraps liefert das Raps- oder Colzaöl. Vor dem Auspressen erwärmt man den, schon einige Monate lang in einem, vor Feuchtigkeit geschützten Raum, gelagerten Samen und wendet auch warme Pressung an. Das rohe Rüböl ist zum Brennen durchaus nicht verwendbar und muss, bevor es verwendet werden kann, einer Raffinierung unterworfen werden, die in einer Behandlung mit Schwefelsäure besteht.

**Fischöle** oder **Thrane** werden durch Schmelzen des Specks verschiedener Fischarten, besonders aus der Gattung der Cetaceen, gewonnen. Als Leuchtstoffe kommen besonders Robbenthran und Haifischthran in Betracht.

Von weitaus grösserer Bedeutung wie die animalischen und vegetabilischen Öle sind heute für die Beleuchtungsindustrie die **Mineralöle**. Dieselben sind, soweit sie zu Beleuchtungszwecken in Betracht kommen, fast ausnahmslos Destillationsprodukte des Rohpetroleums. Das Rohpetroleum ist eine mehr oder weniger dickflüssige, ölige Substanz von hellgrüner, dunkelgrüner, dunkelbrauner, ja schwarzer Farbe. In vielen Gegenden ist dasselbe schon seit Jahrtausenden bekannt.

Die Gewinnung geschieht durch Abteufen eines Schachtes von 0,95 – 1 qm. Damit der Schacht nicht abkühlt, wird gewöhnlich oben ein Verschlusskasten aufgesetzt. Aus diesem Schachte wird dann bei den primitivsten Einrichtungen das Öl einfach durch Herausschöpfen mittels eines Eimers gewonnen, ähnlich wie bei einem Ziehbrunnen das Wasser über Tag gebracht wird. In Amerika geschieht die Heraufbeförderung des Erdöls gewöhnlich mittels Pumpen, die das Rohprodukt dann weiter durch Rohrleitungen in grosse Behälter drücken, von denen aus dasselbe durch unterirdische Leitungen nach der Destillierstube gebracht wird.

Hier werden dann durch Erhitzen in grossen Kesseln nacheinander die folgenden Substanzen abgeschieden:

1. Petroleumäther, **Gasolin** (destilliert bei 50 – 70 ° als farblose Flüssigkeit).
2. **Benzin** (destilliert bei 70 – 90 °).
3. **Ligroin** (destilliert bei 90 – 120 °).
4. **Putzöl** (zum Putzen von Metall und als Ersatz von Terpentinöl).
5. **Brennpetroleum**, raffiniertes Petroleum, Kerosin, Steinöl, enthält die zwischen 150 – 300° destillierenden Bestandteile. Dasselbe ist nicht so explosibel wie die unter 1–3 erwähnten Destillate und kann ohne Docht nicht zum Brennen gebracht werden.

Die weiteren zurückbleibenden Bestandteile werden auf Schmieröle, Paraffinöle, Vaseline und endlich Paraffin verarbeitet.

Die als Brennöle zu verwendenden Destillate werden noch einer weiteren Raffination unterworfen, die wesentlich den Zweck hat, möglichst farb- und geruchlose Produkte zu erhalten. Die Raffination beruht auf der Anwendung von Schwefelsäure und einer nachherigen Waschung mit Sodalösung. Das so raffinierte Petroleum kommt dann als Salonöl, Kaiseröl u.s.w. in den Handel.

Was den Petroleumverbrauch in Deutschland anbetrifft, so ist derselbe, trotz der allgemeinen Einführung der Gasbeleuchtung, in stetem Wachstum begriffen. Während im Jahre 1875 der Verbrauch sich auf 201781 t stellte, wurden

1885	. . .	518.612 t (à 1000 kg)
1895	. . .	916.050 t
und 1900	. . .	1.160.707 t verbraucht.

Von den letzteren waren 922.710 t raffiniertes Petroleum.

Pro Kopf der Bevölkerung stellte sich der Verbrauch im Jahre 1875 auf 4,76 kg zum Preise von  $\mathcal{M}$  1,11 und im Jahre 1900 auf 20,66 kg zum Preise von  $\mathcal{M}$  1,95.

Für die Lieferung des Petroleums nach Deutschland kommen vor allem Russland und Nordamerika in Betracht. In den letzten drei Jahren macht sich ein Rückgang der Einfuhr von Nordamerika, dagegen eine Zunahme der Einfuhr von russischem Petroleum bemerkbar, und zwar ist die Einfuhr von amerikanischem Petroleum von 704.817 t auf 693.990 t gesunken, dagegen diejenige von russischem Petroleum von 61.774 t auf 128.798 t gestiegen.

Deutschlands Petroleumindustrie ist noch verhältnismässig unbedeutend. Die Produktion betrug 1898 13.794 t und stieg 1899 auf 270.278 t. Insgesamt wurden 491 Arbeiter in der Petroleumindustrie beschäftigt, davon im Elsass 349. Die Ausbeute bei Sulz in W. und Pechelbronn im Elsass betrug 23.000 t à  $\mathcal{M}$  5,19 pro 100 kg, diejenige in Ölheim bei Ödessa (Hannover) 3.400 t à  $\mathcal{M}$  10,80 pro 100 kg.

Ausser den erwähnten Hauptproduktionsgebieten Russland und Nordamerika kommt Petroleum in grösserer Menge noch in Galizien und Rumänien vor.

**Photogen** und **Solaröl** sind ebenfalls Destillate, die bei der Destillation von Steinkohlen-, Braunkohlen-, Torf- oder Brandschieferterer gewonnen werden. Es zeigen diese Stoffe ähnliche Eigenschaften wie Petroleum.

**Weingeist**, **Spiritus** und **Fuselöle** werden entweder aus Zuckermelasse oder meistens aus stärkehaltigen Stoffen, wie Getreide und Kartoffeln hergestellt, indem man deren Stärke zuerst durch Einwirkung von Hefe in gärungsfähigen Zucker überführt. Die vergorenen Flüssigkeiten werden destilliert, wobei der schon bei 79 ° siedende Alkohol mit etwas Wasser zuerst übergeht, während die nicht flüchtigen Stoffe und der grösste Teil des Wassers zurückbleiben (als Schlempe).

## II. Die Beleuchtung mit festen und flüssigen Leuchtstoffen.

Die allerersten Leuchtstoffe, die zur Beleuchtung von Wohnräumen benutzt wurden, waren feste Stoffe, - gewöhnlich Kienholz, welches mit seiner stark russenden Flamme naturgemäss nur eine sehr unvollkommene Beleuchtung bieten konnte.

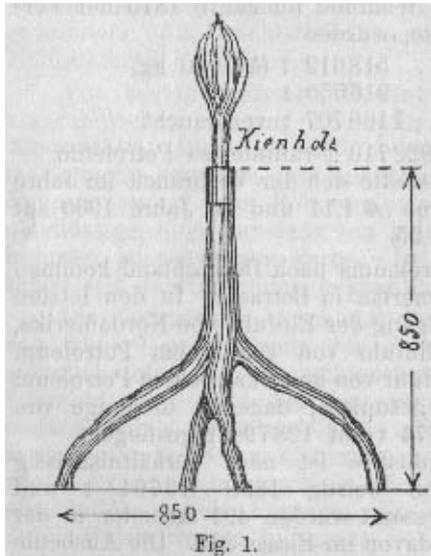
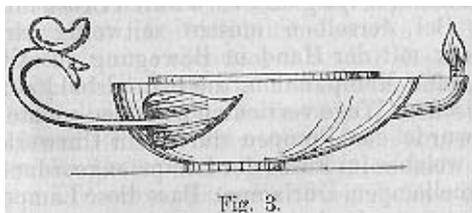


Fig. 1 stellt einen alten Holzständer für Kienfackel zur Beleuchtung einer Spinnstube aus dem Warthebruch dar. Dieser Kienspahnhalter besteht aus dem 0,850 m hohen Wurzelende eines jung geschlagenen Baumes. Die vier Wurzeläste bilden den Fuss. Zur Aufnahme der Fackel dient eine vertikale Aushöhlung des Stammes, welche von einem schmiedeeisernen Ring umschlossen wird. Das Alter dieses, jetzt auf der Berliner Ausstellung ausgestellten Ständers wird auf 500 Jahre geschätzt. Dasselbst war auch eine Hängelampe für Kienfeuerung zu sehen und ist diese Lampe in Fig. 2 wiedergegeben. Das Alter dieser Lampe hat sich nicht feststellen lassen; jedoch findet man derartige Lampen noch heute in den

Dörfern des waldreichen Sternberger Kreises im Gebrauch.

Doch schon bei den alten Egyptern kannte man Öllampen (Fig. 3), die besonders in ihrer äusseren Form von vollendeter Schönheit waren, in praktischer

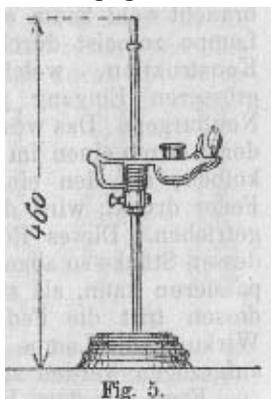


Beziehung aber höchst unvollkommen genannt werden müssen; die

Flamme war stark russend, bei grossem Ölverbrauch trübe und der Ölbehälter ungünstig angeordnet. Im Prinzip finden wir die Antiklampen wieder in den alten

Küchenlampen (Fig. 4), die vielen der Leser noch bekannt sein dürften.

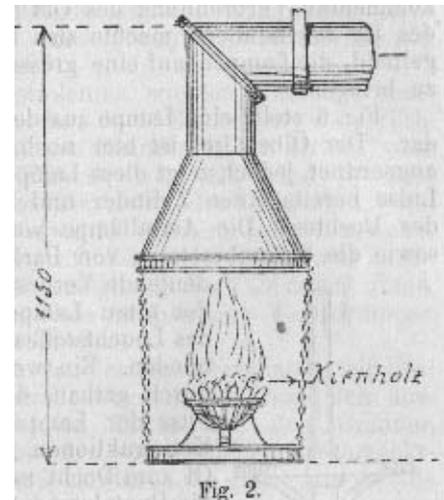
In Fig. 5 ist eine alte Ständerlampe für Öl- oder Talgfüllung wiedergegeben.



Die Anordnung des flachen Gefässes mit der Dochtülle hat sich seit den Tagen der Römer bis zum Tode Friedrich des Grossen fast unverändert erhalten.

Es zeigte sich somit hier jahrhundertlang kein wesentlicher Fortschritt, und ist eine bahnbrechende Umgestaltung der alten primitiven Bauart erst mit der

Einführung des Plattdochtes durch Clas Alströmer im Jahre 1784 zu verzeichnen; dieser Fortschritt wurde bei weitem überwogen durch die Einführung des Hohllechtes, durch Aimé Argand (1789); durch diesen war es ermöglicht, auch in das Innere der Flamme Luft zuzuführen, womit eine vollkommeneren Verbrennung des Öls gewährleistet war. Am Anfang des 19. Jahrhunderts



machte sich nach und nach das Bedürfnis geltend, die Lampen auf eine grössere Höhe der Vervollkommnung zu bringen.

Fig. 6 stellt eine Lampe aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts dar. Der Ölbehälter ist hier noch kreuzförmig um den Brenner angeordnet, jedoch zeigt diese Lampe aus dem Hausrat der Königin Luise bereits einen Zylinder und eine Schraube zum Verstellen des Doctes. Die Astrallampe von Bordier und Marcet (1809), sowie die Sinumbralampe von Parker bedeuten eine weitere bedeutende Verbesserung, indem sie die Nachteile der alten Lampen – Schattenwerfen, Sinken des Leuchtstoffes vom Dochtende u.s.w. – vermieden. Ein weiterer Fortschritt war auch dadurch gethan, dass man den Behälter in den Fuss der Lampe verlegte, wodurch allerdings Konstruktionen notwendig wurden, um das Öl zum Docht zu heben. So entstand zunächst die Pumplampe (1765 von Grosse – verbessert von Hoffmann, Leipzig und

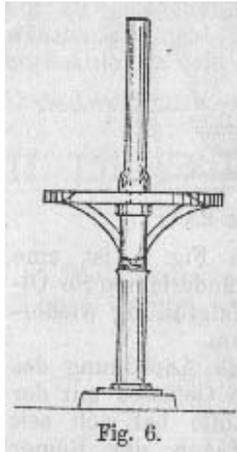


Fig. 6.

1803 durch Brochant, Paris). Bei derselben musste zeitweilig ein Pumpwerk mit der Hand in Bewegung gesetzt werden, eine Manipulation, die man alsbald auf mechanischem Wege verrichten zu lassen suchte. Später wurde das Pumpen durch ein Uhrwerk besorgt, welches im Fusse der Lampe angeordnet war (Carcellampen, Uhrlampe). Dass diese Lampe trotz der mannigfachen Vorzüge ein kostspieliger Apparat war, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Es wurde deshalb diese Lampe zumeist durch die Franchot'sche Lampe verdrängt, eine Konstruktion, welche unter dem Namen Moderateurlampe grösseren Eingang gefunden hat (1836, verbessert 1854 von Neuburger). Das wesentliche ihrer Konstruktion beruht in folgendem: durch einen im Innern des Ölbehälters angebrachten Lederkolben, auf den eine durch Aufziehen in Spannung versetzte Feder drückt, wird das Öl durch ein Röhrrchen in den Brenner

getrieben. Dieses Röhrrchen birgt einen Stift in seinem Innern, dessen Stücke so abgemessen sind, dass nur soviel Öl das Röhrrchen passieren kann, als zur Speisung der Flamme nötig ist. Infolgedessen tritt die Feder erst nach 7–8 Stunden wieder ausser Wirkung, die Lampe brennt also solange, ohne inzwischen wieder aufgezogen werden zu müssen.

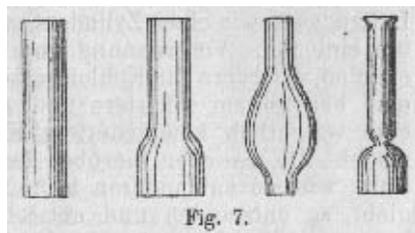
Etwa mit dem Jahre 1855 tritt die Entwicklung der Lampe in ein neues Stadium durch die Einführung der flüchtigen Öle. Bis dahin waren es Rüböl, Oliven- und Baumöl, Cocosnussöl, Thran und Wallrath- oder Spermacetiöl, welche ausschliesslich Anwendung fanden, während von dem erwähnten Jahre ab das Erdöl, Petroleum, Ligroin, Photogen, Solaröl, Camphin u.s.w. mehr in Aufnahme kamen und neue Konstruktionen für Lampen bedingten.

Die Verwendbarkeit des Petroleums, wie der Mineralöle überhaupt, unterscheidet sich von der der Pflanzenöle wesentlich. Wie bereits oben angedeutet, müssen Pflanzenöle, da sie im Docht nur etwa 2 cm steigen, der Flamme möglichst nahe gebracht werden. Demgegenüber hat das Petroleum den grossen Vorteil, dass es viel leichter und zwar etwa 15-20 cm, ja im erwärmten Brenner noch höher in den Haarröhrrchen der Baumwolle bzw. des Doctes steigt und es somit ermöglicht, den Ölbehälter unterhalb des Brenners anzubringen, ohne mechanische Vorrichtungen zum Heben des Öles nötig zu haben.

Die Verbesserungen, die in den letzten Jahrzehnten seit Einführung der Mineralöle angestrebt wurden, beziehen sich ausschliesslich auf den Zylinder, den Docht und den Brenner, während der Fuss und die Glocke den verschiedenen Geschmacksrichtungen angepasst wurden und hierdurch die ganze Lampe eine formvollendete Umgestaltung erfahren hat.

Der Zylinder hat den Zweck, erstens die von dem Brenner eingeleitete Luftzuführung zwecks vollständiger Oxydation der Öldämpfe zu vollenden, d. h. das Russen zu vermeiden, dann aber auch der Flamme die gewünschte Form zu geben, die teilweise durch den Brenner bedingt ist. Die ersten Zylinder waren von Schwarzblech, welche über der Flamme angebracht wurden; bei der, der Luftzuführung günstigsten Stellung war jedoch die Flamme zum Teil schon bedeckt. Deshalb kam Argand auf den Gedanken, gläserne Zugrohre anzuwenden, die man anfangs gänzlich über der Flamme anbrachte, sodass die Luft neben der

Flamme in die untere Mündung des Zylinders eintrat. Später setzte man den Zylinder auf den Brenner auf und liess die Luft durch ein weiter unten liegendes Loch eintreten. Auch diese Anordnung hatte noch nicht den gewünschten Erfolg. Erst nachdem man den Zylinder etwa in der Höhe der Flamme einschnürte, erzielte man bessere Resultate. Es wurde nämlich durch diese Einschnürung die Zugluft gezwungen, direkt mit der Flamme in Berührung zu kommen, wodurch die Flamme an Helligkeit gewinnt. Die neueren Konstruktionen Central-, Vulkan- und Kosmos-Vulkanbrenner, bei denen die Flamme auseinandergewidert wird, bedingten auch neue Zylinderformen (Fig. 7).



Der Docht dient dazu, das Öl aus dem Ölbehälter anzusaugen und an die Verbrennungsstelle zu leiten. Es muss deshalb der Docht vor allem lose gewebt sein, damit um die einzelnen Fäden dünne Kanäle, sog. Capillaren, entstehen. Um eine Verstopfung der Kanäle zu vermeiden, hat man verschiedene Vorschläge gemacht (Durchziehen mit Glas- oder Metallfäden), auch hat man versucht, die Baumwolle durch hitzebeständige Stoffe zu ersetzen, von denen zu erwähnen sind: Bimsstein mit Thon, poröser Kalk, Gyps, Silikate, Sand, Kohle, Glaswolle u.s.w. Alle die Dochte aus den letztgenannten Materialien sind aufgetaucht, um bald wieder zu verschwinden, oder überhaupt nicht aus dem Laboratorium herauszukommen und der Baumwoll- und Wolldocht ist der heutzutage ausschliesslich verwendete.

Was den Brenner anbetrifft, so hat dieser, als die Seele der Lampe, die meisten Umänderungen und Verbesserungen erfahren. Der Erfindungsgeist scheint sich eine Zeit lang mit Vorliebe gerade diesem Gebiet zugewandt zu haben, denn die Brennerkonstruktionen zählen nach hunderten, und noch jetzt erscheint kaum ein Patentbericht, in welchem nicht ein oder zwei Verbesserungen an Petroleumbrennern angeführt sind. Es würde deshalb zu weit führen, auf alle diese Konstruktionen, die vielfach nur im Modell bestehen, einzugehen, und seien daher hier einige neuere, bewährte Konstruktionen angeführt.

Folgen wir zunächst im Auszug den Ausführungen von Wild & Wessel, welche in ihrer Broschüre: „Fünfzig Jahre in der Lampenindustrie“ ein lehrreiches Bild geben von der Entwicklung ihres Etablissements in den letzten 50 Jahren, um zu ersehen, welche Bedingungen bei einer guten Brennerkonstruktion zu erfüllen sind: „Die Brennerkonstruktionen bilden für sich ein wichtiges Gebiet in der Lampenfabrikation, auf dem wir die weitgehendsten Erfahrungen zu sammeln uns stets bemüht haben. Während bei der Verwendung vegetabilischer Öle (Rüböl) im Wesentlichen das Vorhandensein eines inneren und eines äusseren Luftzuges, sowie eines Zylinders, wie beim Argandbrenner, genügt, um eine reine Verbrennung und eine gut leuchtende Flamme zu erzielen, erfordern die Kohlenwasserstoffe, also auch das Petroleum, eine bei weitem schärfere und genauere Luftzuführung, welche eine wesentlich kompliziertere Konstruktion des Brenners nötig macht. Da es aber hierüber bestimmte wissenschaftliche Lehrsätze, wie sie auf anderen technischen Gebieten herrschen, nicht giebt, so entstanden und entstehen noch heute die Petroleumbrenner lediglich empirisch, also durch Versuche unter Anlehnung an frühere Erfahrungen, die bezüglich der künstlichen Verteilung des Luftzuges und seiner Steigerung durch den dem Brenner richtig angepassten Glaszylinder gesammelt wurden. Dabei muss der Fachmann noch eine Anzahl Nebenumstände berücksichtigen, welche die Herstellung eines guten Brenners erschweren.

