

A. Künstliche Beleuchtung der Räume.

VON HERMANN FISCHER.

Der Erhellung der Räume durch Tageslicht steht die künstliche Beleuchtung derselben gegenüber. Die letztere kann, je nach den Mitteln zur künstlichen Lichterzeugung, in äußerst mannigfaltiger Weise geschehen. Kerzenlicht, Oelbeleuchtung, Erhellung mittels Magnesium-, Kamphin-, Photogen- und Paraffinlicht, Beleuchtung mittels Steinkohlengas, Naphtha-Aether, Solaröl, Oelgas, Holzgas, Boghead-Gas, die elektrische Beleuchtung etc. sind bald in größerem, bald in kleinerem Maßstabe zur Anwendung gekommen. Indess ist für den Architekten zur Zeit nur die »Gasbeleuchtung« und die »elektrische Beleuchtung« von Wichtigkeit.

Das Maß oder die Einheit, welche bei den Vergleichen oder Lichtstärken zu Grunde gelegt wird, ist in den einzelnen Ländern verschieden gewählt worden.

In Deutschland hat der »Verein der deutschen Gas- und Wasserfachmänner« als Einheit der Lichtstärke eine Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser und von genau beschriebener Zusammenfassung des Dochtes empfohlen; 12 solcher Kerzen wiegen 1 kg und sollen eine Flammenhöhe von 50 mm geben.

In Frankreich dient als Einheit das Licht einer Carcel- (Moderateur-) Lampe größten Formats von 20 mm Dochtweite, welche in einer Stunde 42 g gereinigten Colzalöls (Kohlfaat- oder Rüböls) verbrennt; man nennt dort diese Lichtmenge einfach »*bec Carcel*« oder auch nur schlechtweg »*bec*«.

In England wendet man als Lichteinheit die sog. Parlamentskerze (*London standard spermaceti candle*) an, die bei einer Flammenhöhe von 45 mm stündlich 120 Grains (= 7,77 g) Spermaceti (Walrath) verbrennt.

Um Vergleiche in den verschiedenen Angaben zu ermöglichen, sei erwähnt, daß annähernd:

- 1 deutsche Normkerze = 0,10 *becs Carcel* = 0,98 Parlamentskerzen,
1 *bec Carcel* = 9,83 (oder rund 10) Vereinskерzen = 9,6 Parlamentskerzen und
1 engl. Parlamentskerze = 1,92 Vereinskерzen = 0,104 *becs Carcel*.

Literatur

über »künstliche Beleuchtung der Räume«.

- ECKET, E. *Traité d'éclairage*. Paris 1827. — Deutsche Uebersetzung von J. G. CH. WEISE. 3. Aufl. von HARTMANN. Weimar 1853.
- BOLLEY, P. Handbuch der chemischen Technologie. I. Bd., 2. Gruppe. Das Beleuchtungswesen. Braunschweig 1862.
- The artificial lighting of buildings, and gas*. Builder, Vol. 31, S. 25.
- Les sources de lumière. Des divers systèmes d'éclairage public et privé*. *Revue gén. de l'arch.* 1875, S. 111.
- PERL, E. Die Beleuchtungstoffe und deren Fabrikation. Wien 1876.
- Bericht über die Weltausstellung in Paris 1878. Herausgegeben von der k. k. österreichischen Commission. 4. Heft. Gas- und elektrische Beleuchtung. Von H. NACHTSHEIM. Wien 1877.
- Illustrierte Patentberichte. Nr. 2: Patent-Classe 4. Beleuchtungsgegenstände. Sachliche Zusammenstellung der bis zum 1. Jan. 1879 in dieser Classe erteilten Patente, nebst Anhang über elektrische Beleuchtung. Bearbeitet von M. MÜLLER. Berlin 1879.
- STROTT, G. R. Ueber Leuchtmaterialien, deren Eigenschaften, Bestimmung der Lichtstärke, Leuchtkraft und des Leuchtwerthes etc. Holzminden 1880.
- UHLAND, W. H. Handbuch für den praktischen Maschinen-Constructeur. II. Band. 3. Beleuchtung. Leipzig. Seit 1880 im Erscheinen begriffen.

I. Kapitel.

Gasbeleuchtung.

