

machen sich auch hier noch Stromschwankungen bemerkbar. Wird z. B. aus äußeren Ursachen der in die Lampe eintretende Strom zu stark, so werden auch die Ströme in den beiden Stromzweigen zu stark, d. h. das Licht brennt stärker als normal, und die gleichzeitig stärker wirkende Regulierspule bringt die Kohlen noch näher zusammen, so daß also das schon zu starke Licht noch stärker wird. Umgekehrt ist es bei zu schwachem Strom. Die Regelung gleicht also die äußeren Stromschwankungen nicht vollständig aus, wenn sie auch viel besser wirkt als diejenige der Hauptstromlampen.

Die Möglichkeit, viele Lampen in einem Stromkreis hintereinander zu schalten, ohne daß diese im geringsten durch äußere Stromschwankungen beeinflußt werden, verdankt man der *Differentiallampe*, die von v. Hefner-Alteneck erfunden und von Siemens & Halske zuerst in den Handel gebracht worden ist. Bei der Differentialbogenlampe (Fig. 466) sind zwei Elektromagnete vorhanden, von denen der eine in den Hauptstrom eingeschaltet (d. h. mit dem Lichtbogen „in Serie geschaltet“), der andere parallel dazu geschaltet ist (also in einer Stromabzweigung liegt). Diese beiden Elektromagnete beeinflussen die Kohlenentfernung in entgegengesetzter Weise, so daß nur ihre *Differenz* (daher „Differentiallampe“) zur Wirkung kommt. Der Strom tritt wieder bei 1 ein und bei 2 aus. 3 ist die obere, 4 die untere Kohle, 5 und 6 sind die beiden Spulen, von

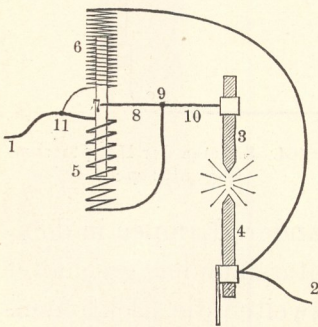


Fig. 466. Schema der Differentiallampe.

denen die erstere mit wenigen Windungen dicken, letztere mit vielen Windungen dünnen Drahtes versehen ist. In die Spulen ragen die Enden des Eisenkernes 7 hinein. Der Kern 7 hängt an dem einen Ende des um 9 drehbaren Hebels 8—10, mit dessen anderem Ende Kohle 3 verbunden ist. Berühren sich anfangs die Kohlen 3 und 4, so geht der Strom durch 1, 11, 5, 9, 10, 3, 4, 2, während 6 viel größeren Widerstand bietet und deshalb stromlos bleibt. Der Strom zieht jetzt 7 in 5 hinein, wodurch sich die mit dem anderen Hebelende verbundene Kohle 3 hebt und der Lichtbogen erscheint. Nunmehr besteht zwischen 3 und 4 ein erheblicher Luftwiderstand, und deshalb zweigt sich bei 11 ein Teil des Stromes nach 6, 2 ab, so daß Kern 7 nach oben mehr in 6 hinein-

gezogen wird. Auf diese Weise regelt die verbundene Wirkung beider Spulen die Kohlenentfernung und das Brennen der Lampe in sehr vollkommener Weise. Die Differentialschaltung ist also eine Verbindung von Hauptstromschaltung und Nebenschlußschaltung. Herrscht die Wirkung der Hauptstromspule vor, so müssen sich die Kohlen im stromlosen Zustande berühren, während sie voneinander entfernt sein müssen, wenn die Wirkung der Nebenschlußspule überwiegt. Die Differentiallampe reguliert auf *konstanten Widerstand des Lichtbogens*.

Nebenschlußlampen sowie Differentiallampen müssen, wenn sie zu mehreren hintereinander geschaltet werden, noch eine Vorrichtung erhalten, durch die eine Lampe ganz aus dem Stromkreise ausgeschaltet wird, wenn sie durch irgendwelche Umstände (z. B. Abbrechen einer Kohle) überhaupt erlischt. Ohne eine solche Ausschaltvorrichtung ginge nämlich der gesamte Strom durch die Zweigleitung des Solenoids und würde diese schwachen Drahtwindungen stark erhitzen (oder ganz durchbrennen), dabei andererseits durch den Widerstand der Spulenwindungen selbst so geschwächt werden, daß die übrigen Lampen erlöschen. Die erwähnte automatische Ausschaltvorrichtung besteht gewöhnlich aus einem kleinen Magnet, der beim Erlöschen der Lampe dem Strom einen weniger Widerstand bietenden Weg unter Umgehung der dünnen Regulierspule schafft.