Abgesehen von dem Unterschiede der Konstruktionen von Flach- und Rundbrennern überhaupt, darf die Höhe eines Brenners über ein bestimmtes Mass nicht hinausgehen, seine Dochtführung soll für Jedermann verständlich und leicht zu handhaben und die Reinigung des inneren Brenners leicht auszuführen sein. Ist dies alles wohl berücksichtigt, so ist die Konstruktion des Brenners trotz seiner augenblicklich guten Leistung noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Durch einige günstige Versuche waren wir niemals derartig befriedigt, dass wir einen Brenner ohne weiteres den Händen des Publikums überlassen

hätten. Ehe dies geschehen darf, ist noch den verschiedenen zufälligen Umständen Rechnung zu tragen, unter denen eine Lampe benutzt wird. In erster Linie ist ein Brenner nicht nur einem Brennstoff guter Qualität anzupassen, vielmehr einer Durchschnitts-Qualität, wie sie gewöhnlich im Handel vorkommt. Ferner spielt der Docht und der nicht immer genau und gleichmässig in seiner Form hergestellte Zylinder eine wichtige Rolle. Endlich sind die Proben bei einer Durchschnitts-Luftreinheit anzustellen; denn derselbe Brenner kann in dem einen Raum eine sehr gute Flamme erzeugen, in einem anderen aber mit weniger reinen Luft nicht.“

In der Broschüre sind nun einige Beispiele angeführt, welche diese Erfahrungen beweisen, und schliesslich ist darauf hingewiesen, dass: „selbst wenn der Fabrikant bei der Konstruktion des Brenners Alles zu vermeiden gewusst hat, was sich bei seinem Gebrauche als unzuweckmässig herausstellen könnte, doch noch Übelstände bei seiner Benutzung durch mangelnde Reinhaltung des Brenners und sonstige Unachtsamkeit in seiner Behandlung hervorgerufen werden.“

Neben dem Flachbrenner und dem Brenner mit rundem Volldocht hat sich als höhere Stufe vor allem der Rundbrenner entwickelt, welcher die Flamme als dünnwandigen Kegel hochsteigen lässt, indem er sie zu grosser Fläche auszieht und ihr von allen Seiten Luft zuführt. Daneben ist eine Verbindung des Flachbrenners mit dem Rundbrenner und die konzentrische Anordnung mehrerer Ringbrenner versucht worden, jedoch ohne Erfolg, da das Mass des Ölverbrauchs in keinem Verhältnis stand zu der erreichten grösseren Lichtmenge. Dagegen ist die Vereinigung

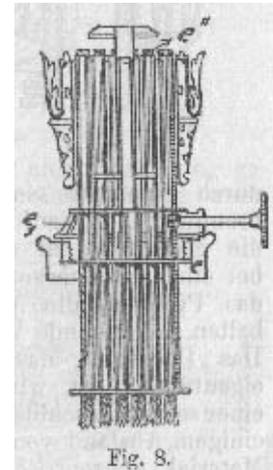


Fig. 8.

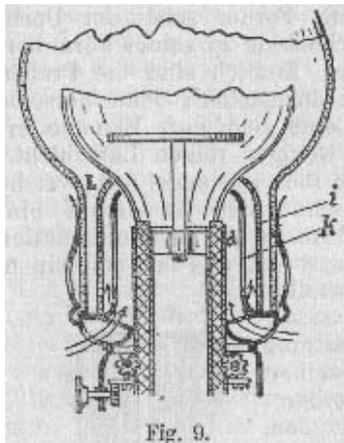


Fig. 9.

mehrerer Volldocht-brenner zu einem System, dem Mitraillesenbrenner, mehrfach mit Erfolg ausgeführt worden, ohne sich ein grösseres Verwendungsgebiet erobert zu haben. Bei der Konstruktion von Schuster & Bär in Berlin sind (Fig. 8) 8, 10 oder 12 volle runde Dochte durch kurze Rohrstücke, welche auf einer Scheibe sitzen, gehalten, während die eigentliche Führung in längeren feststehenden Rohren geschieht. Die Hebung des Dochtes geschieht dadurch auf einmal und zwar durch eine kleine Zahnstange, welche an der Scheibe befestigt ist und die in einen Stahltrieb eingreift, die Luftzuführung geschieht ähnlich wie bei den Rundbrennern durch den Luftkasten e mit den Öffnungen e 1 und dem Rohr e. Die entsprechende Verteilung der Luft geschieht durch die Brandscheibe. Den Brennern wird nachgerühmt, dass sie besonders bei schweren Petroleumsorten gute Resultate geben, wenngleich der Ölverbrauch ein etwas grösserer ist, wie bei den gewöhnlichen Brennern. Trotzdem hat der einfache Rundbrenner neben dem Flachbrenner das Feld behauptet.

In der oben wiedergegebenen Auslassung von Wild & Wessel sind die Hauptgesichtspunkte angegeben, nach denen im allgemeinen die Brenner zu bauen sind. Für die vollständige Verbrennung und sichere Entwicklung der Flamme muss vor allem durch richtige Zuführung der Luft gesorgt werden. Fast alle Brenner lassen das Bestreben erkennen, die Luft anzuwärmen, ehe sie die Petroleumdämpfe trifft und hierbei die von der Wärme in Mitleidenschaft gezogenen Teile gleichzeitig etwas abzukühlen. Man sucht hierdurch einer-

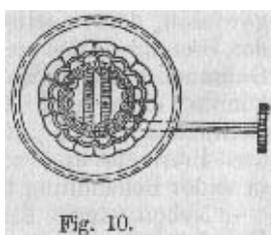


Fig. 10.

seits eine vollkommene Verbrennung herbeizuführen und andererseits die Metallteile zu schonen. So ist z. B. bei einer Brennerkonstruktion von Deimel das Problem, die Wärme zusammen zu halten, auf folgende Weise versucht (Fig. 9). Das Dochtrohr, das jedem Rundbrenner eigentümlich ist, wird weit überragt von einer seitlich geschlitzten Kappe k,



Fig. 11.

welche in einigem Abstand von einer Isolierkappe *i* aus schwerschmelzbaren Material konzentrisch umgeben ist. Zwischen dem bauchigen und Zylinder der Isolierkappe bildet sich eine Luftschicht *L*, welche ebenfalls noch isolierend wirkt. Die Luft, die durch *k* eintritt und dort vorgewärmt wird, tritt daher ziemlich warm zur Flamme und bewirkt hier eine möglichst vollkommene Verbrennung. Ein ähnlicher Zweck soll auch durch den unter No. 79249

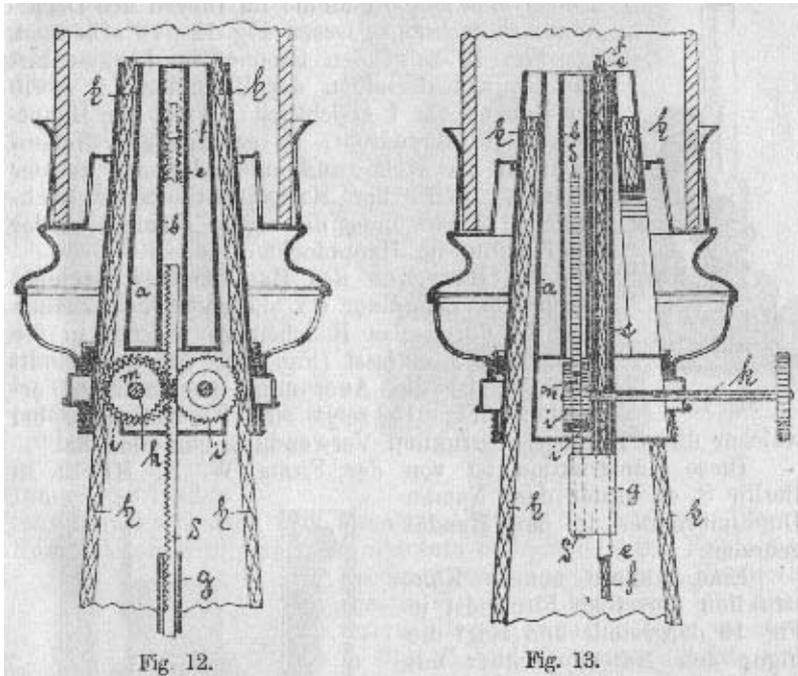


Fig. 12.

Fig. 13.

patentierten Brenner von Stüben & Co. erreicht werden. Die Dochtöhse ist hier kanneliert und soll mit diesen Kannelierungen bezweckt werden, dass Luft mit Öldämpfen gemischt aus dem Ölbehälter zwischen Docht und Hülse zur Flamme gelangt, indem sie sich auf ihrem Weg erwärmt, anderseits soll aber auch die Saugwirkung des Dochtes erhöht werden, weil der Docht nicht durchweg gedrückt wird. Derselbe Zweck kann auch erreicht werden, wenn man mit dem Docht vereinigte

Wulste anstelle der Kannelierungen treten lässt (Fig. 10 u. 11).

In Fig. 9 ist eine Brandscheibe zu erkennen, die den Zweck hat, die Flamme auszubreiten, die nachträglich wieder durch den Luftzug des Zylinders zusammengezogen wird. Hierbei schützt sich gleichzeitig das innere Brennerrohr vor Unreinigkeiten, welche beim Putzen des Dochtes abfallen. Gewöhnlich dient sie dann noch zur gleichmässigen Verteilung der Luft, die von unten eintritt, indem das an die Scheibe anschliessende Rohr siebartig durchlocht ist.

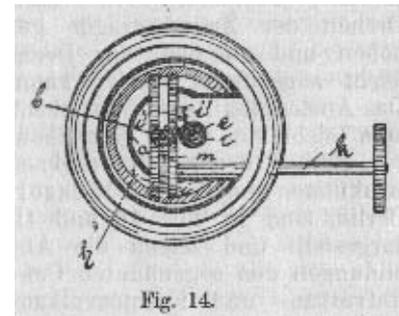


Fig. 14.

Die Bewegung des Dochtes geschieht fast ausschliesslich durch ein kleines Zahnrad, das direkt auf den Docht aufdrückt und demselben seine Bewegung mitteilt.

Die Einrichtung eines Brenners, bei dem besonders auch das lästige Anzünden dadurch vermieden ist, dass beim Ausdrehen eine kleine Flamme im Innern des Dochtrohres weiterbrennt, lassen Fig. 12 – 14 erkennen.

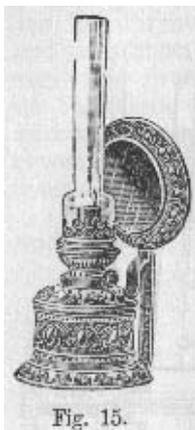


Fig. 15.

Fig. 12 zeigt den Brenner im Längsschnitt und ist aus derselben der Hauptdocht *h* sowie der Nebendocht *f* ersichtlich. Wird der Hauptdocht heruntergedreht, so gelangt der Nebendocht in die Höhe und entzündet sich an der Flamme. Wird der Hauptdocht wieder hochgedreht, so entzündet die kleine Flamme wieder die Flamme am Hauptdocht.

Die Bewegung des Hauptdochtes geschieht durch die Zahnräder *i*, diejenige des kleinen Dochtes durch das Rädchen *m*, welches in die Zahnstange *s* einfasst (Fig. 13). Im Querschnitt (Fig. 14) ist die Anordnung nochmals zu erkennen. Fig. 15 zeigt eine Küchenlampe, bei welcher diese Brennerkonstruktion Verwendung gefunden hat.

Diese Kontruktion ist von der Firma W. H. Hecht in Berlin S. 42 unter dem Namen Duplumbrenner in den Handel gebracht.

Eine weitere neuere Konstruktion derselben Firma ist in Fig. 16 dargestellt und zeigt die Figur den Marcellabrenner mit Anzündevorrichtung. Dieser Brenner

lässt einen kleinen Hebel B erkennen, durch dessen Drehen der Zylinderträger gehoben und nunmehr der Docht leicht angezündet werden kann. Das Auslöschten kann dann ebenfalls leicht von unten geschehen.

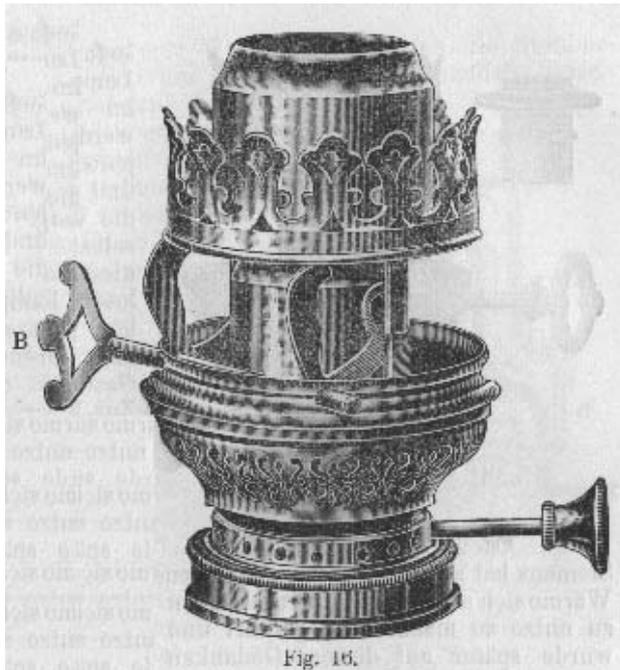


Fig. 16.

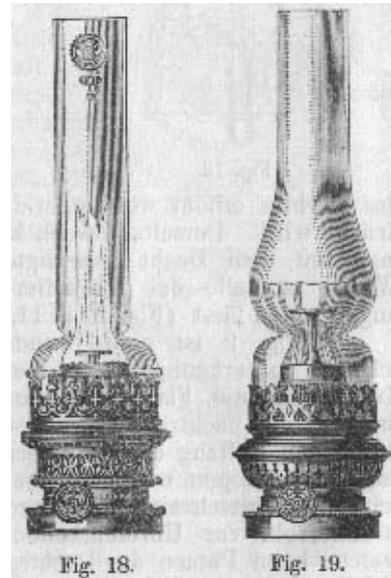


Fig. 18.

Fig. 19.

Einige neuere Brennerkonstruktionen von Wild & Wessel, Berlin, sind in Fig. 18 und 19 dargestellt und zeigen die Abbildungen den sogenannten Centralvulkanbrenner und Kosmosvulkanbrenner.

Weitere Brennerkonstruktionen von der Firma S c h u s t e r und B a e r , Berlin, sind in Fig. 20 – 22 wiedergegeben. Die in Abbildung 20 dargestellte Lampe ist unter dem Namen Reichslampe oder Reichsblitzlampe auf den Markt gebracht worden, und eignet sich besonders zur Beleuchtung grösserer Räume.

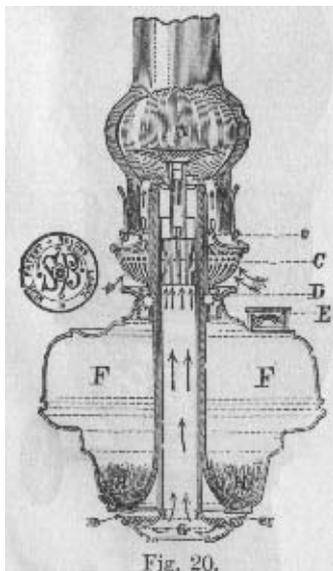


Fig. 20.

Fig. 20 stellt die Lampe im Durchschnitt dar, und ist aus der Zeichnung besonders die durch Pfeile angedeutete Luftzuführung zu erkennen. Bei G erfolgt die Luftzuführung in das Innere des Dochtrohres und C nach dem äusseren Umfang des Dochtes. Dieser Konstruktion wird besonders absolute Sicherheit gegen Explosion nachgerühmt. Von neuesten Brennern dieser Firma ist besonders der I m p e r i a l – B r e n n e r zu erwähnen, welcher in Fig. 21 und 22 dargestellt ist, und zwar zeigt Fig. 21 den Brenner mit Hebevorrichtung, Fig. 22 ohne dieselbe. Der Brenner wird in zwei Grössen, 15''' und 20''' (beide auf Gewinde von 14''' passend), hergestellt und zeichnet sich derselbe durch grosse Einfachheit und entsprechende Billigkeit aus.

Vielfach ist der Versuch gemacht worden, den Docht zu vermeiden. Es muss in diesem Fall das Petroleum dem Brenner in einer Form zugeführt werden, welche eines Dochtes nicht mehr bedarf, nämlich als Gas. Die Vergasung der Brennstoffe geschieht durch genügende Erhitzung und muss auch bei jeder Dochtlampe der Verbrennung eine Vergasung vorausgehen, sodass jede Kerze und jede Lampe als eine Gasanstalt im Kleinen angesehen werden kann. Während jedoch bei den Kerzen und Lampen mit Docht die Vergasung am Brenner selbst erfolgt, geschieht dieselbe bei den dochtlosen Lampen schon vorher, sodass der Brennstoff dem Brenner bereits in Gasform zugeführt wird. Zur Vergasung des Brennstoffs wird die Wärme benutzt, die durch die Flamme entsteht bzw. mit den Verbrennungsprodukten, d.i. den Abgasen, abzieht. Siemens hat zuerst die Idee, die Regenerierung der sonst verlorenen Wärme sich auch bei Petroleumlampen zu nutze zu

machen, ausgeführt und wurde später auf diesem Gedanken weitergebaut. Die betreffenden Konstruktionen haben den Namen **R e g e n e r a t i v**-Lampen erhalten. Besonders ist es hier **J u l i u s S c h ü l k e**, der sich um die Ausbildung dieser Art von Lampen verdient gemacht hat. Fig. 23 zeigt im Durchschnitt eine derartige Ölgaslampe von **T i c h e l m a n n**, die das Prinzip derartiger Konstruktionen erkennen lässt. Das Öl fließt bei dieser Lampe von dem isolierten Bassin **b** durch das Rohr **c** in die Ringkammer **d**, um als Gas durch das Sieb über der Kammer **d** in die Brennröhrchen **g** überzuströmen. Die Leuchtflammen schlagen in den Abzug **e**. Die Kammer **d** besitzt nun

nach innen gerichtete, feine Öffnungen **f**; durch diese soll das Öl austreten, um Stoff für die Anwärmflammen zu liefern, die auch während des Brennens der Hauptflammen weiterbrennen.

In wesentlich einfacherer Weise gestaltet sich die Brenner-Einrichtung, wenn es sich um einen Leuchtstoff handelt, dessen Verdampfungstemperatur verhältnismässig niedrig

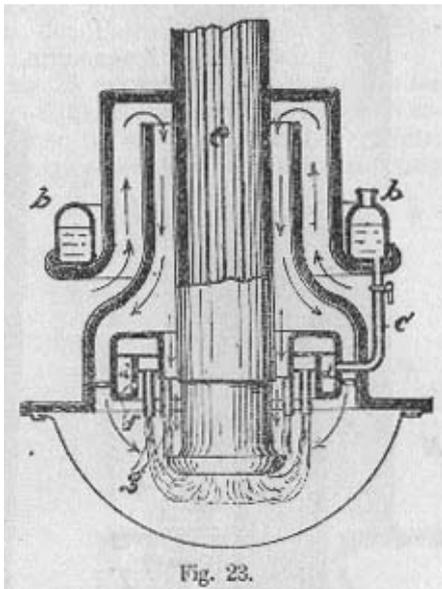


Fig. 23.

liegt, wie es beim sog. „Gasstoff“, der bei den transportablen Lampen Anwendung findet, der Fall ist. Dieser Gasstoff ist ein Erdöl, welches durch ein besonderes Verfahren derart vorbereitet ist, dass es sich durch die Brenner leicht in Gas verwandeln lässt, ohne dass jedoch die Gefahr einer Explosion vorhanden ist. Die Lampen zur Verwertung dieses Leuchtstoffs werden besonders von der Firma Gebr. A.&O. Huff, Berlin, Johanniterstrasse 11, für die verschiedensten Zwecke hergestellt und in den Handel gebracht. Eine bekannte Ausführung ist in Fig. 24 dargestellt. Diese Lampe (von Gebr. A.&O. Huff) eignet

sich besonders als Sturmlampe. Das obere runde Stahlblechgefäß stellt den Behälter für den Gasstoff dar, welcher durch eine einfache Rohrleitung dem Brenner zugeführt wird. Mit der Einführung der Glühstrümpfe für Gasbeleuchtung erwachte naturgemäss – teils auch bedingt durch die Konkurrenz – bald der Gedanke, diese Leuchtkörper auch bei flüssigen Brennstoffen zu verwenden, und entstanden so das **P e t r o l e u m - G l ü h l i c h t** und **S p i r i t u s - G l ü h l i c h t**. Ein reiches Feld eröffnete sich hiermit wieder den Erfindern, und so ist auch hier die Zahl der Erfindungen Legion – trotz der verhältnismässig kurzen Zeit des Bekanntseins der Auerstrümpfe. Es musste vor allem der Brenner so umgebaut



Fig. 22.

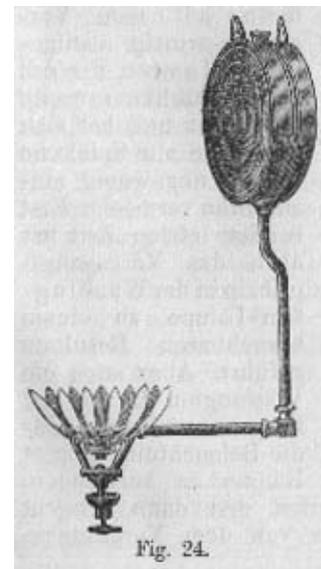


Fig. 24.

werden, dass eine schwach leuchtende, dafür aber stark hitzende Flamme entsteht, deren Hitze gross genug ist, den Glühstrumpf in Weissglut zu versetzen. Es wird dies durch entsprechende Luftzufuhr erreicht, und zwar so, dass die Luft, mit dem Gas gemischt, an die Verbrennungsstelle gelangt. Am vollkommensten wird dies in dem Bunsenbrenner erreicht, in welchem das unter Druck stehende Gas kurz vor der Verbrennungsstelle Luft mitreisst und sich mit dieser mischt, wodurch eine nur sehr schwach leuchtende, blaue Flamme entsteht, die eine ganz bedeutende Hitze entwickelt. Das Prinzip findet in ausgiebigster Weise bei den Gaskochern, Lötlampen u.s.w. Anwendung.

