

1131856



# SONDERABDRUCK

aus dem Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung

Nr. 26 vom 29. Juni und Nr. 28 vom 13. Juli 1912.

Herausgegeben von Dr. H. Bunte, Karlsruhe.

## Mitteilungen über moderne Leuchtfeuer und Leuchtbojen.

Von E. Klebert, Oberingenieur der Jul. Pintsch A.-G. Berlin.

### Bewachte Leuchtfeuer. (Blitzfeuer.)

Auf dem Gebiet des Seezeichenwesens und besonders der Leuchtfeuer hat sich seit einigen Jahren eine bedeutende Entwicklung gezeigt, die hauptsächlich auf die erhöhten Anforderungen, welche die Schifffahrt an die Leuchtfeuer stellt, zurückzuführen ist. Es haben sich darum auch jetzt viele Länder zu einer Neuorganisation ihres Seezeichenwesens veranlaßt gesehen, welche diesen Zweig ihrer Verwaltungen bisher vielfach nicht mit dem Interesse behandelten, das seiner Wichtigkeit für die Seeschifffahrt entsprach.

Für die Ausgestaltung eines Leuchtfeuers kommt zunächst seine geographische Lage und seine Wichtigkeit für die Schifffahrt in Betracht. Die stärksten Leuchtfeuer wird man deshalb dort errichten, wo es darauf ankommt, einen besonders wichtigen Punkt zu kennzeichnen oder den Schiffen schon auf große Entfernung anzuzeigen, daß sie in Landnähe kommen. Diese Leuchtfeuer bezeichnet man als Ansegelungsfeuer, und man verwendet auf ihnen naturgemäß die lichtstärksten Apparate.

Da ferner an diesen Stellen meist noch andere Signalstationen, z. B. Funkentelegraphen, Semaphore, Rettungsstationen oder Nebelsignale, unterhalten werden, außerdem für den Flaggdienst usw. Bedienungsmannschaften notwendig sind, so sind hier Apparate und Lichtquellen üblich, bei denen eine Bedienung während der Nacht erforderlich ist.



5002

631

553.32<sup>h</sup>  
G 54. 132<sup>a</sup>

Als hellste Lichtquelle kommt zunächst das elektrische Bogenlicht in Frage, welches für die stärksten Leuchtfeuer gebraucht wird.

Seiner Anwendung sind jedoch durch die hohen Betriebskosten Schranken gesetzt, denn nur wenige Leuchttürme liegen an solchen Stellen, daß sie an ein vorhandenes Stromnetz angeschlossen werden können. Es wird deshalb meist nötig sein, für den Betrieb des Leuchtfeuers eigene Maschinenanlagen zu beschaffen, die naturgemäß ein besonders geschultes Personal bedingen.

Eine weiter in den letzten Jahren fast durchweg eingeführte Lichtquelle ist das Petroleumglühlicht, welches sich wegen seiner geringen Betriebskosten und wegen der einfachen Bedienung sehr schnell den ersten Platz in der Leuchtfeuertechnik erworben hat.

Diesen Brennern wird das Petroleum unter hohem Druck (2,5 bis 3 Atm.) zugeführt, wozu besondere Apparate notwendig sind. Die Leuchtkraft ist sehr bedeutend und beträgt je nach der Größe des Glühkörpers 600 bis 2500 HK bei stehend angeordneten Glühkörpern.

Die spezifische Helligkeit dieser Glühkörper ist nach den neuesten Konstruktionen der Firma Pintsch mit unter dem Brenner liegenden besonders geheizten Verdampfern 40 bis 45 HK pro qcm, der Petroleumverbrauch pro HK im Durchschnitt 0,4 g in der Stunde. Noch günstigere Resultate sind mit Brennern erreicht worden, bei denen der Glühkörper hängend angeordnet ist.

Die spezifische Helligkeit wird mit dieser Konstruktion, bei der die Verbrennungsluft vorgewärmt wird, auf 50 bis 55 HK pro qcm gesteigert.

Noch größere spezifische Helligkeiten (bis 100 HK pro qcm) erreicht man durch die Verwendung von Azetylenglühlicht; jedoch sind die Glühkörper bisher für diese Intensitäten noch nicht genügend haltbar, wodurch im Verein mit dem verhältnismäßig hohen Preis des Azetylens selbst der Betrieb teuer wird. Die große Stufe der spezifischen Helligkeiten von 100 pro qcm bei Azetylenglühlicht bis zu 10 000 pro qcm beim elektrischen Bogenlicht ist heute nur durch wenige



praktisch anwendbare Lichtquellen unterbrochen. Es bietet sich also noch ein weites Feld in der Entwicklung der Lichtquellen, auf dem noch viele Verbesserungen zu erwarten sind.