## 2. Lampen mit offenem Lichtbogen.

**Lampen mit übereinanderstehenden Elektroden.** Die mechanische Anordnung der Teile in den Bogenlampen ist verschieden. Bei fast allen Lampen sind die beiden Kohlenhalter durch eine Kette oder Schnur verbunden, die über eine Rolle geführt ist. Das Übergewicht des einen Kohlenhalters treibt dann ein mit der Seilrolle verbundenes Rädergetriebe an; ein Flügelrad, das zugleich Sperrrad ist, wirkt dabei hemmend bzw. verlangsamernd. Dadurch, daß man nicht nur die eine Kohle, sondern beide beweglich macht, erreicht man einen wesentlichen Vorteil: Ist nur die obere Kohle

beweglich, so sinkt das Lichtzentrum der Lampe mit dem Abbrennen der Kohlen immer tiefer. Diesen *Lampen mit beweglichem Brennpunkt* stehen die *Fixpunktampen (Lampen mit festem Brennpunkt)* gegenüber, bei denen sich nicht nur die obere Kohle beim Regulieren senkt, sondern die untere Kohle gleichzeitig um ebensoviel gehoben wird; bei geeignetem Verhältnis der Kohlenstärken und passender Bewegungsübersetzung bleibt dann der Brennpunkt immer an derselben Stelle. Die Seilrolle und das ganze Uhrwerk, das den Regelungsmechanismus ausmacht, ruhen meistens in einem schwingenden Rahmen. Dieser trägt auch den Anker des Regelelektromagnets, folgt daher der Zugkraft dieses Elektromagnets oder einer gegenüber angebrachten Feder (je nachdem die eine oder die andere Kraft überwiegt) und gibt dadurch, wenn die Sperrklinke das Flügelrad verläßt, das Uhrwerk und den Nachschub frei, während er bei entgegengesetzter Bewegung das Flügelrad sperrt und damit den Nachschub hemmt. Die Seil- oder Kettenrolle ruht in dem schwingenden Rahmen exzentrisch, d. h. nicht auf seiner Drehachse, und zwar so, daß die Kohlenspitzen sich in der einen Grenzlage des schwingenden Rahmens eben berühren, bei Bewegung in die andere Grenzlage (ohne Drehung der Rolle) gerade auf die gewünschte Lichtbogenlänge auseinandergehen.

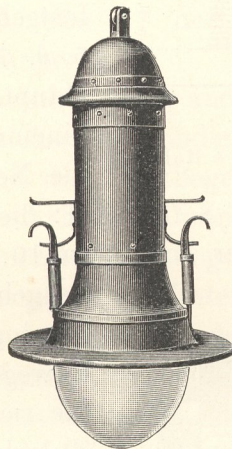


Fig. 468.

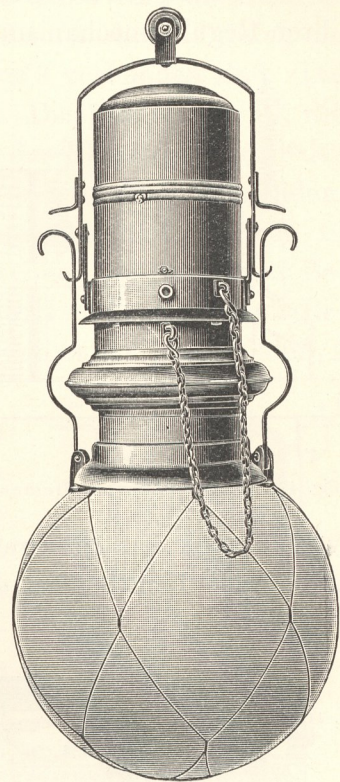


Fig. 467.

Fig. 467 und 468. Bogenlampen (Außenansicht).