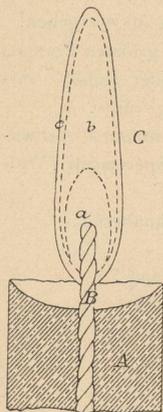
a) Lichtentwicklung und Lichtmenge.

Die Quellen, welche das Licht für künstliche Beleuchtung liefern, sind durchweg — mit theilweiser Ausnahme des elektrischen Lichtes — gleicher Art. Grundsätzliche Unterschiede treten nur in so fern auf, als in dem einen Falle der Brennstoff für die Lichtentwicklung bereits weiter vorbereitet ist, als in dem anderen Falle.

In Form einer Kerze von Wachs, Stearin, Paraffin etc. bedarf der Brennstoff der weitgehendsten Umwandlung; deshalb möge das Kerzenlicht für die Erkennung der Vorgänge des Leuchtens, so wie der Bedingungen, unter welchen die grösste Lichtmenge mit Hilfe einer und derselben Brennstoffmenge erreicht werden kann, als Vorbild dienen.

Fig. 1 ist ein lothrechter Durchschnitt einer Kerze. Durch die von der Lichtflamme *C* entwickelte Wärme wird die Oberfläche des Brennstoffes *A* geschmolzen, und zwar, da die Wärme nur durch Strahlung übertragen werden kann, bis auf

Fig. 1.



eine sphärische Fläche, die einen Behälter für den geschmolzenen Brennstoff bildet. In der Mitte der Kerze befindet sich der Docht *B*, welcher vermöge der Haarröhrchenkraft den nunmehr flüssigen Brennstoff in die Flamme führt. Die Temperatur der Flamme bewirkt die Ueberführung der Flüssigkeit in die Gasform. Das grosstentheils aus Kohlenwasserstoffen bestehende Gas entströmt dem Docht nach allen Seiten und wird in steigendem Masse von der eigentlichen Flamme erwärmt, zunächst bis die Temperatur desselben genügend geworden ist, um eine Zerlegung wenigstens eines Theiles der Kohlenwasserstoffe, bezw. eine Ausscheidung festen Kohlenstoffes in äusserst fein zertheiltem Zustande hervorzubringen. Nunmehr ist der Rohstoff, welcher leuchten soll, gegeben: die glühenden Kohlenstofftheilchen bringen die Lichterscheinung hervor, und zwar wächst die Entschiedenheit des Lichtes mit der Temperatur von Dunkelroth zu Kirschroth, weiter zu Orange und endlich zu Weiss. Der in Fig. 1 einerseits

von dem Raum *a*, andererseits von der Hülle *c* eingeschlossene Raum *b* der Lichtflamme ist angefüllt mit glühenden Kohlentheilchen und leuchtet allein.

Behuf Hervorbringung der Wärme, welche die Kohlentheilchen zum Glühen zu bringen, welche den flüssigen Brennstoff zu vergasen, welche endlich den festen Brennstoff zu schmelzen hat, werden die zum Leuchten benutzten Kohlentheilchen sowohl, als auch der sie begleitende Wasserstoff mit dem Sauerstoff der die Flamme umgebenden atmosphärischen Luft verbunden. Dieser Verbrennungsvorgang findet innerhalb des Raumes statt, welcher in Fig. 1 mit *c* bezeichnet ist, und welcher den leuchtenden Körper *b* einschliesst. Die dünnwandige Verbrennungszone *c* erwärmt den Körper *b*, welcher seinerseits einen Theil der empfangenen Wärme an die Vergafungszone *a* abgibt u. s. w. Die Temperatur des Dochtendes ist eine niedrige; hält man dasselbe nur in der Vergafungszone *a* (durch regelmässiges Kürzen des Dochtes), so wird es kaum gebräunt.

Die Wärme gebende Zone *c* erwärmt nun nicht allein den Flammenkern,

sondern sie strahlt eine nicht unbedeutende Wärmemenge nach aufsen, welche demnach für die Lichtentwicklung nicht benutzt werden kann.