Die ersten Petroleum-Glühlampen tauchten im Jahre 1894 auf und war es damals die

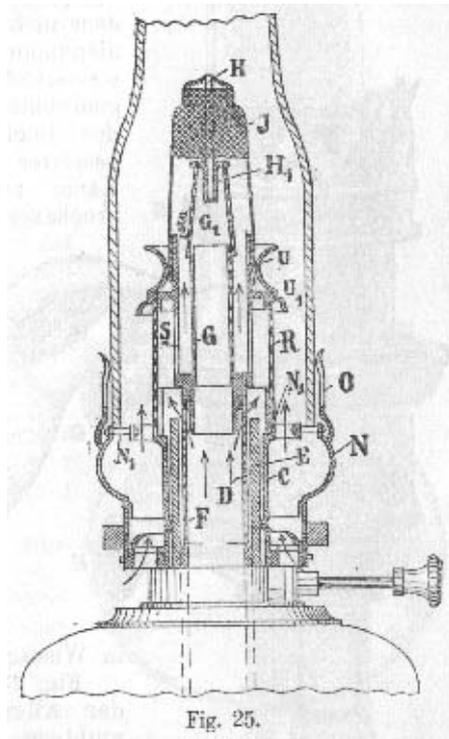


Fig. 25.

Spielsche Lampe, welche schon gute Resultate aufwies. Wegen der subtilen Handhabung waren aber diese, auf dem Vergasungsprinzip aufgebauten Lampen für das grosse Publikum wenig brauchbar und hat sich daher die alte Spielsche Lampe nur wenig einzuführen vermocht. Erst in der letzten Zeit hat auch das Vergasungsprinzip in der *Washington-Lampe* zu einem brauchbaren Resultate geführt. Aber auch die *Washington-Lampe* ist im wesentlichen nur für die Beleuchtung grosser Räume zu verwenden.

Wirklich praktische Resultate konnten erst dann erreicht werden, als man sich entschloss, wieder von dem Vergasungsprinzip abzugehen und die sogenannten *Petroleumblaubrenner* in Anwendung zu bringen, d. h. solche Lampen, die mit einer Dochtflamme brennen, die durch forcierten Luftzug von dem Dochte abgerissen und bei der den Petroleumdämpfen vor ihrer Verbrennung eine erhebliche Luftmenge zugeführt wird.

Das Prinzip lässt die Skizze 25 erkennen. Bei diesem, unter 104228 patentierten Petroleum-Glühlichtbrenner dient zur Vergasung ein Runddocht E, welcher in ein

Dochtrohr CD geführt ist. In letzterem ist zum Zwecke einer kräftigen Gaserzeugung ein mit vielen feinen Durchbohrungen versehener Zylinder F angebracht, welcher an beiden Seiten offen ist und sich mit seiner Oberkante um ein kurzes Stück über das obere Niveau des Dochtrohres erstreckt. Diese Anordnung ist deshalb vorgesehen, um das Anzünden des Dochtes E zu erleichtern. Die Fortsetzung des durchlochten Zylinders F wird von dem im Durchmesser etwas geringer gehaltenen, in derselben Weise durchlochten Zylinder G gebildet, welcher leicht von dem unteren Zylinder F abgehoben werden kann. Das Ende G 1 des Zylinders G trägt mittelst eines kleinen Röhrchens H 1 und Stiftes H den Glühstrumpf J. Die Brennergalerie O trägt ferner mittelst der Arme N 1 einen Ring N, welcher als Auflage für einen dritten durchbrochenen Zylinder R dient.

Zwischen dem Zylinder S und dem obenerwähnten durchbohrten inneren Zylinder G sowohl, wie zwischen den Zylindern R und G bleibt demnach ein ringförmiger Kanal zum Mischen der gebildeten Gase mit Luft, welche durch denselben aufwärts bis an die Mündung S 2 des Zylinders S gelangen und so auf die Innenseite des Mantels J treffen kann. Ein lose aufgesetzter Ring U am Fusse des Glühstrumpfes J, welcher mit dem Flantsch U 1 über den durchbrochenen Zylinder R greift, dient dazu, die Luft gegen den Zylinder R zu führen und dem Glühstrumpf Führung zu geben.

Die Wirkungsweise der Lampe ist folgende:

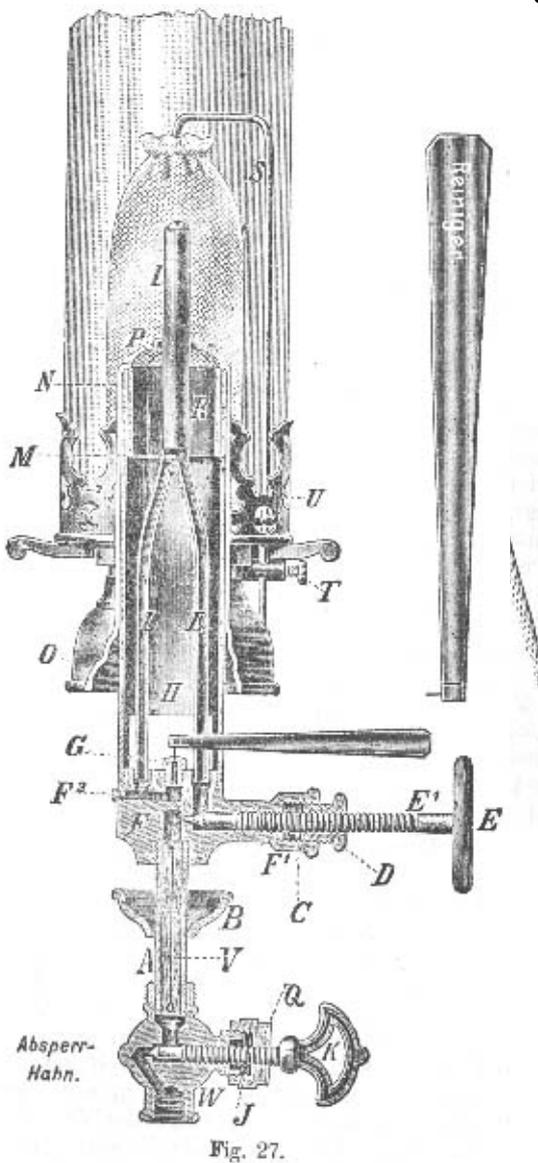
Zunächst wird nach dem Heben des Brennerkorbes N der Docht E angezündet, worauf der Brennerkorb wieder gesenkt wird. Die Flamme des Dochtes E brennt mit nur geringer Helligkeit und erhält von innen eine beschränkte Menge Luft in feiner Verteilung, welche vollständig mit den Brennstoffdämpfen gemischt wird, die sich aus dem nicht zur Speisung

dieser Flamme dienenden Überschuss von Kohlenwasserstoff entwickeln. Diese mit Luft gemischten und durch die Flamme des Doctes vorgewärmten Heizgase passieren alsdann den ringförmigen Kanal zwischen den beiden durchbrochenen Zylindern F, G und R, von wo aus sie durch den zwischen G und S gebildeten Raum dem Glühmantel J zugeführt werden. In dem Räume zwischen dem gleichfalls durchbohrten Konus G und dem Glühkörper J findet

die eigentliche Verbrennung des Gasgemisches statt, wobei eine Hitze entsteht, die gross genug ist, den Glühstrumpf in Weissglut zu versetzen.

Fig. 26 stellt noch einen Brenner der Allgemeinen Petroleum-Reformglühlicht GmbH in Berlin dar. Nach den Angaben der Firma passt der Brenner auf jede 14'' Bassinschraube. Die Leuchtkraft ist 60 Kerzen, und der Ölverbrauch ca. 45 g pro Stunde, entsprechend ca. 1 Pfennig. Der Lampe wird nachgerühmt, dass sie absolut geruchslos brennt.

Bei Verwendung von Gasstoff wird auch hier die Einrichtung des Brenners wesentlich einfacher. Fig. 27 zeigt den Brenner einer gasselbsterzeugenden Lampe mit Glühstrumpf von Runge, während in Fig. 28 und 29 einige Ausführungen von Gebr. A&O. Huff dargestellt sind. Der Schnitt (Fig. 27) lässt in K den Absperrhahn erkennen, durch welchen der Gasstoff eintritt, um zunächst in dem Rohr A vergast zu werden. Beim Anzünden wird die Schale B mit Spiritus gefüllt und dieser entzündet. Hierbei bleibt das Regulierventil F fest verschlossen, bis der Spiritus verbrannt ist. Alsdann wird geöffnet und das Gas wie bei einer gewöhnlichen Gaslampe angezündet. Der Weg, den der Gasstoff nimmt, ist folgender: Von Rohr A durch Ventilöffnung F nach Vergaserrohr L, von hier durch die feine Öffnung nach dem Zylinder H, worin ein Mischen von Luft stattfindet. Die Entzündung erfolgt über P, und erhitzt die schwach leuchtende Flamme den Glühkörper bis zur Weissglut. Das beigegebene



Häkchen mit Holz- und Blechgriff dient zum Reinigen der Düse G – wie es die Abbildung zeigt – falls sich Schmutz in der Düse festgesetzt hat und die Flamme daher eine schwache und zückende ist.

Hand in Hand mit der konstruktiven Ausbildung der Lampe ging die künstlerische. Die Petroleumlampe steht zwar der Kunstindustrie sehr spröde gegenüber, indem sie viele Bedingungen zu erfüllen hat, die sich mit der edlen Kunst nicht gut vertragen; dennoch haben sich nach und nach Formen entwickelt, die ein Anpassen an die jeweilige Kunstrichtung zulassen. Der Glaskörper der älteren Lampen verschwand und machte der Vasenform Platz, wodurch eine Vermittlung zwischen Fuss und Petroleumbehälter eher ermöglicht war, als bei den Glaskörpern der älteren Lampen. Besonders ist es hier wieder die Firma Wild & Wessel, welche neben der technischen Vollkommenheit auch eine künstlerische Durchführung der Lampe anstrebte. Namhafte Künstler waren und sind noch heute für diese Firma beschäftigt, und zierten Lampen von Wild & Wessel einst die Paläste König Ludwig II. Was die Stilformen anbetrifft, so nehmen es die Künstler mit deren strengen Innehaltung nicht so

genau. Meist ist die deutsche Renaissance mit Anklängen an andere Stilarten vorherrschend. Auch der romanische und Rokokostil wurden bei den Entwürfen zu Grunde gelegt. Beispielsweise zeigt Fig. 30 eine Lampe, in welcher die Form der antiken römischen Lampe wiederzuerkennen ist. Der modernen Kunstströmung haben sich natürlich auch die Lampen anpassen müssen.

Besondere Zwecke erheischen ebenfalls eine besondere Formgebung der Lampe und so entstanden besondere Klavierlampen, Küchenlampen, leicht tragbare Laternen, Grubenlampen u.s.w. (Fig. 31 und 32).



Fig. 28.

Lange nachdem bereits Lampen in Verwendung standen, kamen erst **Kerzen** als Beleuchtungsmittel in Gebrauch und zwar lässt sich dieses aus den geschichtlichen Aufzeichnungen erst im 4. Jahrhundert nach Christus nachweisen. Es wird berichtet, dass zur Zeit des Kaisers Konstantin (Anfang des 4. Jahrhunderts)

Konstantinopel während des Osterfestes mit Wachskerzen und Lampen beleuchtet wurde, jedoch sind jedenfalls die Wachskerzen zu jener Zeit noch nicht im allgemeinen Gebrauch gewesen, denn das Wachs war noch bis in das 14. Jahrhundert ein sehr kostbarer Artikel. Um so grösser war der Bedarf in späteren Zeiten; so sollen in der Schloss- und Stiftskirche in Wittenberg in einem Jahr 35.750 Pfund, und bei einem Fest in Dresden im Jahre 1799 sogar 14.000 Stück Wachskerzen gebraucht worden sein. Als Vorgänger der Kerze können die in Fett getauchten Binsenrohre angesehen werden, die den Römern schon bekannt waren und welche Beleuchtung man in manchen Gegenden jetzt noch vorfindet.

Talg kam etwa im 12. Jahrhundert zur Herstellung von Kerzen zum ersten Mal in Gebrauch, während die Verwendung von Stearin verhältnissmässig neueren Datums ist (1834). Noch später als Stearinkerzen wurden Paraffinkerzen eingeführt und als jüngste muss die Ceresinkerze genannt werden.



Fig. 31.

Die Herstellung der Kerzen geschieht entweder durch Ziehen oder Giessen. Nach der älteren Methode – dem Ziehen – die jetzt nur noch im Kleingewerbe üblich ist, wurde die Kerze durch wiederholtes Eintauchen in geschmolzenes Fett hergestellt. Man bediente sich hierzu zweier Gefässe, von denen das eine mit heissen Talg, das zweite mit solchem gefüllt war, dessen Temperatur nur wenig über dem Schmelzpunkt lag. Der Docht kommt nun zunächst in den heissen Talg, um denselben recht gleichmässig mit Talg zu durchtränken. Die Dochte sind hierbei auf Stäben, sog. Spiessen aufgereiht, von denen der Arbeiter 10 – 12 fasst und dieselben in den heissen Talg taucht. Die so vorbereiteten Dochte



Fig. 30.

Konstantinopel während des Osterfestes mit Wachskerzen und Lampen beleuchtet wurde, jedoch sind jedenfalls die Wachskerzen zu jener Zeit noch nicht im allgemeinen Gebrauch gewesen, denn das Wachs war noch bis in das 14. Jahrhundert ein sehr kostbarer Artikel. Um so grösser war der Bedarf in späteren Zeiten; so sollen in der Schloss- und Stiftskirche in Wittenberg in einem Jahr 35.750 Pfund, und bei einem Fest in Dresden im Jahre 1799 sogar 14.000 Stück Wachskerzen gebraucht worden sein. Als Vorgänger der Kerze können die in Fett getauchten Binsenrohre angesehen werden, die den Römern schon bekannt waren und welche Beleuchtung man in manchen Gegenden jetzt noch vorfindet.

Talg kam etwa im 12. Jahrhundert zur Herstellung von Kerzen zum ersten Mal in Gebrauch, während die Verwendung von Stearin verhältnissmässig neueren Datums ist (1834). Noch später als Stearinkerzen wurden Paraffinkerzen eingeführt und als jüngste muss die Ceresinkerze genannt werden.

Die Herstellung der Kerzen geschieht entweder durch Ziehen oder Giessen. Nach der älteren Methode – dem Ziehen – die jetzt nur noch im Kleingewerbe üblich ist, wurde die Kerze durch wiederholtes Eintauchen in geschmolzenes Fett hergestellt. Man bediente sich hierzu zweier Gefässe, von denen das eine mit heissen Talg, das zweite mit solchem gefüllt war, dessen Temperatur nur wenig über dem Schmelzpunkt lag. Der Docht kommt nun zunächst in den heissen Talg,

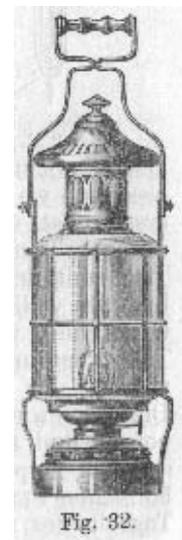


Fig. 32.

werden entweder mit der flachen Hand oder einem glatten Brett, der Imprimiertafel, abgerundet und geschlichtet und hierauf in derselben Ordnung, wie beim Durchtränken, vom Werkstuhl genommen und gezogen. Die Manipulation des Ziehens besteht darin, dass man die Dochte in das zweite Gefäss mit dem gussrechten Talg in kurzen Pausen eintaucht und auf den Werkstuhl zurückgibt. Das Eintauchen wird so oft wiederholt, bis die Kerze die richtige Stärke hat. Bei grösseren Betrieben pflegte man vervollkommneter Einrichtungen anzuwenden, indem man die Dochte an Rahmen aufhing und hierdurch gleichzeitig mehrere Kerzen herstellen konnte. Die gezogenen Talg- und Unschlittkerzen zeigen verschiedene Mängel. Vor Allen fielen dieselben stets ungleichmässig aus und brannten infolgedessen auch ungleichmässig ab. Dafür waren aber die Kosten der Herstellung sehr gering, besonders dann, wenn für das Innere der Kerzen geringere Talgsorten verwendet wurden wie für die Aussenseite. (Überfangkerzen). Aus diesem Grunde hat sich das alte Verfahren lange erhalten.

Das Giessen geschieht in Metallformen, die innen ganz glatt sein müssen, um das Herausnehmen der Kerzen zu ermöglichen. Als Material zur Herstellung der Formen kommt eine Legierung von 2 Teilen Zinn und 1 Teil Blei zur Verwendung. Die Form stellt eine zylindrische, oder um das Herausnehmen der Lichte zu erleichtern, schwach konisch zulaufende Röhre dar, die an ihrem Ende in eine Spitze ausläuft, in welcher sich das Loch a zum Durchstecken des Doctes d befindet. Durch einen aufgesetzten Kopf oder **Dopf** D wird der Docht am oberen Teil festgehalten, und gleichzeitig genau in der Achse des Lichtes

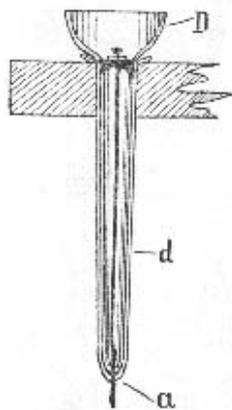


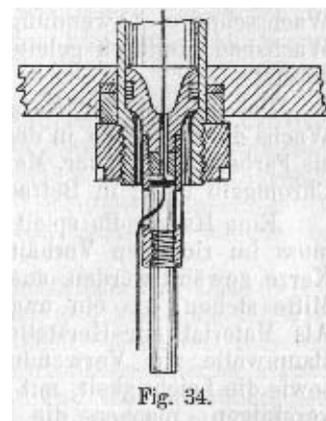
Fig. 33.

geführt. (Fig. 33). Das Eingiessen in diese so vorbereiteten Formen kann dann entweder dadurch erfolgen, dass man mittels eines Giesslöffels jede Form einzeln füllt, oder dass man eine grössere Anzahl von Formen in eine Tischplatte aus Metall einsetzt und den Talg aus dem Schmelzkessel durch einen Hahn auf den Giesstisch fliessen lässt, von wo er dann in die Formen einläuft. Bevor der Talg völlig erstarrt ist, werden die Dochte, die sich beim Eingiessen leicht etwas krümmen, angezogen und damit geradlinig angespannt. Der Tisch mit den in die Formen eingegossenen Kerzen bleibt nun bis zum völligen Erhärten der letzteren an einem möglichst kühlen Ort stehen, worauf man die Dopfe beseitigt, den überschüssigen Talg wegräumt und die Kerzen, die sich durch die Zusammenziehung des Talges von den Formen losgelöst haben, herauszieht. Die Kerzen werden hierauf in der sog. „Lade“ von den Ansätzen befreit und auf gleiche Länge gebracht und alsdann entweder

sogleich verpackt, oder zuerst noch gebleicht, indem man sie auf hölzernen Stangen aufreht und einige Tage der Einwirkung des Tageslichtes und des nächtlichen Thaus aussetzt.

Mit dem gesteigerten Bedarf, besonders seit Verwendung von Stearin zur Herstellung von Kerzen, wurde auch die Herstellungsweise wesentlich vervollkommnet. Bei den Giessmaschinen, wie dieselben im Grossbetrieb jetzt allgemein in Verwendung sind, wird der Docht nicht auf Kerzenlänge geschnitten, sondern auf Spulen aufgewickelt. Für jede Form ist eine Spule vorhanden und eine Anzahl Formen mit ihren Spulen sind je in eine Art Rahmen zu einem Satze vereinigt. Durch jede Form ist der Docht gezogen, der von der Spule in das untere Loch am spitzen Ende der Form eintritt. Sind die Dochte eingezogen, so werden sie beim ersten Guss oberhalb der Form an ein quer übergelegtes Hölzchen angeknüpft. Dann wird die Masse eingegossen, sodass sich die Formen füllen. Sind die Kerzen erkaltet, was bei Herstellung von Talgkerzen durch Zuführung von Kühlwasser beschleunigt wird, so werden sie durch Drehung an einer Kurbel aus den Formen gehoben, wobei sich der Docht von den Spulen nachzieht. Hierauf wird die Kurbel wieder zurückgedreht und damit die Form unten wieder verschlossen und so für den nächsten Guss vorbereitet. (Fig. 34). In dieser Weise wird das Giessen fortgesetzt, bis eine Spule, welche für mehrere hundert Kerzen Docht enthält, abgelaufen ist, worauf eine neue Spule aufgesteckt wird.

Nach dem völligen Erkalten werden die Kerzen aus den Formen genommen und zunächst beschnitten, poliert und eventuell gestempelt. Das Beschneiden geschieht gegenwärtig ebenfalls auf maschinellem Wege, derart, dass die Kerzen einer kleinen Kreissäge zugebracht werden, durch welche das Abschneiden auf die richtige Länge geschieht. Beim Polieren werden die Kerzen über die Länge einer Tischplatte rollend fortgeschoben und hierbei unter einem über die Länge der Kerzen hin- und hergehenden Reibzeug – einem an der Unterseite mit mehreren Tuchlagen gepolsterten Brett – durchgetrieben. Hierbei wird das Polieren noch durch Flüssigkeiten, welche Stearin lösen (Weingeist, verdünnte Kalilauge) begünstigt. Das Stempeln geschieht durch Andrücken an einem mit Dampf erwärmten Stempel.