Die Außenansicht einer gewöhnlichen Bogenlampe zeigt Fig. 467, die einer solchen kleinerer Form Fig. 468. In dem oberen Teil der Lampen befindet sich, gegen Witterungseinflüsse und Staub geschützt, der Regelungsmechanismus. Derartig Bogenlampen nennt man *Lampen mit offenem Lichtbogen*, weil der Lichtbogen dauernd in atmosphärischer Luft brennt; die Glocke verhindert nicht den Luftaustausch, sondern schützt den Lichtbogen nur vor dem Winde.

In Fig. 469 ist der Reguliermechanismus der Nebenschlußbogenlampe von Körting & Mathiesen dargestellt. Im stromlosen Zustande berühren sich die Kohlen nicht, so daß beim Einschalten der Strom nur durch die Nebenschlußspule des Elektromagnets geht, den Anker anzieht und das Flügelrad und Regulierwerk freigibt, bis die Kohlen sich berühren. Dann fließt der Strom durch die Kohlen, so daß die Federkraft überwiegt und den Rahmen in die andere Grenzlage bringt; hierdurch wird der Lichtbogen „gezogen“ und Flügelrad nebst Nachschub gesperrt. Erst bei Abbrand der Kohlen nimmt mit der Verlängerung des Lichtbogens die Anziehungskraft des Elektromagnets zu, so daß

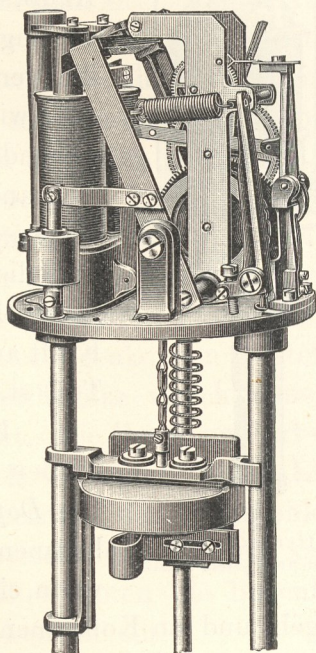


Fig. 469.

Nebenschlußbogenlampe von Körting &amp; Mathiesen.

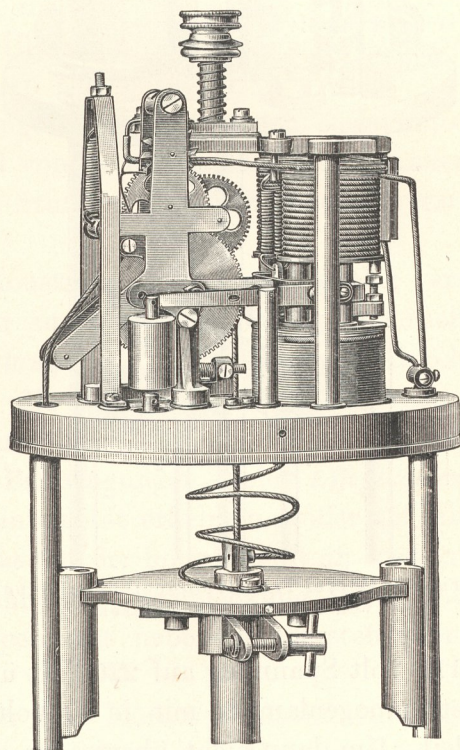


Fig. 470. Seillampe von Siemens &amp; Halske.

er die Federkraft überwindet und Flügelrad und Nachschub freigibt, bis die gewünschte Bogenlänge wieder erreicht ist.

Unter den Differentiallampen besonders verbreitet ist die *Seillampe* von Siemens & Halske; ihren Reguliermechanismus zeigt Fig. 470 in perspektivischer, Fig. 471 in schematischer Darstellung.

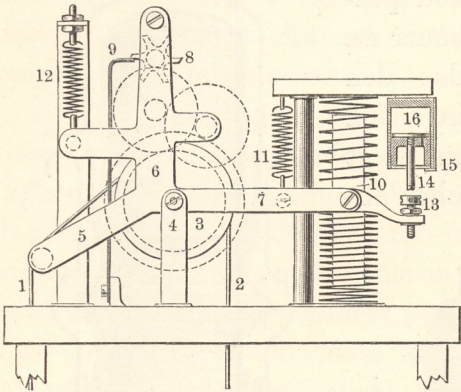


Fig. 471. Seillampe von Siemens & Halske.