Eine Flamme wird die denkbar grösste Lichtmenge aus einem gegebenen Brennstoff entwickeln, wenn aller Kohlenstoff in fester Form ausgeschieden, wenn derselbe möglichst lange im Glühen erhalten wird und nur in dem Masse zur Verbrennung gelangt, als der Wärmebedarf es fordert. Es liegt auf der Hand, das das Genannte für einen bestimmten Brennstoff nur eintreten kann bei einem bestimmten Verhältniss der mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehenden Flammenoberfläche zu dem Inhalt der Flammenteile b und a und zu der Menge des durch den Docht zugeführten Brennstoffes. Wird dieses Verhältniss nach der einen Seite überschritten, so verbrennt der Kohlenstoff zu früh; es wird daher seine Leuchtfähigkeit nicht genügend benutzt; findet dagegen die Ueberschreitung nach der anderen Seite statt, so gelangt der Kohlenstoff nicht vollständig zum Glühen und zur Verbrennung, verlässt vielmehr die Flamme als Rufs. Es ist sonach erklärlich, das diejenige Lichtflamme, welche in Bezug auf den Brennstoffverbrauch als die vortheilhafteste bezeichnet werden muss, in Folge geringer äusserer Einflüsse zu rufen beginnt.

Will man in einer Lichtflamme mehr Brennstoff verbrauchen, mehr Licht entwickeln, als die bisher besprochene, einen Rotationskörper bildende Flamme in vortheilhafter Weise zu entwickeln vermag, so muss eine Form der Flamme gewählt werden, welche grösser ist als diese, welche aber dasselbe Verhältniss zwischen Oberfläche und Rauminhalt hat. Offenbar genügt eine platte Flamme dieser Anforderung und eben so die Flamme, deren Form entsteht, indem man eine breite platte Flamme so biegt, das die Seitenränder zusammenstossen, also die Flamme einen Hohlcyylinder bildet. Derartige Flammenformen sind für feste Brennstoffe nicht gebräuchlich, wohl aber für flüssige. Sie wurden zuerst (1789) von *Aimé Argand* in Paris mittels des nach ihm benannten Brenners hervorgebracht.

Für den vorliegenden Zweck ist noch nothwendig, auf eine weitere Erörterung derjenigen Flammen einzugehen, deren Brennstoff bereits am anderen Orte in Gas verwandelt ist, bei welchen also der oben geschilderte Vorgang in dem Raume a beginnt, so das nur die drei Räume oder Körper a , b und c in Frage kommen. Das unter dem Namen Leuchtgas in unseren Gasanstalten gefertigte Erzeugniss ist eine aus vielen verschiedenen Gasen zusammengesetzte und in der Zusammensetzung wechselnde Mischung²⁾. Als Licht gebende Bestandtheile sind zu nennen: Kohlenwasserstoffdämpfe und Kohlenwasserstoffe, als verunreinigende: Kohlen säure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff etc.

Je nach der Art des Rohstoffes, je nach der Herstellungsart sind die Gase in anderen Mengenverhältnissen vorhanden, so das man genau genommen für jede Flammenanordnung vorher die Zusammensetzung des betreffenden Gases feststellen sollte. Praktisch ist ein solches Verfahren undurchführbar und auch überflüssig, da andere wesentliche Einflüsse eben so veränderlich sind. Es mag deshalb in dem Folgenden die Zusammensetzung des Leuchtgases nur durch die Bezeichnungen »kohlenstoffärmer« und »kohlenstoffreicher« näher angegeben werden.

Die Flamme, welche Fig. 2 darstellt, und welche entsteht, indem das Gas aus einem runden Loch ausströmt, giebt schon Veranlassung zur Berücksichtigung des

2.
Form
der
Flamme.

3.
Leucht-
gas.

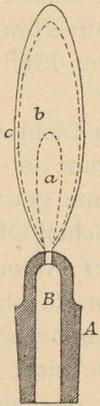
4.
Leuchtgas-
flammen.

²⁾ Vergl. SCHILLING, N. H. Handbuch der Steinkohlengas-Beleuchtung. 3. Aufl. München 1878. S. 82.

genannten Unterschiedes. Je kohlenstoffreicher das Gas ist, um so mehr Kohlen-
theilchen werden unter denselben Umständen aus derselben Gasmenge gebildet, um
so dichter werden dieselben sowohl in der Leuchtzone *b*, als auch in der Verbren-
nungszone *c* auftreten. Es genügt daher ein kleinerer Raum *b*; es muß aber die
Außenfläche von *c* im Verhältniß zur Flammengröße größer sein, als bei kohlenstoff-
ärmerem Gase, da Raum geboten werden muß zur Verbrennung der verhältnißmäßig
größeren Kohlenmenge. Dasselbe gilt von den platten Flammen Fig. 3 u. 4, so
wie von der Flamme des Argand-Brenners, indem diese für kohlenstoffreicheres Gas
dünner, für kohlenstoffärmeres Gas dagegen dicker sein müssen, sofern sie eine mög-
lichste Ausnutzung des Brennstoffes herbeiführen sollen.