**Wachskerzen** können entweder durch Anschütten, Giessen, Ziehen, Umwickeln mit Wachsband oder Pressen hergestellt werden.

Das erste Verfahren des **A n s c h ü t t e n s** oder **A n g i e s s e n s** ist das älteste und bestand darin, dass man den Docht unter fortwährendem Drehen mit Wachs begoss und hierbei wiederholt auf dem Rolltische rollte.

Das **Giessen** wird selten angewandt, weil Wachs wegen seiner Klebrigkeit leicht an den Formwänden haften bleibt und sich ausserdem beim Abkühlen stark zusammenzieht.

Das **Umwickeln des Wachses**, wie es bei grossen Kirchenkerzen angewendet wird, geschieht derart, dass man zunächst das Wachs im warmen Wasser erweicht, durchknetet und zu langen Streifen formt, die um den Docht gewickelt werden. Die so erhaltenen Kerzen werden schliesslich gerollt.

Beim **Pressen** wird das Wachs durch eine dem Durchmesser der Kerze entsprechende Öffnung hindurch gedrückt, wobei der Docht in der Mitte der Öffnung geführt ist.

Das **Ziehen** findet hauptsächlich zur Herstellung dünner Wachsschnüre Anwendung. Hierbei wird der Docht durch ein Wachsbad hindurch geleitet, wobei sich das Wachs an dem Docht ansetzt.

Das Färben der Kerzen geschieht dadurch, dass man dem Wachs die Farbstoffe in dem Gussgefäss zusetzt und zwar kommen als Farbstoffe Zinnober, Mennige, Schweinfurter Grün, Berlinerblau, Chromgelb u. A. in Betracht.

Eine Hauptrolle spielt bei der Kerze der **Docht**. Seine Stärke muss im richtigen Verhältnis zur Stärke und zum Material der Kerze gewählt werden, ausserdem soll der Docht möglichst in der Mitte stehen, um ein ungleichmässiges Abbrennen zu verhüten. Als Material zur Herstellung der Dochte kommt ausschliesslich Baumwolle zur Verwendung. Das gute Aufsaugungsvermögen, sowie die Leichtigkeit, mit welcher sich die Faser zu einem Faden vereinigen, machen die Baumwolle besonders geeignet. Man unterscheidet gedrehte und geflochtene Dochte. Gedrehte Dochte sind den gewöhnlichen Hanfseilen ähnlich und finden bei Talgkerzen, die wesentlich stärkere Dochte benötigen als Stearinkerzen, Anwendung. Stearinkerzen haben immer geflochtene Dochte von 3 bis 4 Schnüren. Geflochtene Dochte haben den Vorteil, dass sich der in den Flammenraum reichende Teil des Dochtes bei der Verbrennung infolge der verschiedenen Spannung der einzelnen Fasern krümmt. Bevor die Dochte zur Verwendung kommen, werden dieselben präpariert, und zwar um teils die Verbrennung zu befördern, teils ein Aufblähen des verkohlenden Dochtes zu verhindern. Es wird hierdurch ein Abschnuppen oder Schnäuzen der Kerze überflüssig. Als Agentien zur Erreichung des ersten Zweckes kommen Salpeter und chloresäures Kali, zur Verhinderung des Aufblähens dagegen Borsäure, Borax, Salmiak u.s.w. in Betracht, also Stoffe, die mit der Asche des Dochtes zu einer Glasmasse zusammenschmelzen.

### III. Die Gasbeleuchtung.

Ein neuer Abschnitt in der Beleuchtungstechnik beginnt mit der Einführung des Leuchtgases. Obwohl der Gedanke nahe lag, die Vorgänge, die man in jeder Lampe und Kerze beobachten kann, ins Grosse zu übertragen, war es doch erst dem 19. Jahrhundert vorbehalten, die Beleuchtung mittels Gas eingeführt zu sehen. Anfangs begegnete die Einführung grossen Schwierigkeiten, die teilweise dem Misstrauen, teilweise der Furcht vor Explosionen zuzuschreiben sind.

Natürliche „Gasanstalten“ finden sich seit undenklichen Zeiten an vielen Stellen der Erde und sind besonders die Gase, die bei Baku dem steinigen und dünnen Boden entströmen, den Bewohnern seit dem Mittelalter bekannt und waren hier lange der Gegenstand religiöser Verehrung (Heiligen Feuer von Baku), während sie heute auch zur Beleuchtung, häuslichen Benutzung und zum Ziegelbrennen Verwendung finden. Ähnliche Feuer wie bei Baku finden sich in Kurdistan, Arbela in Mesopotamien, zu Chitta Gong in Bengalen und anderen Orten. Die Städte Erie City, Cleveland sind z. B. durch solches natürliches Leuchtgas beleuchtet. In Deutschland sind es die Salzlager von Stassfurt, welche bemerkenswerte Gaslager enthalten.

Eine nähere Untersuchung der ausströmenden Gase wurde bereits im 17. Jahrhundert vorgenommen und kam man damit der Erfindung der Gasfabrikation etwas näher. Nachdem man den Zusammenhang zwischen Gas und Steinkohlensersetzung erkannt hatte, wurden Versuche vorgenommen und sind besonders jene von Lord Dundonald bemerkenswert (1786). Lord Dundonald wurde durch die Lektüre einer Schrift über die Zersetzung der Steinkohle veranlasst, die auf seinem Gute in Betrieb stehenden Cokesöfen näher zu beobachten; er verband einen derartigen Ofen mit einer Kühlvorrichtung, worin der Teer von dem Gase geschieden wurde. Die Arbeiter benutzten hierauf das Gas zur Beleuchtung. Dundonald, der daran Gefallen fand, liess Gefässe mit Gas füllen und illuminierte mit dem so gesammelten Gase seinen Landsitz; auch diese Versuche hatten wenig praktische Bedeutung. Der Gedanke, Gas in grösserer Menge zu Beleuchtungszwecken zu erzeugen, erstand fast gleichzeitig am Ende des 18. Jahrhunderts in England und Frankreich, und zwar gebührt das Verdienst William Murdoch in Cornwall und Philipp le Bon in Paris.

Murdoch beschäftigte sich in den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts mit der Herstellung von Leuchtgas im Kleinen. Später gelang es ihm, sein Wohnhaus mit künstlichem Gas zu beleuchten und nachdem er mit Watt, dem Erfinder der Dampfmaschine, bekannt wurde, benutzte er dessen Etablissement zu Versuchen. 1798 stellte Murdoch seinen Apparat, der indes noch viele Mängel zeigte, auf. 1802 wurde aus Anlass des Friedens von Amiens die Front des Fabrikgebäudes mit Gas beleuchtet, jedoch waren auch da noch nicht alle Schwierigkeiten für die praktische Benutzung überwunden. Erst 1803 wurden die Öllampen verdrängt, und kann sonach dieses Jahr als das der praktischen Einführung der Gasbeleuchtung gelten. Nach und nach folgten mehrere Etablissements mit der Einführung der Gasbeleuchtung. Naturgemäss waren anfangs die Apparate zur Herstellung des Leuchtgases sehr primitiv und das Gas entsprechend schlecht.

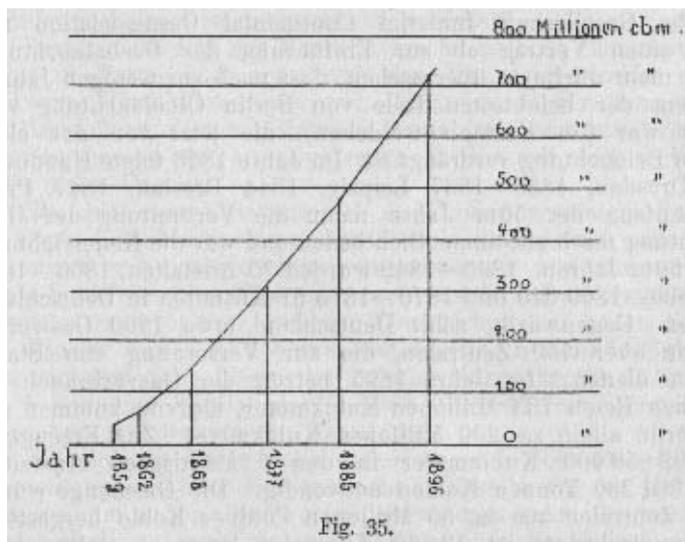
Fast gleichzeitig mit Murdoch macht auch Le Bon seine Versuche in Paris, und zwar war das Material, welches er der trockenen Destillation unterwarf, Holz. Auch der Apparat, der zur Herstellung dieses Holzgases diente, war nur unvollkommen, das Gas besass nur eine schwache Leuchtkraft und verbreitete einen üblichen Geruch.

Ein deutscher Abenteurer, J. A. Winzler, vereinigte die Ideen Le Bon's und Murdoch's, bereiste viele Städte und gab Schausstellung mit Gasbeleuchtungsexperimenten und übersetzte Le Bon's Schriften über Holzgas ins Deutsche. Die verschiedenen Versuche missglückten und die Versprechen auf hohen Gewinn, die Winzler seinen Aktionären machte, gingen nicht in Erfüllung. Erst nachdem Sam. Clegg, der Schüler Murdochs, die Leitung der mit 5 Millionen Kapital gegründeten Chartred Gas Company mit übernahm, prosperierte die Gesellschaft.

Es seien an dieser Stelle einige Angaben über die öffentliche Beleuchtung zu jener Zeit gemacht. Dieselbe lag zu jener Zeit noch sehr im Argen. Man suchte, gezwungen durch die

wachsende Unsicherheit, zunächst dadurch Abhilfe, dass die Polizei die Einwohner veranlasste, zu gewissen Stunden Laternen mit Talgkerzen vor die Fenster zu setzen. Dies ist die ursprüngliche Beleuchtung der syrischen Städte Edessa und Antiochia im 5. Jahrhundert. Im Jahre 1442 hatte Paris noch keine öffentliche Beleuchtung, 1524 bringt jedoch ein Arrêt vom Parlament das Ausstellen von Lichtern vor die Fenster in Erinnerung; 1558 fand man diese Beleuchtung unzureichend, man ordnete Pech- oder Kienpfannen an den Enden und in der Mitte der Strasse an. In London wurde 1662 ein Parlamentsakt erlassen, dass die Bewohner von Michaelis bis Lichtmess nachts eine Laterne vor das Thor ihres Hauses hängen sollen, welche vor Eintritt der Dunkelheit bis 9 Uhr abends brennen soll. Eine Verordnung von 1715 verfügt, dass die Strassenlaternen (Öllampen) zweimal in jeder Nacht geschnäuzt werden müssen, 1736 nahm eine Gesellschaft der City das Geschäft der Strassenbeleuchtung in die Hand und versorgte 4.000-5.000 Lampen. Bis in die Mitte des ersten Viertels des 19. Jahrhunderts haben nun wohl kleine Verbesserungen, jedoch keine wesentlichen Änderungen in der ähnlichen Beleuchtung stattgefunden, bis es endlich der Gasbeleuchtung gelang, mit Erfolg durchzudringen.

Die regelmässige Beleuchtung ist in Paris 1667, in Amsterdam 1669, Haag 1673, Hamburg 1675, Wien 1687, Berlin 1682 und London 1736 eingeführt worden. Der erste Stadtteil von London, der die Ölbeleuchtung aufgab, war die Pfarre St. Margareths in Westminster, und kann daher der 1. April 1814 als Tag der Einführung der öffentlichen Gasbeleuchtung gelten. Bald folgen auch viele Städte auf dem Kontinent: 1825 schloss die englische Gesellschaft Imperial Continental Gasassociation mit Berlin einen Vertrag ab zur Einführung der Gasbeleuchtung. Um so mehr dürfte es überraschen, dass noch vor wenigen Jahren in einem der belebtesten Teile von Berlin Ölbeleuchtung vorhanden war (im Kastanienwäldchen), die jetzt von der elektrischen Beleuchtung verdrängt ist. Im Jahre 1826 folgte Hannover, 1828 Dresden, 1836-1837 Leipzig, 1844 Breslau, 1847 Prag. Vom Anfang der 50er Jahre nahm die Verbreitung der Gasbeleuchtung rasch zu; namentlich bedeutend war die Neuerrichtung in den 60er Jahren. 1826-1849 wurden 35 Anstalten, 1850-1859 176, 1860-1869 340 und 1870-1875 51 Anstalten in Deutschland errichtet. Gegenwärtig zählt Deutschland etwa 1.200 Gaswerke, darunter über 750 Zentralen, die zur Versorgung von Stadtgebieten dienen. Im Jahre 1895 betrug der Gasverbrauch im Deutschen Reich 733 Millionen Kubikmeter, hiervon kommen auf Grossberlin allein za. 200 Millionen Kubikmeter. Zur Erzeugung von 102.859.000 Kubikmeter in den 5 städtischen Anstalten



waren 361.230 Tonnen Kohlen notwendig. Die Gasmenge wurde in 724 Zentralen aus za. 55 Millionen Zentner Kohle hergestellt. Das Hauptrohrnetz ist 12,560 Kilometer lang; es stellt einen Kapitalwert von über 500 Millionen Mark dar. Die Gasflammenzahl betrug 5.734.762. Nun muss allerdings bemerkt werden, dass von den oben erwähnten 733 Millionen Kubikmeter Gas etwa 87,5 Millionen zu anderen als Beleuchtungszwecken dienen.

Einen Überblick über die Entwicklung der Gasindustrie in Deutschland gibt die graphische

Darstellung des Gasverbrauchs der deutschen Gaszentralen von 1859-1896. Darnach stieg der Konsum von 44 514.000 Kubikmeter im Jahre 1859 auf die oben bereits erwähnten 733.450.600 Kubikmeter in 1896. (Fig. 35.)

Was das Material anbetrifft, aus dem das Leuchtgas hergestellt wird, so ist es vor allem die Steinkohle, die fast allgemein Anwendung findet, - teils wegen ihrer Verbreitung und ihrem dadurch bedingten niedrigen Preise, sowie wegen der Coke, die ein wertvolles Brennmaterial liefert. An die Steinkohle schliessen sich die harzreichen Hölzer an, sodann der Torf und die Braunkohle. Ferner, namentlich für kleinere Anstalten wichtig, Gasöle, Seifenwasser, fette Lumpen, Knochen, Trauben- und Rübenresten u.s.w.

Zur Herstellung des Leuchtgases eignen sich nicht alle Steinkohlen. Massgebend ist für die Verwendung ausser der Ausbeute die Qualität des Gases. Schottische Cannel-Kohlen geben das beste und meiste Gas, jedoch schlechte Coke; es wird deshalb auch Cannel-Kohle vielfach in Deutschland zum Zusetzen benutzt. Backkohle gibt geringe Gasausbeute und gute Coke. Hierher gehört besonders die Ruhrkohle. Die eigentliche Gaskohle liegt zwischen der Back- und der sog. Sinterkohle (Saarbrücken und Umgebung).

Aus der nachstehenden Zusammenstellung ergibt sich die Verwertbarkeit der einzelnen Kohlenarten, die Gasbeute und die Qualität des Gases.

Art der Kohle	100 kg Kohle geben		Leuchtkraft: bezogen auf	
	Gas in cbm	Coke kg	Gas aus westfälischer Kohle = 1	
Westfälische . . . . .	25 - 32	59 - 71	1,00*)	*) B e m e r k u n g: Die Leuchtkraft von 150 l ist für Gas aus westfälischer Kohle ca. 7,26 englische Normalkerzen. Um die Leuchtkraft der anderen Gassorten zu erhalten, ist diese Zahl mit der in der letzten Rubrik angegebenen Zahl zu multiplizieren. Siehe auch Kapitel VI.
Saarbrücker . . . . .	26 - 30	57 - 65	1,23	
Zwickauer . . . . .	25 - 29	50 - 65	1,44	
Niederschlesische . .	25 - 30	65 - 70	0,81	
Sächsische (Plauen) .	25 - 29	55 - 63	0,90	
Pilsener Becken . .	25 - 28	55 - 63	1,43	
Plattenkohle . . . . .	27 - 34	50 - 53	3,20	
Falkenauer Braunkohle	29 - 33	33 - 36	3,21	
Bayerische . . . . .	26 - 29	60 - 75	0,43	
Englische . . . . .	26 - 35	50 - 70	3,00	
Schottische Cannel . .	30 - 34	30 - 35	3,10	

Über die Verwendung der verschiedenen Kohlensorten in deutschen Gasanstalten gibt die folgende Tabelle Auskunft (1896).

H e r k u n f t	Verbrauch in Tonnen à 1000 kg	% ganzen Ver- brauchs
Rheinisch-westfälisches Kohlenbecken . . . . .	765 707	28
Schles. Kohlenbecken: Ober-, Nieder- u. Österr. Schlesien . .	746 963	28
Saar- und pfälzisches Kohlenbecken . . . . .	468 833	17
Englische Gaskohlen . . . . .	420 026	17
Schottische Cannel-Zusatz-Kohle . . . . .	40 516	17
Sächsisches (Zwickauer) Kohlenbecken . . . . .	219 861	8
Böhmisches (Pilsener) Kohlenbecken . . . . .	34 291	3
Böhmische Zusatzkohle (Platten und Falkenauer)	29 001	3
Französische Zusatz-Kohle von Autun	325	-
Sa.	2 725 523	100

Behufs Herstellung des Gases unterwirft man die Kohlen einer trockenen Destillation, indem man sie in luftdicht verschlossenen Gefässen, sog. R e t o r t e n , der Glühhitze

aussetzt. Hierbei erleiden sie eine Zersetzung und liefern gasförmige, flüssige und feste Produkte. Die Dauer dieser Destillation richtet sich nach der Natur der verwendeten Kohle. Die gewöhnliche Destillationsdauer beträgt ungefähr 4 Stunden. Bei starken Ladungen und schwer abtreibenden Kohlen geht man bis 6 Stunden, bei Schnellbetrieb geht man auch wohl bis auf 3 Stunden herunter. Die Retorten waren anfangs aus Gusseisen, sind aber jetzt fast ausschliesslich aus feuerfestem Thon, sog. Chamotte hergestellt. Die Form dieser Retorten, deren gewöhnlich 5–7, auch 9 über oder nebeneinander angeordnet sind, ist die einer flachen Ellipse, deren Boden man bisweilen noch eingedrückt hat, um die erhitzte Fläche zu vergrössern und die Kohlen gleichmässiger ausbreiten zu können. Fig. 36 stellt einen Neunerofen dar und ist aus der Zeichnung die Anordnung der Retorten, sowie der sog. Steigerohre zu erkennen. Die Heizung der Öfen erfolgt mit Cokes oder bei neueren Anlagen auch vielfach mit Generatorgas. Der grosse Vorteil dieser Art der Feuerung ist in der Ersparnis an Brennmaterial gelegen, ferner in der leichteren Erzielung einer gleichmässigen Ofentemperatur.

Das Prinzip der Generatorgasfeuerung ist folgendes: Cokes wird unter Zuführung von

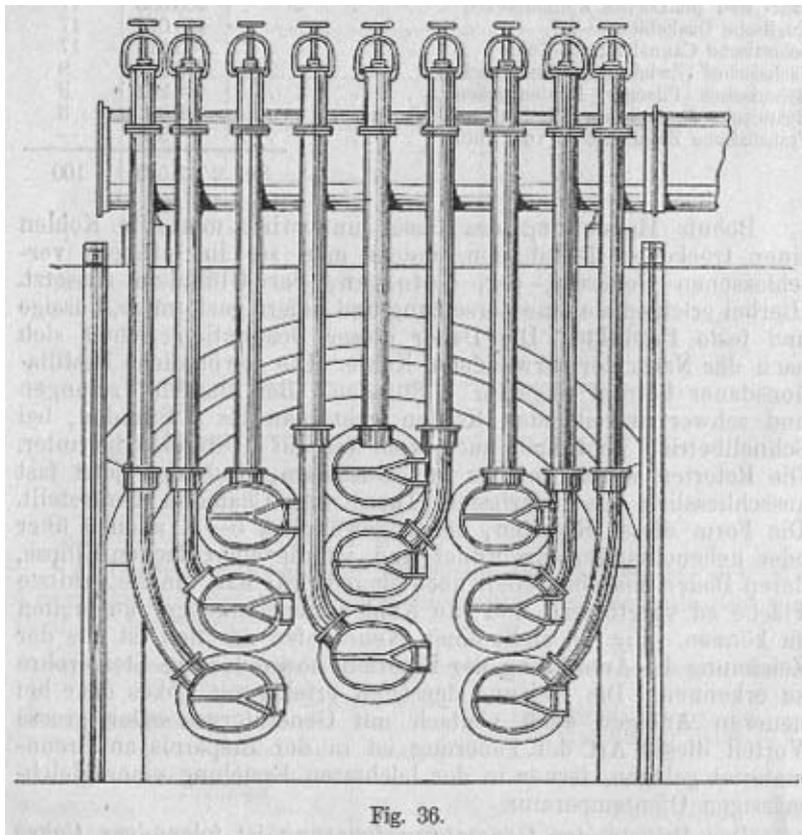


Fig. 36.

Wasserdampf und Luft zunächst einer Vergasung bzw. unvollständigen Verbrennung unterworfen. Diese so entstehenden Gase gelangen durch eine Anzahl von Kanälen nach dem eigentlichen Verbrennungsherd unter den Retorten, woselbst durch die Zuführung von Luft eine Entzündung und Verbrennung bei beträchtlicher Wärmeentwicklung erfolgt. Die Rauchgase umspülen dann die Kanäle, und erzeugen hierbei einerseits den benötigten Dampf und wärmen andererseits die Verbrennungsluft vor, sodass eine möglichst günstige Ausnutzung des Brennmaterials bedingt ist.