Ein Kupferseil 1, 2, das am rechten Ende die obere positive Kohle, am linken die untere negative trägt, läuft über die genutete Seilscheibe 3, die bei 4 in dem dreiarmigen Hebel 5, 6, 7 ruht. Das Übergewicht der positiven Kohle würde die Scheibe 3 so lange im Sinne des Uhrzeigers drehen, bis sich beide Kohlen berühren, wenn nicht 3 mit einem Räderwerk verbunden wäre, dessen Sternrad 8 durch die Blattfeder 9 festgehalten wird. Der rechte Arm 7 des dreiarmigen Hebels 5, 6, 7 trägt den Eisenkern 10, dessen oberes Ende in die Hauptstromspule, dessen unteres in die Nebenschlußspule hineinragt. Wird der Kohlenabstand zu groß, so überwiegt die Nebenschlußspule und zieht den Eisenstab 10 herunter, womit auch das Sternrad 8 frei wird: die Kohle sinkt dann, bis durch den verringerten Widerstand des Lichtbogens der Eisenkern 10 sich wieder hebt und Sternrad 8 durch 9 aufs neue festgehalten wird. Die Spiralfedern 11 und 12 dienen zur Verringerung der Reibungswiderstände. Eine zu schroffe Bewegung der oberen Kohle verhindert die Stellschraube 13, die sich beim Heben von 7 gegen den Stift 14 eines im Zylinder 15 laufenden Ventilkolbens 16 legt.

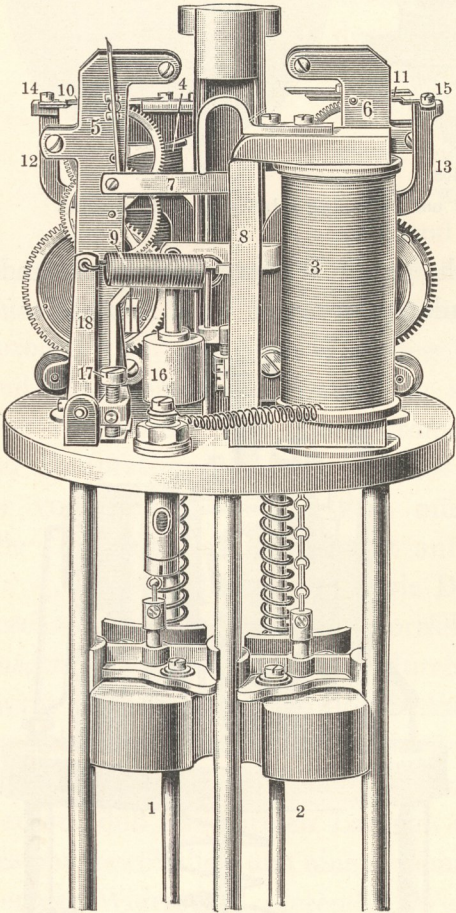


Fig. 473. Oberer Teil der Doppelbogenlampe von Körting & Mathiesen.

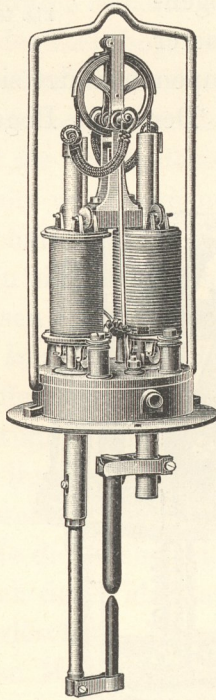


Fig. 472. Differentialbogenlampe, System Krizik.

Von besonders einfacher Konstruktion ist die Differentiallampe System Krizik, deren Mechanismus Fig. 472 zeigt. Der Antrieb erfolgt ohne Räderwerk, durch Übergewicht des oberen Kohlenhalters. Die Hauptstromspule zieht den Lichtbogen und verlängert ihn, während die Nebenschlußspule ihn verkürzen will. Sehr sinnreich ist die Art, wie das konstante Verhältnis der anziehenden Kräfte auch für die durch den Abbrand verschiedenen gewordenen Kohlenlängen gewahrt bleibt. Zu diesem Zwecke sind die im Innern der Röhren befindlichen Magnetkerne zugespitzt, so daß die anziehende Kraft auf einen Teil der Kerne (den dickeren Teil) stärker ist als auf den dünneren.