5.
Brenner.

Fig. 2.



6.
Loch- u.
Flachbrenner.

Sofern in dem Hals *B* des Brenners *A* eine größere Spannung herrscht, so
wird die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases ebenfalls eine größere. Die un-
mittelbare Folge hiervon ist, daß die ausgeschiedenen Kohlen-
theilchen in *b* weiter aus einander getrieben werden und der Gasraum *a* größer
ausfällt; die Lichtmenge der Flamme steigt hierdurch zwar im Gan-
zen, aber in geringerem Maße, als die verbrauchte Gasmenge. Außer-
dem bringt die rasche Bewegung des Gases Luftwirbelungen hervor,
so daß eine stärkere Mischung des Gases mit Luft, wonach eine frühere
Verbrennung der Kohlen-
theilchen eintritt. Die Erfahrung hat das Ge-
sagte bestätigt, indem durch sorgfältige Versuche nachgewiesen ist, daß
die beste Ausnutzung des Gases bei niedrigstem Druck in dem Bren-
nerhals *B* erzielt wird.

Die Brenner werden von Metall, Porzellan oder Speckstein her-
gestellt. Erstere sind am wenigsten zu empfehlen, da sie sowohl durch
Rosten leiden, als auch die Lichtflamme durch ihr Wärmeleitungsver-
mögen schädigen; letztere sind allen anderen Brennern vorzuziehen.

Für geringe Lichtmengen verwendet man den Einlochbrenner (Fig. 2). Der-
selbe giebt im Durchschnitt ein gutes Licht bei einem Druck von 2 bis 6 mm Wasser-
säule im Brennerhals und einem stündlichen Gasverbrauch von 25 bis 50 l. Auf die
Lichtstärke einer Vereinskerze (vergl. S. 5) bezogen, gebraucht die gut behandelte
Flamme durchschnittlich etwa 21 l an Gas.

Die Flachbrenner sind für einen stündlichen Gasverbrauch von 90 bis 125 l
am meisten zu empfehlen. Man verwendet zwei Arten der Flachbrenner, nämlich

Fig. 3.

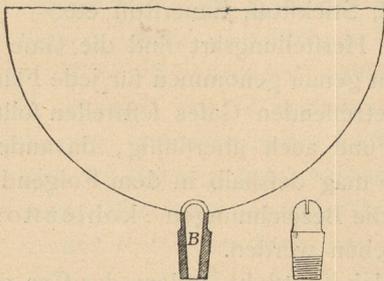
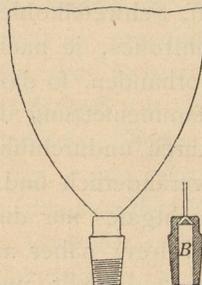


Fig. 4.



den Fledermaus- oder
Schnittbrenner (Fig. 3)
und den Fischschwanz-
oder Zweilochbrenner
(Fig. 4). Die cylindrische
oder besser bauchförmige
Halshöhlung *B* des letz-
teren ist mit einer Platte
geschlossen, welche zwei
gegen einander geneigte
Löcher durchbrechen; das
aus diesen Löchern strö-
mende Gas stößt auf einander und bildet, wenn entzündet, eine flache Flamme,
deren Ebene winkelrecht zu derjenigen gerichtet ist, in welcher die Axen der bei-

mende Gas stößt auf einander und bildet, wenn entzündet, eine flache Flamme,
deren Ebene winkelrecht zu derjenigen gerichtet ist, in welcher die Axen der bei-

den Löcher liegen. Der Schnittbrenner (Fig. 3) hat entweder einen cylindrischen, besser aber einen sich erweiternden Hals *B*, welcher vermöge eines Schlitzes mit dem Freien in Verbindung steht. Die Form der Flamme ist bei diesem Brenner breiter, als bei dem Zweilochbrenner.

Der Schnittbrenner ist — mit Hilfe eines dünnen Metallstreifens — leicht zu reinigen, was besonders bei metallenen Brennern von grossem Werth ist; der Zweilochbrenner soll sich vorwiegend für kohlenstoffreiche Gase eignen.