Die Beschickung der Retorten geschieht entweder von Hand durch 2 Arbeiter, oder bei grösseren Anlagen auf maschinellem Wege, durch die sog. Füllmulde oder Lademaschine, d. i. ein einen Halbzylinder bildendes Eisenblech von der Länge der Retorte (250–290 cm), das auf mechanischem Wege in die Retorte eingeführt wird und hier durch Umdrehen die Kohlen abgibt.

Der Verschluss der Retorte nach der Beschickung geschieht durch den Deckel des **Mundstückes** oder **Retortenkopfes**, der an der vorderen Öffnung der Retorte mittels 6–8 Schrauben befestigt ist. Das Mundstück dient gleichzeitig zur Aufnahme der **Steigerohre**, durch welche das Gas nach der **Vorlage** geleitet wird. Mundstück und Steigerohre sind aus Gusseisen, die Vorlage meist aus Schmiedeeisen hergestellt. Den Übergang von den Steigerohren nach der Vorlage bilden die Tauch- oder Sattelrohre.

Die Vorlage dient einem doppelten Zweck: sie soll die Destillationsprodukte (Teer und Ammoniak) aus der Retorte aufnehmen, andererseits soll die Vorlage einen Wasserverschluss

bilden, der zwar dem Gas gestattet, in die Rohrleitungen auszutreten, aber umgekehrt ein Rückströmen des Gases von der Rohrleitung in die Retorte verhindert.

Das Gas, welches die Vorlage mit einer Temperatur von ca. 70° Celsius verlässt, enthält noch eine Menge Teer, Ammoniak und schwefelige Säure, welche nun als Verunreinigungen des Gases aus demselben entfernt werden müssen. Zur Entfernung des Teeres passiert das Gas zunächst die **Condensatoren**, d. s. gewöhnlich gusseiserne Zylinder von 1,0 – 1,3 m Durchmesser und 6,6 – 8,8 m Höhe. Jeder Zylinder besitzt 11–12 innere gusseiserne Röhren von 0,10 – 0,13 m Durchmesser, durch die Kühlwasser geleitet wird. Dadurch wird das Gas auf 12–15° abgekühlt und scheidet sich dabei der Teer ab. In kleineren Anstalten findet man auch vielfach Luftcondensatoren angewendet, welche aus einem System hoher Röhren von 0,1 – 0,2 m Durchmesser bestehen und durch welche das Gas genötigt ist, seinen Weg zu nehmen. Der Teer sammelt sich in einem Behälter unter diesem Röhrensystem. Der letzte Rest von Teer wird in den Condensatoren von Pelouze und Audouin beseitigt, die in der Regel hinter die grossen Condensatoren aufgestellt werden. Das Gas tritt in denselben unten seitlich ein und muss seinen Weg durch eine Glocke nehmen, welche aus zwei Blechzylindern gebildet ist, die ca. 25 mm von einander entfernt sind. Der innere Zylinder enthält feine Öffnungen von ca. 1,5 mm Weite, der zweite Schlitze, die so gegen die Löcher des inneren Zylinders angeordnet sind, dass das aus den Öffnungen tretende Gas gegen die volle Wand stösst. Hierdurch werden Teertropfen gebildet, die an den Wänden herablaufen und unten abgeleitet werden.

Vom Condensator aus wird das Gas in den **Skrubber** geleitet, in welchem der Ammoniak, teilweise auch Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff abgeschieden wird. Die Konstruktion der Skrubber ist verschieden; meistens stellen dieselben einen hohen Blechzylinder dar, in welchem sich entweder eine grosse Anzahl durchlöcherter Bleche oder Holzstäbe von 10–12 mm Stärke befinden. Das Gas wird unten zugeleitet und muss die Öffnungen passieren, wobei es durch eine Berieselung gewaschen wird. Im Weiteren durchläuft dann das Gas den **Exhaustor**, der lediglich zur Druckregelung in den Retorten dient, und gelangt dann in die **Reiniger**, woselbst noch eine chemische Reinigung des Gases vorgenommen wird. Anfangs wendete man als Reinigungsmittel Kalkmilch an; jedoch hat man diese Methode der nassen Reinigung bald aufgegeben und die Reinigung auf trockenem Wege eingeführt, wobei das Gas durch mehrere Schichten von trockenem Kalkhydrat (zu Pulver gelöschtem Kalk) streicht. Durch den Kalk wird aus dem Gas die Kohlensäure, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Cyan und Schwefelcyan entfernt. Zur Entfernung der letzten Spuren von Ammoniak wurde dann noch eine weitere Reinigung vorgenommen, indem man das Leuchtgas durch Sägemehl leitete, das mit verdünnter Schwefelsäure getränkt war. In neuerer Zeit geschieht die Reinigung fast überall durch Eisenoxydhydrat, das vielfach in der Form von Raseneisenstein zur Verwendung gelangt. Die Masse kann wiederholt gebraucht werden, wenn dieselbe, nachdem sie einige Zeit im Gebrauch war, an der Luft ausgebreitet und mehrfach umgeschaufelt wird. Nach häufigem Gebrauch wird die Masse zur Wiedergewinnung des Schwefels oder, sofern die Cyanverbindungen nicht besonders aus dem Gase entfernt waren, zur Gewinnung von Preussisch-Blau verkauft.

Die Reiniger bestehen aus Gusseisen mit Deckeln aus Eisenblech, welche in Wasserverschlüsse von 0,3 – 0,8 m Höhe tauchen und oben gegen den Gasdruck festgehalten werden. Gewöhnlich sind 4 Reiniger zu einem System vereinigt, und zwar so, dass die Kästen der Reihe nach ausgeschaltet werden können. Die oben erwähnte Reinigungsmasse liegt in den Kästen auf 2–4 Lagen von Holzhorsten.

Das so gereinigte Gas gelangt dann, nachdem es vorher noch den Stationsgasmesser passiert hat, nach dem **Gasometer**, dessen Zweck vornehmlich der ist, als Magazin zu dienen, um den Vorrat des während des Tages bereiteten Gases aufzunehmen und bis zum Gebrauch aufzubewahren, gleichzeitig aber auch das Gas unter einen mässigen, ganz

gleichförmigen Druck zu stellen und es so mit unveränderlicher Geschwindigkeit den Leitungsröhren und durch diese den Lampen zuzuführen.

Der Gasometer, oder richtiger ausgedrückt, **Gasbehälter**, besteht aus einer Glocke aus Eisenblech, welche in einem mit Wasser gefüllten Bassin schwimmt. Das Bassin muss so tief sein, dass die Glocke bis zu ihrer ganzen Höhe in Wasser eintauchen kann. Das von dem Stationsgasmesser kommende Gas gelangt durch ein von unten in das Wasserbassin eintretendes Rohr, welches sich bis über den Wasserspiegel innerhalb der Glocke erhebt, in den Gasbehälter. Die Weiterleitung in das Verbrauchsleitungsnetz geschieht ganz ähnlich.

Die Gasbehälterglocken werden teils freistehend, teils überbaut ausgeführt. Im ersten Fall erfolgt die Führung an eisernen Führungsgerüsten, im zweiten Fall sind dieselben in einem massiven Gebäude mit Kuppeldach untergebracht. Das Behälterhaus schützt die Glocke gegen Winddruck und Schneelast und die Glocken vor dem Einfrieren.

Neuerdings sind die Glocken vielfach zwei- und dreiteilig, in England sogar vier- und sechsteilig ausgeführt worden. Hierbei schieben sich die einzelnen Teile ähnlich wie die einzelnen Teile eines Fernrohres ineinander und nennt man deshalb die Gasbehälter auch **Telescopbehälter**. Derartige Behälter sind in England bis zu 91,4 m Durchmesser und für 345.000 cbm Gashinhalt ausgeführt worden.

Zu **Rohrleitungen** werden, sofern sie in der Erde liegen, überwiegend gusseiserne Muffenrohre verwendet, deren Muffen durch geteertes Werg, Rohrkitt und Blei gedichtet werden. Im Innern der Häuser dagegen bestehen die Rohre bis zu 50 mm Durchmesser meist aus Schmiedeseisen, die durch Verbindungsstücke, sog. Fittings, mit einander verschraubt werden.

Die Verbrennung des Leuchtgases erfolgt dann auf sogenannten **Brennern**. Die Lichtentwicklung ist ausser von der Qualität von der Menge des ausströmenden Gases, sowie von der Form der Ausströmöffnung abhängig.

Gewöhnlich unterscheidet man:

1. den Strahlen- oder Einlochbrenner, bei welchem das Gas aus einem runden Loch ausströmt und so die Form einer Kerzenflamme annimmt. Diese Brenner findet man jetzt nur noch als Anzünder (bei Auerlicht);
2. den Fledermaus- oder Schnittbrenner. Bei diesem strömt das Gas durch einen Schnitt aus, der den Brennerkopf in zwei Teile teilt;
3. den Zweilochbrenner, Fischschwanz- oder Manchesterbrenner, bei welchem zwei unter einem rechten Winkel gegen einander geneigte Ausströmöffnungen vorhanden sind;
4. den Zwillingbrenner, aus zwei gegen einander geneigten Schnittbrennern bestehend;
5. den sog. Argandbrenner, welcher von Parisot herrührt. Hier ist der Brenner ringförmig und hat oben eine grössere Anzahl (16–40) Löchern von 0,5 – 1,5 mm Durchmesser. Es entsteht hierdurch ein hohler, brennender Gaskegel.\*)

\*) Über den Gasverbrauch der verschiedenen Brennersysteme siehe Abschnitt IV.

Seit der Einführung des Auerschen Gasglühlichtes haben alle diese Brenner an Bedeutung verloren, und haben sich bei uns fast nur noch der Schnittbrenner und Argandbrenner erhalten.

Die Erfindung des Auerschen Gasglühlichtes hat, wie die meisten anderen Erfindungen, ihre Vorläufer, was indessen den Ruhm des Dr. Auer von Welsbach durchaus nicht schmälern kann.

Seitdem man durch das Studium der leuchtenden Flamme erkannt hatte, dass es im Zustande der Glühhitze befindliche Kohlenteilchen sind, welche das Leuchten verursachen, ersann man Methoden, nach welchen man die Wirkung der natürlichen Flamme erhöhen oder in künstlicher Weise bessere Wirkungen erzielen könnte. So lehrte Faraday 1826 das Carburieren einer nicht leuchtenden Flamme, indem er die beim Verbrennen wenig oder nicht

leuchtenden Gase mit darin zum Glühen gebrachten dichten Kohlenwasserstoffen imprägnierte.

In letzter Zeit ist es besonders das Benzol, das in Deutschland, England und Frankreich für die Aufbesserung von Steinkohlengas in grösserem Umfang verwendet wird.

Benzol ist nicht allein ein natürliches Carburationsmittel für die Erhöhung der Leuchtkraft, sondern auch das billigste Aufbesserungsmaterial. Das Einführen des Benzols in das Gas geschieht in der verschiedensten Weise: durch Einspritzen gemessener Benzolmengen direkt in den Gasstrom, durch Zuführung von Benzoldämpfen oder durch Teilung des Gasstromes und Carburation dieses Teiles in der Wärme und Vermischen des stark carburierten Gases mit dem Hauptgasstrom.

Seit der Einführung des Auerlichtes ist auch die Carburation des Leuchtgases wieder vielfach aufgegeben worden, da es bei dem Auerlicht weniger auf die Leuchtkraft als auf die Wärmeentwicklung ankommt.

Es wird nämlich hier die Wärme, die bei der Verbrennung entwickelt wird, dadurch in Licht umgesetzt, dass durch die Wärme ein fester Körper zum Weissglühen gebracht wird. Als erstes derartiges Incandescenz-Licht kann das Drummondsche Kalklicht angesehen werden, dessen Erfindung in das Jahr 1826 fällt. Drummond benutzte als Glühkörper in Stiftform gebrachte Stücke von Kalk und Bittererde, welche einer sehr starken Wärmezuführung bedürfen, die Erhitzung erfolgte deshalb im Knallgasgebläse bis zur Weissglut. Dieses Kalk-Sideral-Knallgaslicht hat sich verhältnismässig sehr lange in Übung erhalten und ist bis auf einige wenige Anwendungen nur deshalb verdrängt worden, weil die Herstellung der Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme ziemlich weitläufig und kostspielig ist. Nachdem Bunsen die Entleuchtung des Leuchtgases zum Zwecke der Heizwirkung eingeführt hatte, wurde dieses an Stelle des Wasserstoffes genommen und in die Leuchtgasflamme Sauerstoff oder Luft eingeblasen. Eine Anwendung findet dieses Licht heute noch vielfach bei Vorführungen von Lichtbildern mittels des Skioptikons. Die Verbesserungen, die sich auf das Drummondsche Kalklicht aufbauten, hatten nur eine kurze Lebensdauer, und mag die Kurzlebigkeit der Erfolge, welche die verschiedenen Incandescenzlicht-Methoden aufzuweisen hatten, wohl im Wesentlichen die Ursache dafür gewesen sein, dass in den siebziger Jahren nirgends an die Einführung solcher Beleuchtung oder an Neuerfindungen auf diesem Gebiete gedacht wurde. Erst als die Elektrizität mit der Gasbeleuchtung in scharfe Konkurrenz trat, wandte sich von Neuem der Erfindungsgeist der besseren Ausbildung der früheren Methoden zu, um die gefährdete Gasindustrie zu verteidigen. Die allgemeinere Einführung der besten Erfindung auf diesem Gebiete – der Glühkammer von Otto Fahnehjelm, Stockholm – scheiterte jedoch wieder an dem Umstand, dass die Bittererde, aus welcher die Glühkörper bestanden, um in das lebhaftes Weissglühen zu geraten, eine verhältnismässig sehr hohe Erhitzung und deshalb die Anwendung von Wassergas erfordert, letzteres aber nicht überall ohne Weiteres erhältlich ist.

In dieser wie fast in jeder anderen Hinsicht ist nun das nur wenig später in die Öffentlichkeit getretene Auer'sche Gasglühlicht bedeutend überlegen. Das Auerlicht ist für gewöhnliches, entleuchtetes Leuchtgas ebensogut als für Wassergas und flüssige Brennstoffe anwendbar, weshalb seiner ausgedehnten Verbreitung in allen Städten wegen des überall erhältlichen Leuchtgases kein Hindernis im Wege steht. Dieser Umstand ist zunächst insofern äusserst wichtig, als dem Erzeugnis der städtischen Gasanlagen bei dem immer heftiger entbrannten Kampf gegen die elektrische Beleuchtung in dem Auerlicht ein mächtiger Bundesgenosse erstanden ist. Wenn man bedenkt, welche enormen Kapitalien überall in den städtischen Gasanstalten festgelegt sind, wird man wohl die Sorge der Gemeinwesen begreifen, mit welcher sie jenem siegreichen Vorgehen zuzusehen begannen.

Die erste Nachricht über die Erfindung des Dr. Auer'schen Gasglühlichtes brachte im Jahre 1886 die Nr. 2 der pharmaceutischen Post mit folgenden Worten: „Das Prinzip des neuen Lichtes beruht darauf, in der Flamme eines von Dr. Auer verbesserten Bunsenbrenners mittels Platindraht einen Mantel (Zylinder) glühend zu erhalten, welcher letzterer ungefähr dem

Kalkzylinder bei dem Drummondschen Licht entspricht. Die chemische Zusammensetzung dieses Mantels ist Geheimnis Dr. Auers. Wir vermuten darin fixe Oxyde und Salze verschiedener, besonders seltener Erden und Metalle. Der Mantel wird einfach dadurch hergestellt, dass ein Gazestoff mit der bewussten Komposition imprägniert und dann verbrannt wird. Worauf die Komposition selbst in der Netzform der Gaze als Gerippe zurückbleibt, und der Mantel ist fertig. Der Selbstkostenpreis eines solchen Mantels stellt sich ungefähr auf einen Kreuzer, und derselbe hat die Fähigkeit, 1.000 Stunden zu leuchten, bis er vom Staub der Atmosphäre so inkrustiert ist, dass die Leuchtkraft darunter leidet. Dabei ist der Verbrauch an Gas für die Erhitzung des Mantels zur Erzielung derselben Lichtstärke nur halb so gross wie bei einer gewöhnlichen Schmetterlingsflamme, also eine Gasersparnis von 50 % und das Licht gleicht im Aussehen ganz dem elektrischen Lichte.“

Der Schleier, der über das Geheimnis der Zusammensetzung des Glühstrumpfes gezogen war, ist längst gelüftet und zwar vor allem durch die Patentschriften, die vollauf Aufschluss geben über die Bestandteile des Glühkörpers. Danach bestehen die Glühkörper

I. für weisses Licht aus:

- a) Lanthanoxyd, Yttriumoxyd, Magnesia,
- b) Lanthanoxyd und Magnesia,
- c) Lanthanoxyd und Yttriumoxyd,
- d) Yttriumoxyd und Magnesia,
- e) Zirkonerde, Lanthanoxyd und Yttriumoxyd,
- f) Zirkonerde, Lanthanoxyd oder
- g) Zirkonerde und Yttriumoxyd.

II für gelbes Licht aus einem Zusatz von Neodymzirkon zu den unter I. aufgeführten Körpern

III. für grünes oder grünliches Licht aus einem Zusatz von Erbin.

Spätere Zusatzpatentschriften erwähnen als weitere Bestandteile Thoroxyd, Ceroyd und Uranoxyd.

Der wichtigste Teil des Gasglühlichtes ist der Glühkörper, auch Glühstrumpf genannt. Er besteht aus einem Gewebe von möglichst reiner, aschenfreier Baumwolle in Form eines oben geschlossenen Schlauches, mit einer Fadenstärke von 0,2 mm, unter die man zweckmässiger Weise einige stärkere Fäden einwebt, um dem Körper nach der Veraschung einen grösseren Widerstand zu geben. Die Maschenweite richtet sich dabei nach den Grössenverhältnissen. Vor dem Tränken ist der Körper einer gründlichen Reinigung mit Salz- oder Flusssäure zu unterziehen. Zum Tränken des Gewebes dienen die obenerwähnten Oxyde der seltenen Erde. Diese Erden sind feuerbeständig und besitzen unten den bekannten Mineralien das grösste Lichtausstrahlungsvermögen. Die zum Tränken der Glühkörper nötige Flüssigkeit, die Leuchtflüssigkeit oder das Fluid, wird aus den salpetersauren Lösungen der betreffenden Metalle hergestellt, welche Lösungen vorher nach Bedarf mit Rücksicht auf die Leuchtkraft und Farbe des ausstrahlenden Lichtes gemischt werden. Nach dem Trocknen der Strümpfe und dem Befestigen an einem Halter wird das Gewebe abgebrannt und die Nitrate verwandelt sich dabei in die betreffenden Oxyde. Bei der Verwendung wird sodann der Glühkörper durch das im Bunsenbrenner verbrennende Gas erhitzt und zum Glühen gebracht. Der Kopf des Glühstrumpfes wird gegenwärtig durch Asbestfäden zusammengehalten, während man anfangs Platindraht verwandte.

Der Brenner war anfangs ein gewöhnlicher Bunsenbrenner, welcher einen Einsatz von konoidischer Form im oberen Teile des Brennerrohres enthielt, um durch diesen das Durchschlagen beim Kleinstellen der Flamme und Explosionen in derselben zu vermeiden. Diese Brenner sind nach und nach verbessert worden und war es besonders der hohe Preis der Brenner, der viele Fabrikanten anspornte, neue Konstruktionen zu ersinnen, welche bei Vereinfachung der Ausführung niedrige Preise zuliessen und damit den Sieg im Konkurrenzkampf wahrscheinlich machten. Die zahlreichen, vielfach unerquicklichen Patentstreitigkeiten der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft, welche das Privileg hatte, die

Auerpatente zu verwerten, mit mehreren namhaften Firmen, legen Zeugnis ab von der Hartnäckigkeit, mit der der Kampf geführt wurde. Dank der aufstrebenden Konkurrenz sind aber die Preise für Brenner und Glühstrümpfe in einer rapiden Weise gesunken, und damit war erst eine Einführung des Gasglühlichtes in die weitesten Kreise ermöglicht.

Eine wesentlich neue Brennerkonstruktion war die von Gautzsch in Münster. Sein Brenner bestand einfach in einem erweiterten zylindrischen Aufsatz auf dem Rohr des Bunsenbrenners, welcher oben mit einer durchlocherten Platte abgeschlossen war, an deren Mittelpunkt sich ein innen angebrachter kleiner Ansatz befand mit einer Vertiefung zur Aufnahme des Glühstrümpfes. Dieser obere Teil ist mit dem unteren engen einfach durch einen kegelförmigen Mantel verbunden. Diese Brennerkonstruktion war der Zankapfel und die Ursache des Prozesses der Deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft gegen Gautzsch. In dem Prozesse blieb Gautzsch Sieger und es schossen nun die Brennerkonstruktionen wie Pilze aus der Erde.