**Lampen mit mehreren Kohlenpaaren** werden zu verschiedenen Zwecken gebaut. Die *Doppelbogenlampen* mit zwei gleichzeitig brennenden Lichtbogen kommen in Betracht, wenn ein vorhandenes Beleuchtungsnetz von

110 Volt Spannung auf 220 Volt übergeht und ein Konsument bis dahin zwei gewöhnliche Gleichstrombogenlampen mit je 40 Volt brannte, auch für mehr als zwei Lampen keine Verwendung hat. Um dann nicht übermäßig große Vorschaltwiderstände verwenden zu müssen, benutzt man zwei Doppellampen mit je zwei gleichzeitig brennenden Kohlenpaaren, die zur Erzeugung derselben Lichtstärke mit etwas mehr als der halben Stromstärke der früheren Lampen gebrannt werden. Den Reguliermechanismus einer derartigen Doppelbogenlampe von Körting & Mathiesen (in schon

älter Konstruktion) stellt Fig. 473 dar; die Lampe ist nichts anderes als eine verdoppelte Nebenschlußlampe. Die Regelwerke beider Kohlenspitzenpaare 1 und 2 sind auf gemeinschaftlicher Platte angeordnet; die Kohlen hängen an Ketten, die über Scheiben gehen. 3 und 4 sind die Elektromagnete, deren Spulen sich im Nebenschluß befinden; 5 und 6 sind die Laufwerke, die durch die Zugstange 7 mit dem an der einen Elektromagnetseite befindlichen Anker 8 verbunden sind. Die der Bewegung des Ankers entgegenwirkende Kraft liefert die Spiralfeder 9. Das Laufwerk wird, wie bei der Seillampe von Siemens & Halske, gehemmt und ausgelöst durch das Flügelrad 10 (für das andere Kohlenpaar durch Flügelrad 11), das frei wird, wenn der Anker 8 bei zu stark werdendem Zweigstrom die an dem zweiarmigen Hebel 12 (bzw. 13) sitzende Zunge 14 (bzw. 15) von 10 (bzw. 11) zurückzieht. Die Laufwerke sind mit Luftdämpfern 16 versehen, die stoßweise Bewegungen verhindern. Um die zur Regulierung führende Spannung des Lichtbogens nach Bedürfnis ändern zu können, läßt sich durch die Schraube 17 der Träger 18 der Feder 9 etwas zurückziehen und dadurch die Feder stärker spannen.

Andere Lampen mit mehreren Kohlenpaaren enthalten zwar auch zwei Lichtbogen, jedoch brennen sie nicht beide gleichzeitig, sondern nacheinander. Bei derartigen *Ersatzbogenlampen* sind die Lichtbogen und Regulierwerke beider Kohlenpaare *parallel* geschaltet, während die Doppelbogenlampen für zwei gleichzeitig brennende Lichtbogen naturgemäß die Brenn- und Reguliertheile beider Kohlenpaare in Hintereinanderschaltung aufweisen. Ersatzbogenlampen benutzt man, um das Auswechseln der Kohlen erst in größeren Zwischenräumen vornehmen zu müssen. Zur Einschaltung des zweiten Kohlenpaars nach dem Abbrennen des ersten können mechanische oder elektrische Mittel dienen. Zwecks elektrischer Umschaltung reguliert man beispielsweise die Nebenschlußspule des erst später abbrennen sollenden Kohlenpaars um wenige Volt höher ein als die Nebenschlußspule des zuerst zum Brennen bestimmten Kohlenpaars. Beim Erlöschen der abgebrannten ersten Kohlen steigt die Lampenspannung soweit an und löst dann die der Zündung des zweiten Lichtbogens dienenden Mechanismen aus. Übrigens werden Ersatzbogenlampen wegen der verwickelteren und teureren Konstruktion nicht eben häufig gebraucht. Auch nicht allgemein eingebürgert haben sich sogenannte *Magazinlampen*, die nicht nur zwei, sondern eine ganze Anzahl von revolvermäßig nacheinander zur Wirkung gelangenden Lichtbogen enthalten und bis zu 600 Stunden ununterbrochene Brenndauer ohne Kohlenersatz ermöglichen.