Die vorliegenden Flachbrenner bedürfen eines Gasdruckes von 3 bis 4 mm Wasserfäule — ersterer ist passend für Schnitt-, letzterer für Zweilochbrenner — damit die Flamme durch die gewöhnlichen Luftströmungen nicht zu sehr gestört wird. Der Gasverbrauch auf die Lichtstärke einer Vereinskerze bezogen beträgt 13 bis 16^l in der Stunde.

Der Argand-Brenner (Fig. 5 u. 6) ist für Gasmengen von 120 bis 160^l in der Stunde am geeignetsten.

Derselbe unterscheidet sich, wie Fig. 5 erkennen läßt, abgesehen von der röhrenförmigen Gestalt der Flamme, dadurch von den eigentlichen Flachbrennern, daß er von einem Glasrohr *C* umgeben ist, welches einen schädlichen Einfluß zufälliger Luftströmungen, sofern dieselben vorwiegend wagrecht gerichtet sind, hindert. Diese Einrichtung ermöglicht, den Argand-Brenner mit sehr geringem Gasdruck zu gebrauchen, was wohl die wesentlichste Ursache für die vortheilhafte Verbrennung des Gases in dem Brenner ist. Die Verbrennungsluft tritt sowohl in das Innere des Flammenringes, als auch an die Außenfläche desselben.

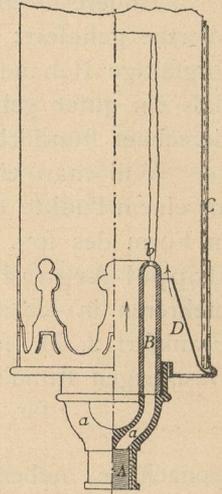
Der für letztern bestimmte Luftstrom wird durch den Blechkegel *D* so geleitet, daß er sich der Flamme zuneigt. Da die Geschwindigkeit der Luftströme, abgesehen von Reibungswiderständen, von der Temperatur innerhalb des als Schornstein wirkenden Glasrohres *C* und von der Höhe desselben abhängt, da ferner für die zweckmässigste Verbrennung eine bestimmte Luftmenge erforderlich ist, so müssen, will man die vortheilhafteste Leistung des Brenners erreichen, Glasrohr *C*, Gasmenge und Querschnitte für den Luftstrom zu einander genau passen, was gewöhnlich nicht der Fall zu sein pflegt.

Dem Brenner wird das Gas von *A* aus durch die beiden Röhren *a*, *a* zugeführt. Das Gas verbreitet sich dann in dem ringförmigen Hohlraum *B*, um bei *b* durch zahlreiche — 18 bis 40 — Löcher zur Flamme zu gelangen. Unmittelbar über dem Brenner vereinigen sich die einzelnen Gasströme zu der Röhrenform, so daß an der Flamme die Zuführungsart nicht erkannt werden kann. Selten wendet man statt der vielen Löcher einen engen, ringförmigen Schlitz an.

Sugg in London hat sich den in Fig. 6 abgebildeten Argand-Brenner patentiren lassen, welcher in Bezug auf Ausnutzung des Gases das Hervorragendste leistet.

Zunächst ist an diesem Brenner bemerkenswerth, daß der Blechschirm *D*, welcher die Luft der Außenfläche der Flamme zuführen soll, den Brennerkopf überragt, daß ferner im Inneren des Brenners ein Stiff mit Knopf *E* angebracht ist, welcher hier dafür zu sorgen hat, daß der Luftstrom sich der Flammenfläche zuneigt, und daß endlich auch zwischen dem Blechkegel *D* und dem Glasrohr *C* Luft zugeführt wird. Diese Luftzuführung ist bestimmt, die Wirbelungen zu vermindern, welche entstehen, sobald die innerhalb des Blechkegels *D* emporsteigende Luft plötzlich den Querschnitt des Glasrohres *C* ausfüllen soll. Wesentlich sind aber außerdem die Verbesserungen, welche in der beliebigen Herabminderung des Gasdruckes im Brenner bestehen. Die drei engen Röhren *a*, welche das Gas dem Hohlraum *B* zuführen, münden andererseits in der Kammer *d*. Diese steht mit dem Gasrohr *A* mittels einer kreisförmigen Oeffnung ihres

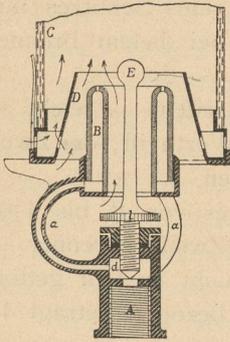
Fig. 5.