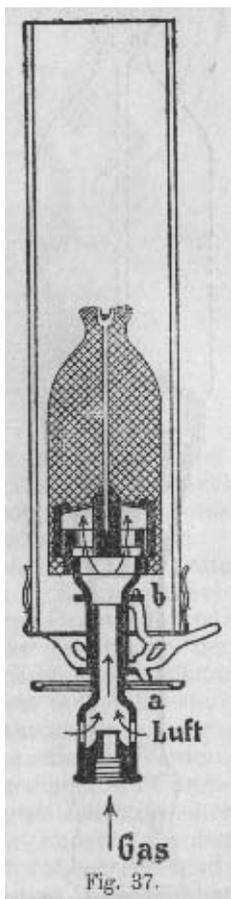
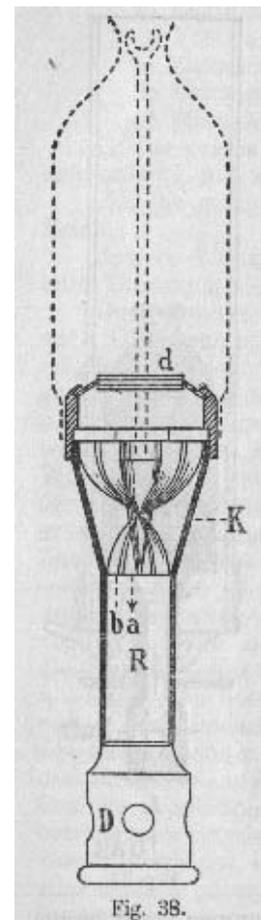


Fig. 37 stellt den Gasglühlichtbrenner in seiner heutigen Gestalt dar. Aus der Skizze und nach den früher gemachten Angaben über das Wesen des Bunsenbrenners ist die Konstruktion leicht zu erkennen. Durch das mittlere Rohr tritt das Gas ein, während von der Seite die Verbrennungsluft angesaugt wird, die notwendig ist, um ein stark hitzendes Gas-Luftgemisch herzustellen.

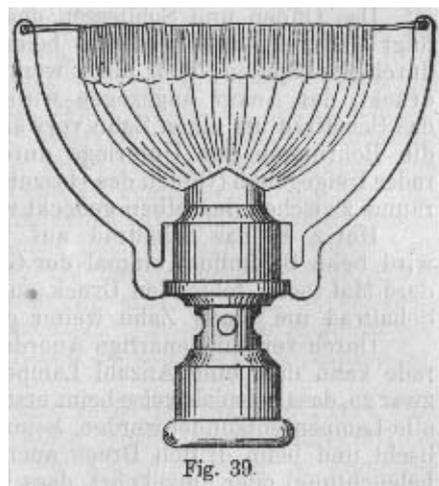
Welchen Aufschwung die Gasglühlichtindustrie in der kurzen Zeit ihres Bestehens genommen, geht daraus hervor, dass bereits im Jahre 1897 in Deutschland über 70 Fabrikanten gezählt wurden, die sich mit der Herstellung von Artikeln für die Gasglühlichtbeleuchtung beschäftigten. Heute dürfte die Zahl der Gasglühlichtfabrikanten weit über das dreifache gestiegen sein. Als Hauptsitz der Gasglühlichtindustrie kann Berlin angesehen werden, woselbst s. Zt. sich etwa 50 Fabriken mit der Fabrikation von Brennern, Strümpfen u.s.w. befassten. Von der grossen Anzahl von Brennern seien nur noch einige beschrieben, die von der obenangeführten Konstruktion wesentlich abweichen. In Fig. 38 ist die Saugkammer D zu erkennen, durch welche von dem einströmenden Gase Luft angesaugt wird. Der Unterteil des Mischrohres R ist zylindrisch, der Oberteil K erweitert sich und geht oben in einen Ring über. Den Abschluss bildet das übliche Sicherheitssieb mit dem

Flammteiler d. Das wesentlich Neue an den Brennern sind die Spiralen a und b, die an dem Innen- bzw. Aussenconus angebracht sind. Es findet hierdurch eine energische Mischung der Luftteile mit den Gasteilen statt, und damit eine vollkommene Verbrennung bei starker Hitze. Der Brenner rührt von der Gesellschaft „Komet“, Berlin W. 41 her.

Eine vollständig andere Anordnung stellt die Fig. 39 dar. Bei diesem von Fr. v. Mare in Paris patentierten Brenner ist wieder auf das vorerwähnte Fahnehjelmische Prinzip zurückgegriffen, bei welchem ein Glaszylinder vollständig überflüssig wird. Der Glühkörper besteht hier aus einer grösseren Anzahl Faden, welche an einem Platindraht oder an einem anderen geeigneten unverbrennbaren Träger befestigt sind. Der eigentliche Brenner ist hier als Schlitzbrenner ausgebildet, sodass die Hitze möglichst ausgenutzt wird.



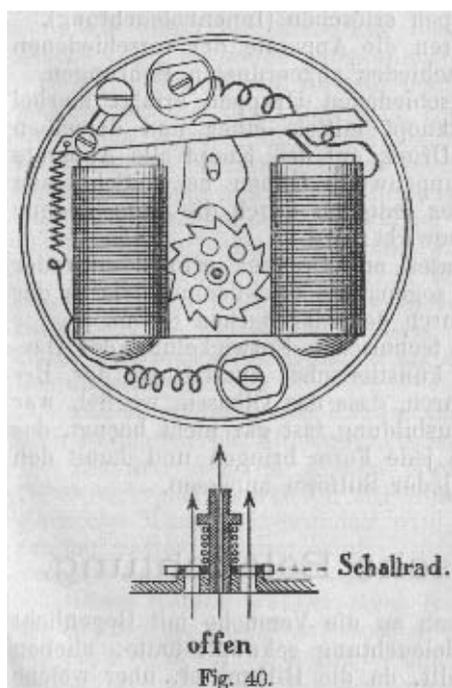
In ein neues Stadium trat mit der Einführung des Gasglühlichtes auch die Strassenbeleuchtung. Anfangs schreckte zwar die leichte Zerbrechlichkeit der Glühkörper und die bedeutenden Kosten vor der allgemeinen Anwendung zurück; nachdem man aber gefunden, dass durch die Ersparnis an Gas die Mehrkosten für Unterhaltung der Lampen vollauf kompensiert werden, wendet man auch zur Strassenbeleuchtung allgemein Gasglühlicht an und selbst die Bogenlichtbeleuchtung wurde von dem Gasglühlicht zurückgedrängt. Sollte jedoch das Gasglühlicht voll und ganz den Wettbewerb mit der elektrischen Beleuchtung aufnehmen können, so müsste vor allem auch das Anzünden bequemer gestaltet werden. Dieses Bestreben hat als anerkennenswertes Ergebnis die Gasfern- und Selbstzünder geschaffen, die in Verbindung mit dem Gasglühlicht der elektrischen Glühlichtbeleuchtung kaum noch einen nennenswerten Vorrang einräumen.



Bei der Gasfernzündung kommen 4 Hauptausführungen in Betracht:

1. Gashahnbethätigung mittelst Hand, Zündung durch stetig brennende Zündflämmchen,
2. Gashahnbethätigung mittelst Hand, Zündung elektrisch,
3. Gashahnbethätigung elektrisch, Zündung mittelst Zündflämmchen oder Selbstzünder,
4. Gashahnbethätigung elektrisch, Zündung elektrisch.

Von den zahlreichen Konstruktionen, die auf den Markt gebracht wurden, um meistens bald wieder zu verschwinden, sei nur eine hier erwähnt, die das Prinzip einer derartigen Einrichtung erkennen lässt. Es ist der von dem Metallwerk „Colonia“, Köln a. Rh., in den Verkehr gebrachte elektrische Gasfernzünder „Lucifer“, der sich durch sicheres Funktionieren auszeichnet. (Fig. 40.) Der in der Kapsel untergebrachte Mechanismus des Apparates besteht aus:



1. Zwei auf einer Eisenplatte montierten Elektromagnetspulen, deren Drahtenden mit je einer der im Boden der Kapsel isoliert angebrachten Polschrauben verbunden sind, an welche aussen die Leitungsdrähte angeschlossen werden;
2. dem an einem Ende drehbar befestigten Anker, welcher durch eine Feder von den Spulen entfernt gehalten wird;
3. der an dem Anker drehbar befestigten Schaltklinke, deren Bewegung durch Schlitz und Führungsstift reguliert bzw. begrenzt wird, und welche mit einem Zahn in das Schaltrad eingreift und
4. dem auf der Unterlage aufgeschliffenen Schaltrade, welches mit konzentrisch angeordneten Bohrungen versehen ist, die den Bohrungen der Unterlage entsprechen und mit den Zähnen des Schaltrades in einem bestimmten Zahlenverhältnis stehen..

Das Öffnen und Schliessen des Gaszutrittes zum Brenner erfolgt dadurch, dass jedesmal beim Hindurchgehen des Stromes durch die Spulen, d. i. also, wenn man auf den Kontaktknopf drückt, der Anker angezogen wird und mittels der Schaltklinke das Schaltrad um einen Zahn vorwärts dreht, wodurch abwechselnd die Bohrungen der Unterlage durch die Bohrungen des Schaltrades freigegeben (Öffnen des Gaszutrittes) oder durch die Zwischenräume zwischen denselben gedeckt werden (Schliessen des Hahnes).

Hat z. B. das Schaltrad auf je 2 Zähne eine Bohrung, so wird beim Stromfluss einmal der Gaszutritt geöffnet, und das andere Mal (beim folgenden Druck auf den Kontaktknopf), wenn das Schaltrad um einen Zahn weiter gedreht wird, geschlossen sein.

Durch verschiedenartige Anordnung der Bohrungen im Schaltrade kann man eine Anzahl Lampen gruppenweise betätigen, und zwar so, dass beispielsweise beim ersten Druck auf den Kontaktknopf alle Lampen entzündet werden, beim zweiten Druck eine Gruppe erlischt und beim dritten Druck auch die andere Gruppe (Strassenbeleuchtung) oder umgekehrt, dass beim ersten Druck eine Gruppe entzündet wird, beim zweiten Druck die andere Gruppe ebenfalls und beim dritten Druck alle Lampen erlöschen (Innenbeleuchtung).

Zu diesem Zwecke erhalten die Apparate der verschiedenen Gruppen Schalträder mit verschiedenen angeordneten Bohrungen.

Die Bethätigung der verschiedenen Gruppen erfolgt hierbei durch einen einzigen Druckknopf mittels einer und derselben Drahtleitung, da durch den Druck auf den Knopf alle Apparate betätigt werden und das gruppenweise Öffnen bezw. Schliessen des Gaszutrittes zum Brenner lediglich durch die verschiedene Anordnung der Schalträder bewirkt wird.

Die Entzündung des Gases am Brenner erfolgt entweder durch eine stetig brennende sogenannte Stichflamme (wie in der Figur 37 angedeutet) oder durch den elektrischen Strom.

Hand in Hand mit der technischen Entwicklung der Gasbeleuchtung ging auch die künstlerische Ausstattung der Beleuchtungsgegenstände. Dadurch, dass das Ölbassin wegfiel, war man in der künstlerischen Ausbildung fast gar nicht beengt, das einfache Rohr konnte man in jede Form bringen und damit den ganzen Träger des Brenners jeder Stilform anpassen.

## IV. Die elektrische Beleuchtung.

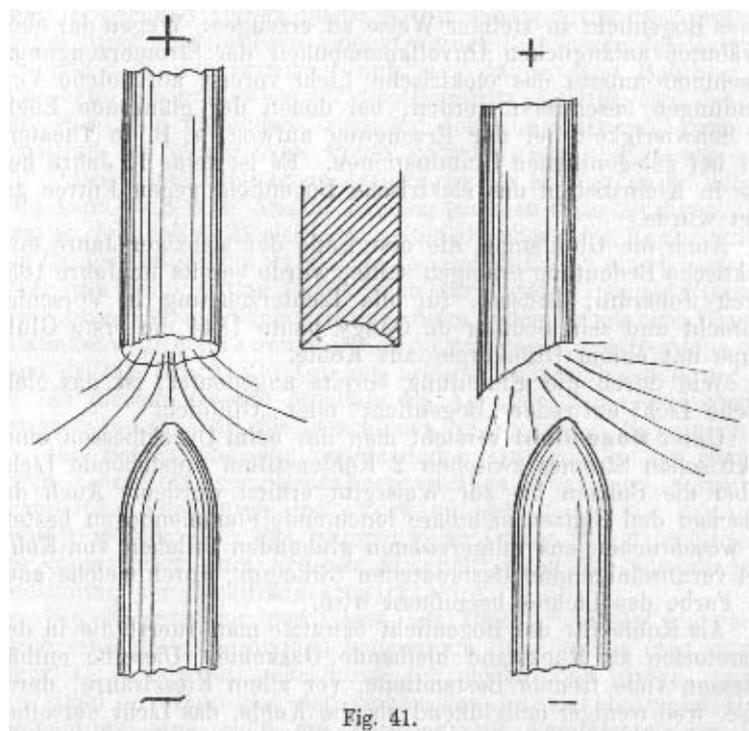
Die Erwartungen, die man an die Versuche mit Bogenlicht für eine Umgestaltung der Beleuchtung geknüpft hatte, bleiben lange Jahre hindurch unerfüllt, da die Hilfsmittel, über welche man damals verfügte, nur unzureichende waren. Erst nachdem man den Dynamobau auf die heutige Höhe gebracht, konnte auch die Hoffnung bestehen, dass eine Umwälzung in der Beleuchtungstechnik stattfindet. Die Verwendung des elektrischen Stromes zur Lichterzeugung ist keineswegs neu. Bereits im Jahre 1810 hatte Dewy gezeigt, wie man mittelst des galvanischen Stromes im Flammenbogen eine Lichtquelle erhält, welche an Stärke alle andern künstlichen Lichtquellen übertrifft, und einige Jahrzehnte später konstruierte man bereits recht vollkommene Lampen, um dieses Bogenlicht in stetiger Weise zu erzeugen. Wegen der oben erwähnten anfänglichen Unvollkommenheit der Stromerzeugungsmaschinen musste das elektrische Licht vorerst auf solche Verwendungen beschränkt werden, bei denen der glänzende Effekt die Schwierigkeit bei der Erzeugung aufwog, z. B. in Theatern und bei gelegentlichen Illuminationen. Es ist keine 15 Jahre her, dass in Kleinstädten das elektrische Bogenlicht gegen Entree gezeigt wurde.

Auch die Glühlampe, die erst Ende der siebziger Jahre eine praktische Bedeutung erlangen sollte, wurde bereits im Jahre 1838 durch Jobardin, Brüssel, für die Lichterzeugung in Vorschlag gebracht und sein Schüler de Gangy baute 1844 die erste Glühlampe mit einem Glühkörper aus Kohle.

Wie durch die Einleitung bereits angedeutet, ist das elektrische Licht entweder „Bogenlicht“ oder „Glühlicht“.

Unter **Bogenlicht** versteht man das beim Durchfließen eines elektrischen Stromes zwischen 2 Kohlenstiften entstehende Licht, wobei die Spitzen bis zur Weissglut erhitzt werden. Auch der zwischen den Spitzen sichtbare leuchtende Flammenbogen besteht im wesentlichen aus mitgerissenen glühenden Teilchen von Kohle und verunreinigenden Bestandteilen (Silicium), durch welche auch die Farbe des Lichtes beeinflusst wird.

Als Kohle für das Bogenlicht benutzte man zuerst die in den Gasretorten als Rückstand bleibende Gaskohle. Dieselbe enthält indessen viele fremde Bestandteile, vor allem Kieselsäure, deren Gase, weil weniger hellglühend als die Kohle, das Licht derselben beeinträchtigen.



Die Herstellung der Kohlen aus organischen Substanzen mit Steinkohlenteer als Bindemittel erwies sich als zu teuer.

Bei den neueren Kohlen wird als Grundstoff gemahlener Retortengraphit verwendet, der durch geeignete Zusätze in eine plastische Masse umgewandelt wird, welche durch Maschinen zu runden Stiften geformt wird. Durch Glühen erhalten dann die weichen Stifte Festigkeit und Zusammenhang.

Diese Kohlen werden beim Bogenlicht so angeordnet, dass die Spitzen senkrecht und achsial übereinanderstehen, und zwar die positive oben, die negative unten. (Siehe Fig. 41.) Dies geschieht deshalb, weil die positive

Kohlenspitze im Verlaufe des Betriebes eine Aushöhlung erhält, deren Lichtreflex bei dieser Anordnung für die zu beleuchtenden, gewöhnlich unterhalb belegenen Räume nutzbar gemacht wird. Für andere Zwecke, z. B. bei Leuchttürmen, wo das Licht nach der See hinausgeschickt werden soll, wird dies durch die zweite skizzierte Stellung erreicht.

Abweichend von dieser gebräuchlichen Anordnung der Kohlenstifte ist die der sog. Jablochkoffschen Kerzen. Die Stäbe stehen hier aufrecht nebeneinander, getrennt durch ein isolierendes, im Flammenbogen verdampfendes, und hierbei intensiv leuchtendes Material, in der Regel Gips. Die ungleiche Abnutzung der Kohlen bedingt hierbei eine verschiedene Stärke der Stifte, falls nicht Wechselstrom benutzt wird, bei welchem jeder Stift abwechselnd positiver und negativer Pol wird, also gleichmässig abbrennt.

Der Umstand, dass bei der ersterwähnten Kohlanordnung die Entfernung der Spitzen eine stets gleichbleibende sein muss, die positive Kohle aber fast doppelt so schnell abbrennt (ca. 8 : 5) als die negative, bedingt besondere Vorrichtungen, um die Entfernung der Kohlenspitzen von einander konstant zu erhalten. Es sind zu diesem Zweck verschiedene Apparate konstruiert worden, von welchen sich besonders die von Hefner-Alteneck herrührende Siemenssche Lampe am besten bewährt hat. Das Prinzip der Konstruktion dieser Reguliervorrichtung ist in Fig. 42 in wenigen Strichen angedeutet.

In  $S_1$  und  $S_2$  sind zwei Drahtspulen zu erkennen, in welchen sich ein Eisenkern  $E$  bewegen kann. Die eine Drahtspule  $S_1$  besteht aus wenigen Windungen eines starken Drahtes und liegt im Hauptstromkreis der Lampe, wird also von demselben Strom durchflossen, der den Lichtbogen bildet. Die zweite Spule, aus vielen Windungen eines sehr dünnen Drahtes ausgeführt, liegt im Nebenschluss zum Hauptstromkreis. Der obere Kohlenhalter wird durch eine Hemmvorrichtung in einer Hülse gehalten, welche drehbar an dem einen Ende eines horizontalen zweiarmigen Hebels befestigt ist, dessen anderes Ende den erwähnten Eisenkern  $E$  trägt. Der in der Lampe tretende positive Strom geht nun, wenn die Kohlen nicht zusammenliegen, durch den Nebenschluss zur Spule  $S_2$ , wodurch der Eisenkern in diese hineingezogen wird und infolgedessen die Kohlenspitzen zusammengedrückt werden. Dadurch ist der Hauptstromkreis der Lampe geschlossen; der eintretende Strom teilt sich jetzt und geht teilweise auch ferner durch den Nebenschluss, zum grössten Teil aber durch die Hauptstromspule  $S_1$  zum Drehpunkt des Hebels, von hier durch den Hebel, die Hülse, den oberen Kohlenhalter zur oberen Kohle, tritt, den Lichtbogen bildend, zur unteren Kohle über und von hier zur Hauptleitung zurück. Die Spule  $S_1$  zieht jetzt den Eisenzylinder in sich hinein, bis die Kräfte in den beiden Spulen auf den Eisenkern sich das Gleichgewicht halten. Hierbei bildet sich der Lichtbogen, welcher sich durch den Abbrand der Kohlen allmählich vergrössern würde. Da hiermit aber auch der Widerstand im Hauptstromkreise wachsen und dementsprechend auch die Kraft der Hauptstromspule abnehmen würde, so zieht jetzt die Nebenschlusspule den Eisenzylinder mehr in sich hinein, so dass die Länge des Lichtbogens unverändert bleibt. Für den Fall, dass die Kohlen vollständig abgebrannt sein sollten, würde der Hauptstrom unterbrochen sein. Um dies zu vermeiden, ist eine Kontaktvorrichtung, durch welche sofort der Hauptstromkreis geschlossen wird, angebracht. Dieser Kontakt ist durch  $KK_1$  dargestellt. Es geht dann der Strom in Richtung des punktierten Pfeiles.

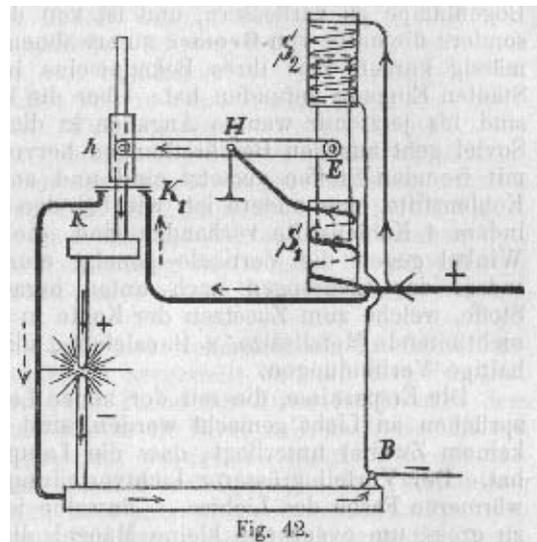


Fig. 42.

Dieses Prinzip der Differentialwirkung ist auf viele neuere Lampensysteme in mehr oder weniger einfacher Weise übertragen worden. Die einzelnen Konstruktionen unterscheiden sich nur in der Anordnung der vorstehend erwähnten Teile, im allgemeinen aber sind alle diese Unterschiede nur unwesentlicher Art.