**Lampen mit nebeneinanderstehenden Elektroden.** Die Konstruktion dieser jetzt sehr verbreiteten Bogenlampen wurde, wenn auch ihre Anfänge weiter zurückreichen, doch namentlich veranlaßt durch die Erfindung der sogenannten *Flammenbogenlampen* (*Effektbogenlampen*) durch Bremer im Jahre 1899. Bei Flammenbogenlampen bestehen die Elektroden nicht aus reiner Kohlenmasse, sondern enthalten Leuchtsalze verschiedener Art (Kalziumsalze, Strontiumsalze, Magnesiumsalze, Fluoride) beigemischt. Die Menge und Art der Beimengungen solcher *Effektkohlen* bestimmen Lichtintensität und Lichtfarbe; immer ist die Lichtintensität erheblich größer als mit Elektroden aus reiner Kohle. Ein Übelstand der Effektkohlen ist nur der hohe Gehalt an Aschenbestandteilen, der bei übereinanderstehenden Kohlen zu schneller Verschlackung führt und sogar Erlöschen bewirken kann. Hier treten die Bogenlampen mit nebeneinanderstehenden, V-förmig angeordneten Elektroden helfend ein.

Eine derartige Bogenlampe mit horizontalem Lichtbogen (von Körting & Mathiesen) zeigt Fig. 474. Die Konstruktion entspricht fast ganz der Seillampe von Siemens & Halske, deren in Fig. 471 (S. 206) dargestellte Teile man in Fig. 474, wenn auch in anderer Lage zueinander, leicht wiedererkennt. Bei fast allen Effektbogenlampen brennen die Elektroden in sogenannten *Sparern* (1 in Fig. 474), die aus Schamotte, Magnesia oder Porzellan bestehen. Um eine hohe Lichtausbeute

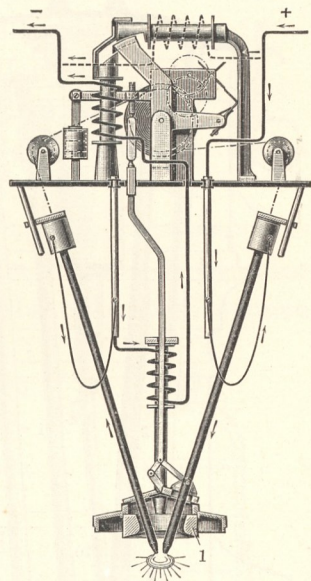


Fig. 474. Bogenlampe mit horizontalem Lichtbogen von Körting & Mathiesen.

zu erzielen, enthalten viele dieser Lampen sogenannte *Blasmagnete*, d. h. bis dicht an den Lichtbogen ist der Kern eines Elektromagnets herangeführt, unter dessen Einwirkung der Lichtbogen weggeblasen und nach unten sichelförmig ausgestülpt wird.

Die starke Entwicklung von Aschenstaub in den Flammenbogenlampen macht es nötig, den Reguliermechanismus sehr sorgfältig abzuschließen. Einen großen Fortschritt bedeuten daher die sogenannten *regelwerklosen Bogenlampen*, deren Regulierung ohne jedes Uhrwerk erfolgt. Das Vorbild dieser Lampen bildet die *Becklampe* (Fig. 475). Sie ist eine Stützkohlen-Effektbogenlampe mit festem, ständig gleichbleibendem Elektrodenabstand. Von den beiden Kohlen 1 und 2, die im spitzen Winkel nebeneinander stehen, hat die eine (1) die übliche Form der Rundkohle; dagegen besitzt die andere (2) eine hervorragende Abbrennrippe aus Kohle. Das Hauptgerüst der