Argand-Brenner. 1/2 n. G.

7.
Argand-
Brenner.8.
Sugg'sche
Brenner.

Fig. 6.



Bodens in Verbindung, in welche die untere, kegelförmige Spitze des Stif-
tes *E* ragt. Das Gewinde des unteren Theiles von *E* findet fein Mutter-
gewinde in dem Deckel der Kammer *d*; je nachdem man durch Drehen an
der gerändelten Scheibe *l* diese genannte kegelförmige Spitze tiefer oder höher
stellt, wird der Gaszufluss vermindert oder vergrößert, womit der Gasdruck im
Brenner beliebig verändert. Die Einstellung kann recht wohl während des
Brennens der Flamme gefchehen, so dafs man im Stande ist, den vortheil-
haftesten Gasdruck durch Veruche zu finden.

Durch verschiedenartige Einrichtungen ist die Wirkungs-
art der Argand-Brenner verschieden, was man aus folgender
kleinen Zusammenstellung ersehen wolle:

Sugg'scher Brenner. 1/2 n. G.

Leuchtkraft für 100^l stündlichen
Gasverbrauch.

Gewöhnlicher Porzellan-Argand-Brenner	9,6 Kerzen.
» Speckfein-Argand-Brenner	9,5 »
Parifer Normal-Argand-Brenner	9,0 »
Londoner » » »	10,2 »
Sugg's verbefferteter Brenner	12,8 »

Andere Veruche haben für die verbesserten Brenner noch vortheilhaftere
Werthe geliefert; indess haben dieselben für die Praxis wenig Werth, da sie eine zu
sorgfältige Behandlung zur Bedingung haben. Man kann im Allgemeinen annehmen,
dafs ein guter gebräuchlicher Argand-Brenner für die Helligkeit einer Vereinskerze
berechnet stündlich 10 bis 12^l Gas verbraucht.

Will man eine gröfsere Lichtmenge, als etwa die von 14 Kerzen gleichsam
an einem Punkte erzeugen, so vereinigt man eine Zahl von Einzelbrennern, entweder
in Form des fog. Sonnenbrenners, von dem später die Rede sein wird, oder als
Doppel-Argand-Brenner. Letztere ³⁾ rühren von Sugg her; sie bestehen aus
mehreren in einander gesteckten Argand-Brennern. Nach Versuchen von Faas in
Frankfurt a. M. sollen diese Brenner, je nach Gröfse und Lichtstärken, folgende
Gasmengen stündlich verbrauchen:

für	50	80	100	120	200	Kerzen
	420	570	700	850	1400	Liter Leuchtgas,

wonach sie, neben der massenhaften Lichtentwicklung, die bis zu 200 Kerzen ge-
trieben werden kann, den Vortheil sehr geringen Gasverbrauchs haben.

Die stärkere Lichtentwicklung mittels des genannten neuen Brenners dürfte
auf die entstehende höhere Verbrennungstemperatur zurückzuführen sein. Die
letztere wird dadurch hervorgebracht, dafs verhältnismäfsig weniger Wärme durch
Strahlung verloren geht.

Fr. Siemens ⁴⁾ will eine höhere Temperatur der Lichtflammen hervorbringen
durch Vorwärmen der Verbrennungsluft. Die Wärme der Verbrennungsgase soll
hierzu benutzt werden, indem man diese wärmeleitenden Flächen entlang führt, die
andererseits von der zugeführten Luft bespült werden.

Aus den bisherigen Erörterungen folgt, dafs keine genauen Verhältniszahlen
zwischen Lichtmengen und verbrauchten Gasmengen gegeben werden können. Behuf
Bestimmung der Lichtmenge, welche ein zu beleuchtender Raum bedarf, kann man

³⁾ Vergl. Neuerungen an Lampen und Laternen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 306.

⁴⁾ Vergl. SIEMENS, FR. Regenerative Gasbeleuchtung. Sitzungsber. d. Ver. z. Bef. d. Gwbl. in Preussen 1879, S. 106.

9.
Doppel-
Argand-
Brenner.

10.
Vorwärmen
d. Verbrennungs-
luft.

11.
Erforderl.
Licht-
menge.