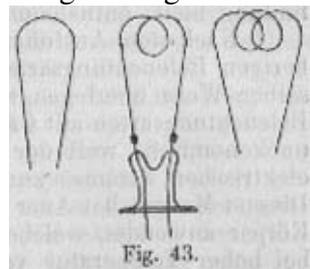
In neuester Zeit wurden vielfach Versuche gemacht, die Bogenlampe zu verbessern, und ist von den Konstruktionen besonders diejenige von **Bremer** zu erwähnen, die in der verhältnismässig kurzen Zeit ihres Bekanntseins in Berlin und anderen Städten Eingang gefunden hat. Über die Einzelheiten der Lampe sind bis jetzt nur wenige Angaben in die Öffentlichkeit gelangt. Soviel geht aus den Beschreibungen hervor, dass die Kohlenstifte mit fremden Stoffen versetzt sind und auch die Anordnung der Kohlenstifte eine andere ist, wie bei den gewöhnlichen Lampen, indem 4 Kohlenstifte vorhanden sind, die in einem sehr spitzen Winkel gegen die Vertikale geneigt einander gegenüberstehen, sodass der Lichtbogen nach unten herausgedrängt wird. Die Stoffe, welche zum Zusetzen der Kohle in Betracht kommen, sind nichtleitende Metallsalze, z. B. calcium-, silicium- oder magnesiumhaltige Verbindungen.

Die Ersparnisse, die mit der neuen Lampe bei denselben Ansprüchen an Licht gemacht werden, sind so bedeutend, dass es keinem Zweifel unterliegt, dass die Lampe eine grosse Zukunft hat. Der Vorteil grösserer Lichtverteilung, sowie derjenige einer wärmeren Farbe des Lichtes – dasselbe ist orangefarben – sind zu gross, um eventuelle kleine Mängel, die sich bei der weiteren Anwendung ergeben, nicht weit zu überwiegen.

Das **Glühlicht** wird erzeugt durch einen unter luftdichtem Glasverschluss befindlichen gebogenen Kohlenfaden, welcher in den Strom eingeschaltet und durch denselben zur Weissglut gebracht wird.

Die **Glühlampe**, besteht im Wesentlichen aus der Glasbirne und dem Kohlenfaden. Die Kohlenfäden, der Glühlampen wurden anfangs aus Bambusfaser hergestellt, deren Verarbeitung ziemlich teuer war, weshalb man bestrebt war, andere passende Materialien für die Herstellung des Glühfadens verwendbar zu machen, und es sind zu diesem Zwecke zahllose Versuche und Vorschläge gemacht worden. Neuerdings stellt man die Fäden vielfach aus einem plastisch verkohlbaren Teig her. Dieser Teig wird in dünne Fäden gewalzt, oder es wird die Masse mittelst einer Presse durch ein durchbohrtes Mundstück gedrückt, aus welchem sie als gleichmässiger Faden austritt, den man nur in nötige Längen zu schneiden hat.

Die Länge beträgt 15–50 cm. Die rohen Fäden werden nachträglich verkohlt, vor dem Verkohlen aber mit einem eigens hierzu konstruierten Mikrometer gemessen. Je nach der nötigen Länge des Fadens erhält derselbe eine geeignete Form, wie solche Fig. 43 zeigt. Diese



Fäden werden alsdann auf geeignete Formen von Graphit gebracht, in Graphit eingepackt und in einem Ofen einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt und damit verkohlt. Die aus dem Ofen kommenden Fäden werden nun genau auf ihren elektrischen Widerstand geprüft und dann auf bestimmte Längen geschnitten. Durch weitere Präparierung wird dann der Faden noch auf gleichen Widerstand gebracht und dann mit den Platindrähten des sogenannten Füsschen verbunden. Unter Füsschen versteht man

hierbei den unteren Teil der Lampe, in welchem die Platindrähte eingeschmolzen sind, die die Verbindung zwischen dem Kohlenfaden und der Aussenleitung herstellen. Die Befestigung des Kohlenfadens geschieht durch einen Kitt oder einen Graphitniederschlag.

Die Glasbirne wird aus leicht schmelzbaren, zu Glasbläserarbeiten geeigneten Bleigläsern hergestellt und mit dem Füsschen verschmolzen. Die Form und Farbe der Birne ist je nach dem Zweck sehr verschieden. Bevor die Birne vollständig geschlossen wird, muss dieselbe ausgepumpt werden, zu welchem Zweck entweder mechanische oder Quecksilberluftpumpen in Verwendung sind. Gewöhnlich benutzt man anfangs mechanische Luftpumpen und schaltet erst zur Herstellung des höheren Vakuums die Quecksilberluftpumpe ein, wobei der Faden durch einen elektrischen Strom glühend erhalten wird, um jeden Rest von kondensierten Dämpfen in der Lampe zu verflüchtigen. Das Vakuum ist ein sehr hohes und kann ohne Schaden für die Lampe etwa 1/10 Millionstel der Luftmenge, welche die Birne unter Luftdruck fasst, in derselben belassen werden. Nach dem Auspumpen wird alsdann die Röhre,

die die Verbindung zwischen Birne und Luftpumpe herstellte, verschmolzen, die Lampe auf Luftinhalt, Lichtstärke, Spannung und Effektverbrauch geprüft und mit dem Sockel versehen, der eine weitere Verbindung mit der Leitung ermöglicht. Die Anordnung der Kontaktsockel ist eine sehr verschiedene und ist von den verschiedenen Fassungen der Lampe der Swanfassung eine der gebräuchlichsten.

Die Erfolge, die das Gasglühlicht errungen hat, machte es den Elektrikern notwendig, auf Verbesserung des elektrischen Glühlichtes bedacht zu sein und besonders eine Verbilligung des Glühlichtes anzustreben. So sehen wir den Versuch, das Auersche Prinzip, auch auf die elektrische Glühlampe angewendet, leider jedoch ohne nennenswerten Erfolg. Erst mit der Erfindung der **Nernstschen Glühlampe** scheint auch hierin ein wesentlicher Fortschritt gemacht zu sein. Einem Vortrag, den Professor Nernst aus Göttingen vor einigen Jahren über die epochemachende Erfindung hielt, entnehmen wir folgendes:

Nach den Ausführungen Nernsts ist dieses Licht den bisherigen Beleuchtungsarten (Glühlampen und Bogenlicht) in derselben Weise überlegen, wie das Auersche Gasglühlicht den anderen Beleuchtungsarten mit Gas. In diesen ist nämlich die Beleuchtung unökonomisch, weil der weitaus grössere Teil des Gases bzw. elektrischen Stromes zur Erzeugung von Wärme benutzt wird. Diesem Mangel hat Auer abgeholfen, indem er, wie früher erwähnt, Körper anwendet, welche die entstehende Wärme ausnutzen, also bei hoher Temperatur vornehmlich Lichtstrahlen aussenden. Es lag nahe, bei der elektrischen Beleuchtung etwas Ähnliches zu versuchen; denn auch bei Glühlicht und Bogenlicht ist Kohle der Träger des Leuchtens, weswegen auch hier die Mängel in die Erscheinung treten. Tesla versuchte glühende Gase als Träger des Lichtes zu benutzen und man muss zugeben, dass das Teslalicht in Bezug auf das Fehlen von Wärmestrahlen ein Ideal der Beleuchtung darstellt. So interessant die Versuche Teslas auch sind und so sehr ökonomisch offenbar auch das Prinzip dieser Lichterzeugung ist, so scheint es für die praktische Beleuchtung doch nicht brauchbar zu sein, da die technische Ausgestaltung Schwierigkeiten zu begegnen scheint, die bis dato wenigstens nicht überwunden werden konnten.

Auf wesentlich andere Weise wurde das Problem von dem russischen Ingenieur Jablochkoff bereits vor mehr als 20 Jahren in Angriff genommen. Vielleicht angeregt durch die Betrachtung seiner obenerwähnten Kerzenlampe, kam Jablochkoff auf den Gedanken, an Stelle der isolierenden Zwischenschicht aus Gips oder Kaolin, diese Zwischenschicht selbst als Lichtträger zu benutzen. Er verwendete hierzu Kaolin (weisse Tonerde), dem ähnlich, wie den seltenen Erden im Auerlicht bei der Weissglut ruhige und angenehme Lichtstrahlen entströmen. Der Grund dafür, dass diese Lampen ohne praktischen Erfolg blieben, liegt wohl darin, dass für ihren Betrieb eine sehr hohe Spannung notwendig war, sodass ihre Bedienung direkt lebensgefährlich wurde. Dieser Umstand stand ihrer allgemeinen Einführung im Wege, und so ist das durchaus gesunde Prinzip, auf dem sie beruhten, wieder in Vergessenheit geraten.

Die neuen Lampen von Nernst bringen dieses Prinzip nun wieder zur Geltung. Aber Nernst versuchte einen Stoff ausfindig zu machen, der bei hoher Lichtausstrahlung wenigstens in höherer Temperatur den elektrischen Strom leitet. Findet man einen solchen Stoff, so geht die Lampe beim Stromschluss allerdings nicht an, da der Strom, eben weil der nichtleitende Körper in ihm eingeschaltet ist, nicht zustande kommt. Erwärmt man nun aber den Glühkörper, so wird derselbe leitend und der Strom kann hindurchgehen und bringt den Körper zum lebhaften Glühen. Solcher Stoffe gibt es nun eine ganze Zahl, und war es bei der vorgeführten Lampe ein Magnesiastift, der ein intensives weisses Licht ausstrahlte, das an Glanz und Ökonomie wegen des Fehlens der Wärmestrahlung jeden Vergleich aushält.

Eine Unbequemlichkeit entstand wieder dadurch, dass die Glühkörper zunächst erwärmt werden, die Lampen also wie gewöhnliche Gaslampen angezündet werden müssen. Die Erwärmung kann jedoch auch auf elektrischem Wege geschehen, indem man den elektrischen Strom zunächst durch einen Heizkörper gehen lässt, der den Glühkörper erwärmt und erst nachdem der Glühkörper die nötige Wärme hat, den Strom durch diesen leitet.

In Fig. 44 ist eine Nernstlampe neuester Konstruktion dargestellt. In ihrer Form erinnert die Lampe an eine gewöhnliche Glühlampe, jedoch ist die Glasbirne nicht ausgepumpt, sondern dient lediglich als Schutzhülle für den recht empfindlichen Leuchtkörper. Der lichtspendende Teil der Lampe ist ein dünnes Stäbchen aus Magnesiumoxyd oder Yttriumoxyd, das im kalten Zustande den Strom nicht leitet. Es muss deshalb das Glühstäbchen zunächst angewärmt werden, wozu die um den Draht gewundene Platinspirale P, die mit ist, dient. Nachdem die notwendige Stab dem Strome den Durchgang weissen Licht. Die Stromzuführung von hier aus durch das Säulchen S lange das Glühstäbchen G kalt ist, Widerstand und geht infolgedessen nach der Säule S<sub>2</sub>, dem Kontakt C, Lampe bei B. Infolge des bis zu Rotglut erhitzt und erhöht Leistungsfähigkeit des Stabes G so diesen durchfließt. Der Weg, den der Teilstrom nimmt, ist dann folgender: Von a nach G durch S<sub>1</sub> nach dem Vorschaltwiderstand V, der den Zweck hat, das Zucken des Lichtes aufzuheben, und nach der aus einem dünnen Draht bestehenden Wicklung W eines kleinen im Sockel der Lampe angebrachten Elektromagneten. Infolge der Erregung durch den Teilstrom wird ein kleines an der Feder F sitzendes Eisenstückchen E angezogen und damit die Verbindung zwischen C und F aufgehoben, wodurch die Platinspirale P ausgeschaltet ist, und der ganze Strom jetzt das Glühstäbchen durchfließt und das letztere zum Glühen bringt.

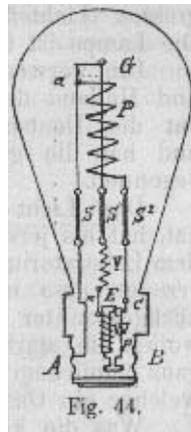


Fig. 44.

So bietet es dem Strom einen zu grossen der Strom durch die Platinspirale P durch die Feder F und verlässt die Stromdurchgang wird die Spirale P innerhalb 10-15 Sekunden die weit, dass ein Teil des Stromes auch

Der Nernstlampe wird nachgerühmt, dass ihr Stromverbrauch bei gleicher Helligkeit nur die Hälfte desjenigen der besten bisherigen Glühlampe beträgt; ob sie jedoch auch die Verbreitung des Auerglühlichtes erlangen wird, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Die Patente von Nernst werden von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin kommerziell ausgenutzt.

Eine weitere epochemachende Erfindung bedeutete die Erfindung der **Osmiumlampe** durch Auer. In ihrer Gestalt unterscheidet sich diese Lampe von der gewöhnlichen Glühlampe nicht, nur ist anstelle des Kohlenfadens hier ein Faden aus einer Osmiumlegierung angewendet. Osmium ist ein zur Platingruppe gehöriges Metall, welches von allen metallischen Elementen den höchsten Schmelzpunkt besitzt. Der Stromverbrauch ist ein wesentlich geringerer und die Lebensdauer der Lampe eine grosse. Nach Versuchen geben die Osmiumlampen einen  $3 \frac{1}{2}$  mal so grossen Lichteffect wie die gewöhnlichen Kohlenfadenlampen. Die Lampe ist überall verwendbar.

Die Verwertung der Erfindung für Deutschland, Luxemburg und Holland durch Fabrikation, Vertrieb oder Lizenzvergebung hat die Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft übernommen, und hat die genannte Firma Ende 1901 mit der Fabrikation begonnen.

Das „Licht der Zukunft“, wie man das **Tesla-Licht** genannt hat, hat bis jetzt keine praktische Bedeutung erlangt und ist aus dem Laboratorium noch nicht herausgekommen. Es wird dadurch erzeugt, dass man Geisslersche Röhren in den Stromkreis sehr hochgespannter elektrischer Ströme – sog. Tesla-Ströme – bringt, wobei die starkverdünnte Luft in der Röhre aufleuchtet. Auf ganz ähnlichem Prinzip beruht die **Cooper-Hewith-Lampe**, bei welcher ein Gas in der Röhre eingeschlossen ist.

Was die künstlerische Ausstattung der Beleuchtungsgegenstände für elektrisches Glühlicht anbetrifft, so hat dieselbe eine bemerkenswerte Vollendung erreicht, und aus diesem Grunde dürfte auch die elektrische Glühlampe noch immer da Anwendung finden, wo es sich um dekorative Wirkung und Anpassen an eine besondere Stilform handelt.

## V. Acetylen-, Luft-, Generator-, Kraft- und Wassergas.

Den Siegeslauf, den man beim Bekanntwerden dem Acetylen prophezeite, hat dasselbe in der Beleuchtungstechnik bis jetzt nicht genommen. Das stürmische Wesen des jüngsten Sprossen der Beleuchtungstechnik hat demselben den Eintritt in das geordnete Haus- und Gemeindegewesen vielfach versperrt; dagegen hat es sich als Kind der Neuzeit das Fahrrad im Fluge erobert.

Das Acetylen, welches in letzter Zeit das Interesse der Beleuchtungstechniker in hohem Masse erregt, besteht aus 24 Gewichtsteilen Kohlenstoff und 2 Gewichtsteilen Wasserstoff oder aus 92,3 Gewichtsprozenten Kohlenstoff und 7,7 Prozenten Wasserstoff. Die Herstellung des Acetylen ist schon lange bekannt, doch war dieselbe bis vor wenigen Jahren sehr umständlich und schwierig. Bereits im Jahre 1836 hat Davy die Bildung von Acetylen beobachtet, und unternahm Bertholt eingehendere und grundlegende Versuche über die chemischen Eigenschaften des Acetylen-gases seit dem Jahre 1859. Ausserdem hat Wöhler durch Erhitzen einer Legierung von Calcium und Zink mit Kohlenpulver zur Weissglut im Jahre 1862 eine Verbindung des Kohlenstoffes mit Calcium dargestellt, welche ebenfalls mit Wasser Acetylen entwickelt. Das bis dahin wenig bekannte Calciumcarbid hat nun Moissan in einfacher Weise darzustellen gelehrt, indem er Kohlenstaub mit gebranntem Kalk vor dem elektrischen Flammenbogen zusammenschmolz. Seit 1894 ist dieses Verfahren in Amerika durch die Willson Aluminium Company in Spray, N. C., auch technisch ausgenutzt.

In Europa betrug die Produktion im Jahre 1900 etwa 60.000 t, wovon aber nur 1/4 bis 1/3 thatsächlich verbraucht wurden. 26 Werke beschäftigten sich im Jahre 1901 in Europa mit der Herstellung von Calciumcarbid.

Als Lieferanten von Calciumcarbid für Deutschland kommen besonders die Werke in Rheinfelden in Betracht.

Der elektrische Schmelzofen, welchen Willson zur Darstellung des Calciumcarbids benutzt, ist in Fig. 45 dargestellt. Das amerikanische Patent wurde im August 1892 angemeldet und unterm 23. Februar 1893 erteilt. A ist die äussere Chamottewand des Ofens, B ist der eigentliche Herd oder Schmelztiegel aus Kohle oder Graphit; beide ruhen auf einer eisernen Platte. Der Kohlenstab bildet die Elektrode, während in G die Stromquelle für den elektrischen Strom angedeutet ist. Von dieser führt eine Leitung unter Vermittelung durch die eiserne Platte nach dem Kohlentiegel B, eine andere nach dem Kohlenstab C. Der Ofen ist mit 2 Kohlenplatten bedeckt, welche mit Ausschnitten für den Durchgang des Kohlenstabes C versehen sind. Zum Ablassen der fertigen Schmelze dient das Stichloch D, welches während des Prozesses durch einen Pfropfen E aus Ton, Lehm oder anderem genügend widerstandsfähigen Material geschlossen ist. Zur Isolation bleibt zwischen den auf dem Chamotttemantel A ruhenden Kohlenplatten und dem Kohlentiegel B der Luftzwischenraum F. Um den Kohlenstab C verstellen zu können, ist derselbe an einer in einer Mutter geführten Schraubenspindel aufgehängt. Der Prozess ist ein kontinuierlicher; von Zeit zu Zeit wird das fertige Carbid bei D abgelassen und neues Gemisch von Kalk und Kohle nachgetragen.

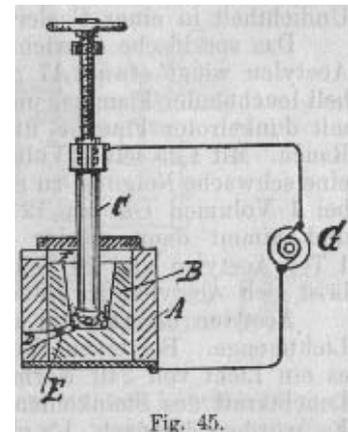


Fig. 45.

Calciumcarbid bildet eine dunkelgraue Substanz. Es gibt in reinem Zustande bei seiner Zerlegung pro Kilogramm etwa 0,35 cbm Acetylen. Ist es jedoch nicht ganz frisch oder von der atmosphärischen Luft nicht genügend und sorgfältig abgeschlossen, so beträgt das Ausbringen an Acetylen nur 0,3 cbm pro Kilogramm. Für Handelszwecke wird das Calciumcarbid direkt aus dem elektrischen Schmelzofen in Stangen oder zylindrischen Patronen von 305 mm Länge und 32 mm Durchmesser gegossen. Das so erzeugte Acetylen ergab bei der Analyse 98% Acetylen und 2 % Luft. Acetylen ist ein farbloses Gas mit

penetranter, an Knoblauch erinnernden Geruch. Eben dieser starke, durchdringende Geruch ist hier insofern von Vorteil, als er die geringste Undichtheit in einer Gasleitung sofort anzeigt.

Das spezifische Gewicht des Acetylen beträgt 0,91, d. h. 1 L. Acetylen wiegt etwa 1,17 g. Es brennt mit stark rauchender, hell leuchtender Flamme, und wenn mit einem Teil Luft gemischt, mit dunkelroter Flamme unter Bildung von vielem und dichtem Rauch. Mit 1,25 seines Volumens an Luft gemischt, zeigt Acetylen eine schwache Neigung, zu explodieren. Die Explosivkraft erreicht bei 1 Volumen Gas zu 12 Volumen Luft ihren grössten Wert, und nimmt dann wieder ab, bis sie bei einer Mischung von 1 Teil Acetylen und 20 Teilen Luft wieder aufhört. Durch Druck lässt sich Acetylen zu einer Flüssigkeit verdichten.