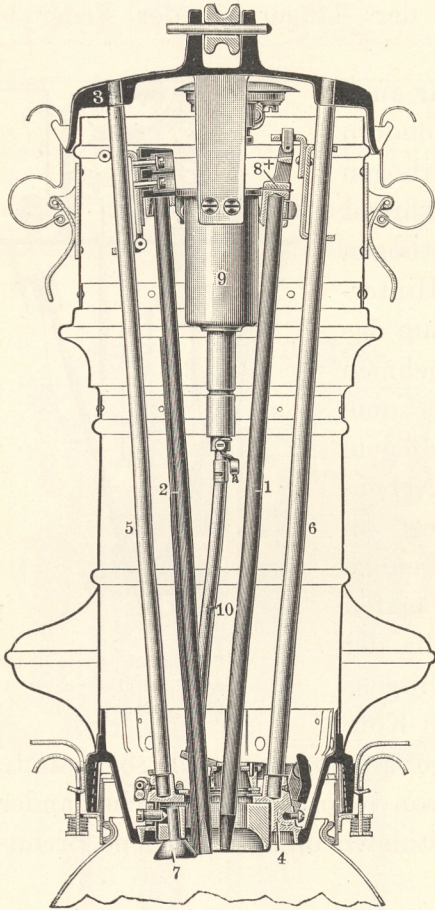


Fig. 475. Becklampe.

Lampe besteht aus der Gußkappe 3, aus der Lampenplatte (Brennerkopf) 4 und aus den diese beiden Teile verbindenden Stangen 5 und 6. Isoliert am Brennerkopf befestigt ist die Metallaufgabe 7, auf die sich die Abbrennrippe der Kohle 2 aufstützt. Bei Gleichstromlampen ist die unterstützte Kohle 2 immer die negative. Der Strom gelangt von der positiven Klemme durch ein leicht bewegliches Kabel zum positiven Kohlenhalter 8, durchläuft die Rundkohle 1 und den Lichtbogen, fließt von der Spitze der gestützten negativen Kohle 2 über die Unterstützungsstelle in die Auflage 7 und von dieser nach Passieren einiger anderer Teile in den Hauptstrommagnet 9 und dann zur negativen Klemme. Nach Einschalten des Stromes wird also 9 erregt und zieht einen Kern nach oben, mit dem gelenkig die Zugstange 10 verbunden ist. Diese greift unten in einen Gabelhebel, dessen Bewegung auf eine Schieberplatte übertragen wird und das Ausschwenken der Rundkohle 1 (und damit die Bildung des Lichtbogens) besorgt. Nach einer kurzen Brennperiode lockert sich dann infolge des Verzehrens der unteren Kohlenspitze, und somit auch der Rippe, der Kontakt zwischen Kohle und Auflage. Damit wächst zwischen beiden Teilen der Übergangswiderstand, so daß momentan an der Berührungsstelle ein stärkeres Aufglühen eintritt. Hierdurch wird ein gleichmäßiges Nachgleiten der negativen und damit auch der mit ihr durch eine besondere Vorrichtung zwangsläufig gekuppelten positiven Kohle hervorgerufen. Ein Blasmagnet bläst den Lichtbogen sichelförmig nach unten.

Der ganze Mechanismus beschränkt sich also auf den Elektromagnet.

Die Bogenlampen mit nebeneinanderstehenden Elektroden werden nicht nur für Effektkohlen benutzt; z. B. verwendet die Becklampe für Innenbeleuchtung gewöhnliche Dochtkohlen. Die Effektbogenlampen enthalten Lüftungsvorrichtungen, damit sich die Glocken nicht mit Aschenbestandteilen beschlagen.

Außer der Becklampe, die auch als Mehrfachlampe gebaut wird, gibt es noch mehrere andere regelwerklose Bogenlampen, jedoch kann auf sie hier nicht eingegangen werden.

### 3. Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen.

Die Brenndauer einer Bogenlampe ist selbstverständlich abhängig von der Länge und Dicke der eingesetzten Kohlenstäbe. Gewöhnlich wählt man die Kohlen so lang, daß die Lampe 6—10 Stunden brennt. Die Notwendigkeit, dann jedesmal wieder neue Kohlen einzusetzen, wird vielfach als lästig empfunden. Man hat deshalb versucht, die Brenndauer der Kohlen wesentlich zu verlängern, und erreicht das dadurch, daß man den Lichtbogen in ganz kleinen Glasglocken