Acetylen liefert unter allen Kohlenwasserstoffgasen die grösste Lichtmenge. Bei einem Verbrauch von 142 l pro Stunde erzeugt es ein Licht von 240 Normalkerzen und übertrifft es hierin die Leuchtkraft des Steinkohlenleuchtgases um das 15- bis 20-fache. Es würden demnach 15 cbm Leuchtgas in der Zeiteinheit die gleiche Lichtmenge erzeugen, wie 1 cbm Acetylen. Die Acetylenflamme ist absolut weiss und erscheinen daher alle Gegenstände in ihrer natürlichen Farbe und die ausserordentlich grosse Helligkeit der Flamme gestattet sogar, Photographien aufzunehmen, welche sich in ihrem Aussehen von den im Tageslichte aufgenommenen in Nichts unterscheiden. Hierbei erfordert das Acetylen zur reinen weissen Verbrennung eine starke Zufuhr von Luft. Es genügt bei den gewöhnlichen Schnittbrennern die zur Oberfläche der Flamme tretende Luft nicht zu einer solchen Verbrennung und muss daher eine vorherige Mischung mit Luft vorausgehen. Das beste Mischungsverhältnis beträgt 2 Teile Luft und 3 Teile Acetylen. Selbstverständlich kann das Acetylen auch ohne vorherige Mischung mit reiner, weisser rauchloser Flamme verbrannt werden, sofern zu diesem Zwecke besondere Brenner zur Anwendung kommen. Die Brenner sind entweder Einlochbrenner oder Argandbrenner in den verschiedensten Ausführungen.

Zu Gunsten der Acetylenflamme ist noch zu erwähnen, dass dieselbe nur sehr wenig Wärme ausstrahlt, was

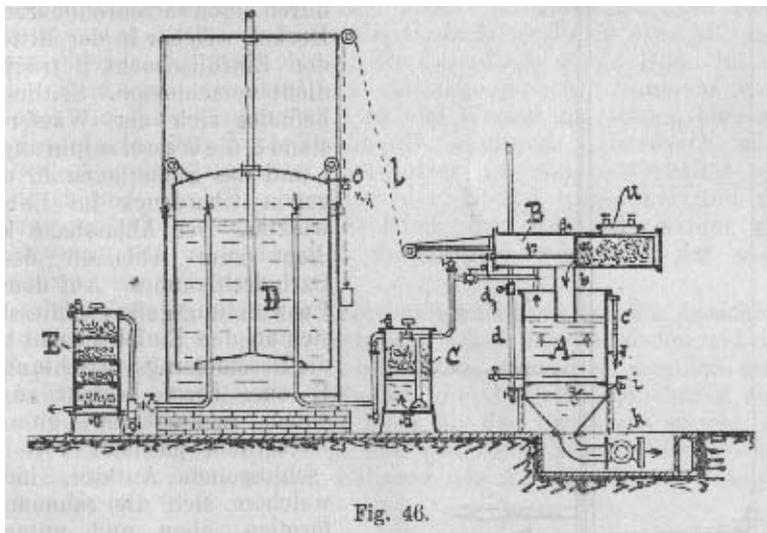


Fig. 46.

einerseits auf eine vollständige Verbrennung der Bestandteile des Acetylen schliessen lässt, andererseits darauf, dass das Acetylen im Verhältnis bedeutend mehr leuchtenden Kohlenstoff und bedeutend weniger nicht leuchtenden, aber erhitzen Wasserstoff enthält als Kohlendgas; ausserdem ist auch bei gleicher Leuchtkraft die zur Verbrennung gelangende Menge Acetylen bedeutend geringer als die des Steinkohlengases.

Acetylen kann wegen seiner enorm grossen Leuchtkraft auch zur Aufbesserung von anderen Gasen, wie Steinkohlen- und Fettgas benutzt werden. So erhöht eine Beimischung von 5% Acetylen zu komprimiertem Fettgas die Leuchtkraft um etwa 20%, eine Beimischung von 10% schon um 50%. Ebenso lässt sich auch die Leuchtkraft des Steinkohlengases erhöhen.

Dagegen wird Acetylen bei einer Mischung mit Luft im Verhältnis 1 : 12 (1 Teil Acetylen und 12 Teile Luft) sehr explosibel.

Was die Erzeugung des Acetylen aus dem Calciumcarbid anbetrifft, so sind die verschiedensten Apparate zu diesem Zweck in den Handel gebracht worden. Die Anordnung des Apparates wird sich vor allem nach der Grösse der Anlage richten, im Allgemeinen ist

aber die Anlage wesentlich einfacher, als die einer Steinkohlengasanstalt. Eine grössere Acetylgaswerksanlage ist in Fig. 46 dargestellt. Das Gaswerk besteht aus dem Entwicklungsgefäss A, der Beschickungsvorrichtung B, dem Kondensator und Vertrockner C, dem Gasbehälter D und dem chemischen Reiniger und Nachtrockner E. Das Entwicklungsgefäss A ist ein gusseiserner Behälter mit trichterförmigem Boden, welcher als Schlamm-sammler dient. Oben ist derselbe durch einen verschraubbaren Deckel, welcher in der Mitte den Einfüllschacht b trägt, dicht verschlossen. Seitlich befindet sich der Wasserstand c, die Wasserzuführung i und das Sicherheitsrohr d gegen Überdruck im Entwickler. Der Ablasshahn k dient zum Ablassen des Carbidschlammes. Auf dem Entwicklungsgefäss schliesst sich an den Einfüllschacht b die Beschickungsvorrichtung B an. Diese besteht aus einem rechteckigen gusseisernen, gasdicht verschlossenen Aufsatz, in welchem sich die rahmenförmige, oben und unten offene Carbidlade a bewegt.

Die Einfüllöffnung u ist durch einen Gussdeckel gasdicht verschlossen. Die in der gasdicht abschliessenden Stopfbüchse q geführte Zugstange p bewirkt die Bewegung der Carbidlade. Der Condensator und Vertrockner C ist in Gusseisen hergestellt und zum Teil mit Wasser, zum Teil mit trockenem Bimssand gefüllt. Der aus starkem, verbleiten Eisenblech hergestellte Gasbehälter D ist mit einem Sicherheitsrohr versehen, um einen zu hohen Druck unmöglich zu machen. Zum Reinigen des Gases dient der Reiniger E, welcher in den beiden oberen Abteilungen eine, besonders für Acetylen geeignete chemische Reinigungsmasse enthält, die beiden unteren Abteilungen sind zum Nachtrocknen des Gases vorgesehen. Fig. 46 stellt das Gaswerk betriebsfertig dar. Wird dem Gasbehälter Gas entnommen, so sinkt die Glocke und drückt mittelst des Mitnehmers o auf den Ansatz n<sub>1</sub> der Zugstange. Hierdurch wird die Lade nach vorwärts geschoben und es kann Calciumcarbid in den Entwickler A gelangen. Damit das Carbid nicht in seinen eigenen Schlamm fällt, ist in dem Entwickler das Sieb g angebracht, wodurch eine vollkommene Ausnutzung des Carbids erzielt wird. Das sich entwickelnde Acetylen steigt aus dem Wasser, passiert den Kondensator C und gelangt in den Gasbehälter, der sich in Folge dessen wieder hebt, sodass die Beschickung unterbrochen ist. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, als Carbid in der Lade vorhanden ist. Bei Neubeschickung wird, nachdem die Gasbehälterglocke etwa 50 mm zum Steigen gebracht wurde, die Carbidlade a von Hand bis an die Rückwand des Behälters zurückgeschoben. Nunmehr wird durch die Wasserzuführung i so viel Wasser zugelassen, bis dasselbe durch den Kontrollhahn d<sub>1</sub> ausfliesst. Hierdurch wird alles Acetylen aus dem Entwickler in den Gasbehälter gedrängt und es kann nunmehr der Deckel u geöffnet und die Lade a gefüllt werden. Nachdem der Hahn d<sub>1</sub> wieder geschlossen ist, vollzieht sich der Betrieb wieder in der oben beschriebenen Weise.

Über die Zukunft der Acetylenbeleuchtung sind die Ansichten geteilt. Die noch verhältnismässig hohen Betriebskosten und die Explosionsgefahr, die zwar bei guten Apparaten ziemlich ausgeschlossen ist, schreckt viele ab, die Acetylenbeleuchtung einzuführen. Ein Umstand, der noch für das Leuchtgas spricht, ist der, dass das Leuchtgas sich sehr gut zum Kochen, Heizen und zu Betriebszwecken eignet, während das Acetylen hierzu weniger geeignet ist.

---

Die Möglichkeit, die verhältnismässig einfachen Apparate zur Erzeugung von Acetylen in jedem Hause unterzubringen, bietet die Wahrscheinlichkeit, dass das Acetylen doch noch eine grössere Verbreitung findet, als es zur Zeit hat. Natürlich ruhten die Beleuchtungstechniker nicht, auf neue Mittel zu sinnen, die die Herstellung eines anderen Gases im Kleinen zuliesse und so entstanden Konkurrenten des Acetylens, von denen vor allem das **Luftgas** der grösste ist.

Luftgas ist ein Gemisch von leicht verdunstenden Kohlenwasserstoffen mit Luft. Zur Erzeugung des Gases wird eine, „Solin“ genannte, Flüssigkeit benutzt, die ein besonders hergestelltes Benzin ist und bei etwa 65° Celsius anfängt zu siedeln.

Zur Herstellung dieses Luft-Gasgemisches ist meistens der „Aërogas-Erzeuger“ von van Vriesland in Verwendung. Derselbe besteht seinem Wesen nach in einer in Rotation versetzten Rohrschlange, die abwechselnd Luft und Flüssigkeit schöpft und weiterbefördert. Hierdurch wird ein Verdampfen der letzteren in der ersteren veranlasst, sodass die Rohrschlange ein Gemisch von karburierten Dämpfen, d. i. Luftgas enthält. Durch die Drehung wird ausser dem Schöpfen von Luft und Flüssigkeit noch eine innige Ducheinanderwirbelung und Mischung, sowie gleichzeitig der notwendige Überdruck hervorgerufen. Verschiedene Anordnungen dienen dann noch dazu, die Gaslieferung dem Gasverbrauch anzupassen. Die Apparate zur Erzeugung von Luftgas nehmen nur einen kleinen Raum ein. So beträgt der Raumbedarf für 10 Flammen 1,2 X 1,5m, für 100 Flammen 1,5 X 3 m, für 200 Flammen 2,5 X 3,5 m. Ein Apparat für 5 bis 10 Flammen kostet Mk. 450, für 80 – 120 Flammen Mk. 1.650, für 200 – 250 Flammen Mk. 2.000 und werden die Apparate durch „von Vrieslands Aërogasgesellschaft m. b. H.“ Hannover geliefert.

Das Gas kann in Schnitt-, **Argand-** und **Glühlicht**brenner verwendet werden. Es seien nun noch einige Gasarten erwähnt, die in neuester Zeit vornehmlich zum Betrieb von Gasmotoren, nebenbei aber auch zur Beleuchtung Anwendung finden. Es sind dies: **Generatorgas** (Siemensgas), **Kraftgas** (Dowsongas, Mischgas, Halbwassergas) und **Wassergas**.

Der Unterschied zwischen den einzelnen Gasarten ergibt sich aus folgendem:

Leuchtgas entsteht, wie im vorigen Abschnitt ausführlich dargelegt, bei der trockenen Destillation der Steinkohle unter vollständigem Abschluss der Luft. Generatorgas dagegen bei beschränkter Luftzufuhr, sodass keine vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes stattfindet, sondern ein Teil in Kohlenoxyd verwandelt wird, welches später noch verbrannt werden kann. Hierher gehört auch das Hochofen- oder Gichtgas, welches als wertvolles Nebenprodukt bei der Erzeugung von Eisen entsteht und jetzt vielfach in Gichtgasmotoren ausgenutzt wird.

Mischt man der Verbrennungsluft Dampf zu, z. B. durch Verwendung von Dampfstrahl-Unterwindgebläsen, so empfängt das Generatorgas einen Zusatz von Wasserstoff; es entsteht das sogenannte Kraftgas. Leitet man endlich durch vorher glühend gemachten festen Brennstoff Wasserdampf, so entsteht Wassergas.

Am geeignetsten für die Herstellung der drei genannten Gasarten sind Coke, Holzkohle und Anthrazit.

Generatorgas, Kraftgas und Wassergas haben keine Leuchtkraft; sie verbrennen mit blaugrüner, bzw. rein blauer Flamme.

Wegen seiner bedeutenden Hitzeentwicklung (2.700° - 2.800° Celsius) eignet sich besonders das Wassergas für Auerlicht vortrefflich, während die anderen beiden Gasarten für die Beleuchtung wenig oder gar nicht in Betracht kommen.

Um das Wassergas direkt wie Leuchtgas verwenden zu können, muss dasselbe karburiert werden, was in Nordamerika durch Petroleumrückstände geschieht. Auch als Zusatz zu gewöhnlichem Leuchtgas wird vielfach karburiertes Wassergas benutzt.

## VI. Vergleich der verschiedenen Beleuchtungsarten.

Um ein Mass für die Leuchtkraft einer Flamme zu haben, hat man schon seit längerer Zeit sogenannte **Lichteinheiten** eingeführt, mit denen man die einzelnen Flammen im Photometer verglich. Als Lichteinheiten sind in Deutschland gebräuchlich:

1. Die alte Lichteinheit. Es war dies eine Wachskerze, von der 6 Stück 1 Pfund =  $\frac{1}{2}$  kg wiegen, und die mit 42 mm Flammenhöhe brennt.
2. Die frühere Einheit des Vereins Deutscher Gas- und Wasserfachmänner, bestehend in einer Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser (6 Stück = 0,5 kg) bei 50 mm Flammenhöhe.
3. Die Berliner Lichteinheit, bestehend in einer englischen Wallrath- oder Spermacerkerze (Normalkerze) von 44,5 mm Flammenhöhe und einem Verbrauch von 7,77 g pro Stunde.
4. Die Amyl-Acetat-Lampe von Hefner-Alteneck mit 40 mm Flammenhöhe und 8 mm Dochtdurchmesser. Vom Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner als Hefner-Einheit im Jahre 1890 angenommen und im Jahre 1897 auch vom Verbands Deutscher Elektrotechniker als Lichteinheit unter dem Namen Hefnerkerze angenommen. Geachte Hefnerkerzen sind käuflich zu haben.

Nimmt man die Lichtstärke der Berliner Lichteinheit als Einheit an, so ist die Deutsche Vereinskörze 1,023, und die Hefnerkerze 1,228 Einheiten, also etwas grösser wie die ältere Einheit.

Zur Messung dienen die Photometer, von denen das Bunsensche Photometer am meisten im Gebrauch ist. Dasselbe ist in Fig. 47 dargestellt. Es besteht aus einem Gestell, auf dem eine Skala angebracht ist.

Am Ende des Gestelles befestigt sind zwei Lichtstützen, B und C, und auf demselben verschiebbar ein Wagen mit dem Spiegelkasten D und dem Lichteinhalter E. In diesem Lichteinhalter wird die Normalkerze eingesetzt, bzw. die Hefnerlampe angebracht und beruht nun die Lichtmessung auf dem Gesetz: Die Stärken des Lichtes einer von zwei Lichtquellen beleuchteten Fläche verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen dieser Fläche von den beiden Lichtquellen.

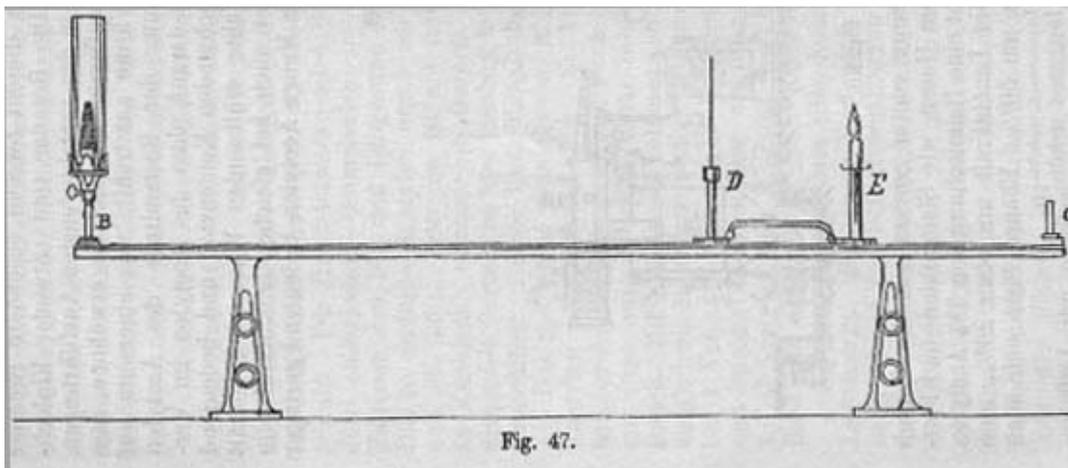


Fig. 47.

Zur weiteren Erklärung sei beispielsweise angenommen, die Entfernung von E bis D sei 300 mm, und es soll etwa eine Gasflamme gemessen werden, die in B brennt, so wird man den Wagen mit dem Spiegelkasten solange verschieben, bis der Papierschirm, welcher in D eingespannt ist, auf beiden Seiten genau gleich stark beleuchtet erscheint. Um dies mit einer gewissen Sicherheit konstatieren zu können, ist in der Mitte des Papierblattes ein Fettfleck aufgebracht, der beim Photometrieren für das Auge unsichtbar wird, sobald die Intensität der Beleuchtung auf beiden Seiten gleich ist. Es wird dann die Entfernung des Spiegels von der

Lichtquelle B gemessen. Betrage dieselbe beispielsweise 1.200 mm, so ist die Entfernung von B bis D also viermal so gross, wie diejenige von D bis E und infolgedessen ist die Lichtstärke der zu messenden Lichtquelle B  $4 \times 4 = 16$  Hefnerkerzen. Wäre die Entfernung 5 mal so gross gewesen, so hat in diesem Fall die Flamme eine Lichtstärke von  $5 \times 5 = 25$  Hefnerkerzen u.s.w. Die Einteilung der Skala ist nun bereits so getroffen, dass die Lichtstärken direkt abgelesen werden können. Handelt es sich um die Messung stärkerer Lichtquellen, so wird man anstelle der Hefnerkerze eine grössere Einheit setzen, deren Grösse man vorher mit der Hefnerkerze bestimmt hat. Die ganzen Untersuchungen sind natürlich in einem dunkeln Raum vorzunehmen.

Was die Leuchtkraft des Gases und Kosten der Gasbeleuchtung im Vergleich mit anderen Beleuchtungsarten anbetrifft, so gibt nachfolgende Tabelle Aufschluss. Der Tabelle ist die Hefnerkerze HK als Lichteinheit zu Grunde gelegt.

Bezeichnung des Leuchtstoffes bzw. Brenners	Verbrauch Pro Stunde	Leuchtkraft In Hefnerkerzen HK	Verbrauch pro 1 HK und Stunde	Preis pro 1 HK und Stunde	Einheitspreis des Leuchtstoffes
	Gramm		Gramm	Pfennig	Mark
Kerze (Stearin) . . . . .	6,4	0,8	8,0	1,28	1,60 )
Öllampen . . . . .	8,82	2,1	4,2	0,37	0,88 ) pro
Petroleumlampen (gewöhnliche) . . . . .	6 – 150	2 – 50	3	0,08	0,28 ) 1
Petroleumlampen (Glühlicht) . . . . .	16 – 480	40 – 1200	0,4	0,011	0,28 ) kg
<b>Steinkohlengas im:</b>					
Gewöhnlich. Schnitt- od. Einlochbrenner	Liter 142	10 – 12	Liter 14 – 12	Pfennig 0,22 – 0,19	)
Gewöhnlich. Argandbrenner . . . . .	150	13 – 15	12 – 10	0,19 – 0,16	)
Bray – (Schnitt-) Brenner . . . . .	200 – 500	20 – 6	11 – 8,5	0,18 – 0,14	) Mark
Sonnenbrenner (viele kleine Flammen) . . . . .	500 -6000	40 -550	12 – 11	0,19 – 0,18	) 0,16
Siemens – Regenerativbrenner:					) pro
No. IV – I . . . . .	250 -1800	35 -375	7,5 – 5	0,12 – 0,08	) 1
No. 0 – 000 . . . . .	2000 – 4000	415 -900	4,8 – 4,3	0,077 – 0,07	)
Wenham. No. 0 – 3 . . . . .	105 – 350	15 – 68	7,06 – 4,9	0,10 – 0,08	) cbm
Siemens invert. Regenerativbrenner . . . . .	320 -1245	60 -300	5,3 – 4	0,085-0,064	)
Gasglühlicht (Auer)	60 – 120	30 – 60	2	0,032	)
Gasglühlicht (Bandsept Intensiv) . . . . .	60 -132	60 -110	1 – 1,2*)	0,016-0,019	)
<b>Elektrische Beleuchtung:</b>					
Bogenlicht (ohne Glocke) . . . . .	Watt 200 - 100000	200 - 100000	Watt 1	0,057	) Mark
Glühlicht . . . . .	40 – 2000	10 – 500	4	0,228	) 0,57
Bogenlicht (mit Glocke) . . . . .	340 – 170000	200 – 10000	1,7	0,100	) pro 1000
Nernstsches Glühlicht . . . . .	150 – 450	100 – 300	1,5	0,085	) Wattstunden
<b>Acetylen</b> . . . . .	Liter 2,4 – 60	2 – 50	Liter 1,2	0,190	M. 1,60
Spiritus karburiert . . . . .	4 – 20	10 – 50	Gramm 0,4	0,032	pr. 1 cbm
Luftgas-Glühlicht . . . . .	--	--	Liter 2,5	0,06	M. 0,64 pro 11 M. 0,24 pr. 1 cbm

\*) Je nachdem Druck.

Aus der Zusammenstellung, die nur die Kosten der Brennstoffe ohne Glühkörper (Glühlicht), Kohlenersatz (Bogenlampen) u.s.w. gibt, erhellt, dass das Gasglühlicht mit allen anderen Beleuchtungsarten in Konkurrenz treten kann.