Die Frage, ob bei einem bewachten Leuchtfeuer besser elektrisches oder Petroleumglühlicht anzuwenden ist, dürfte in den meisten Fällen eine wirtschaftliche sein, und man wird stets prüfen müssen, ob ein kleiner optischer Apparat mit geringen Beschaffungs-, aber hohen Betriebskosten für elektrisches Licht oder ein größerer Apparat von höheren Anschaffungs-, aber geringen Betriebskosten für Petroleumglühlicht oder aber andere Lichtquellen vorzuziehen ist.

Hierbei soll der noch immer nicht einwandfrei entschiedene Streit, ob das Licht eines elektrischen oder eines Petroleumglühlichtfeuers (beide von gleicher Lichtstärke angenommen) den Nebel besser durchdringt, zunächst außer Betracht bleiben.

Die Verwendung von Dochtlampen mit mehreren konzentrischen Dochten, wie sie früher allgemein auf den Leuchttürmen üblich waren, dürfte im allgemeinen nicht mehr in Frage kommen, da deren Licht nur schwach ist und die Bedienung ungleich mehr Sorgfalt erfordert als Petroleumglühlicht. Wie die Erfahrung gelehrt hat, sind die Wärter geneigt, die Flammen besonders mehrdochtiger Lampen möglichst niedrig brennen zu lassen, um deren für die richtige Flammenhöhe stets notwendigen Nachregulieren während der Nacht zu vermeiden, wodurch naturgemäß das Licht meist schwächer ist, als bei der Projektierung des Leuchtfeuers zuerst angenommen bzw. bei richtig brennenden Lampen gemessen wurde.

Als bestes optisches Mittel zur Erzielung großer Lichtstärken dienen die Scheinwerferlinsen, die es ermöglichen, das vom Brenner ausgestrahlte Licht in einem oder mehreren Lichtbündeln zu vereinigen und nach dem Horizont zu richten.

Dieser Erkenntnis entsprang die Konstruktion der modernen Blitzfeuerapparate, bei denen solche Linsen so um den Brenner gruppiert sind, daß sie möglichst das gesamte von diesem ausgestrahlte Licht aufnehmen und in denjenigen Richtungen sammeln, die man zur Charakterisierung des

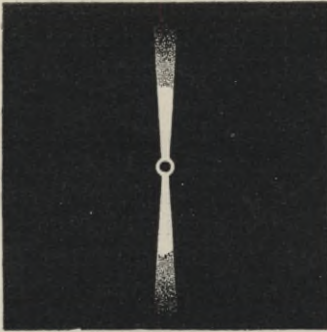


Fig. 1.

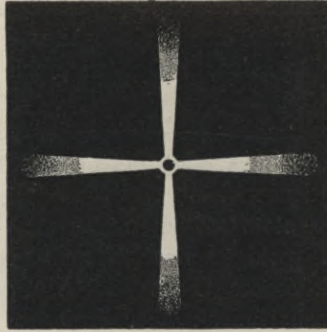


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Lichtes notwendig hat. Um diese Lichtwirkung über den ganzen Horizont nutzbar machen zu können, läßt man die Scheinwerferlinsen um die Achse der Lichtquelle rotieren und erhält dadurch starke kurze Lichterscheinungen, die in der Folge kurz mit »Blitzlicht« bezeichnet werden sollen.

Da sowohl beim elektrischen Bogenlicht als auch beim Petroleumglühlicht die Wirkung von kugelförmigen Reflektoren wegen der geringen Durchlässigkeit dieser Lichtquellen nur gering ist, so ergibt sich als einfachste Form die Anordnung für einblitziges Licht mit zwei unter  $180^{\circ}$  gegenüber angeordneten Linsenfeldern nach Fig. 1 oder von vier unter





Fig. 5.

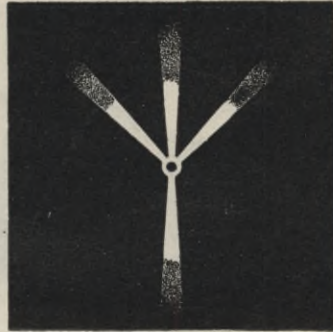


Fig. 6.

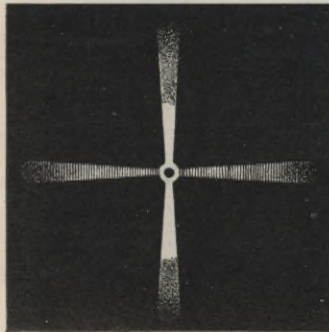


Fig. 7.

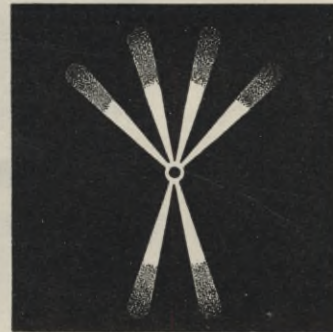


Fig. 8.

90° Achsenwinkel gegeneinander stehenden Linsen nach Fig. 2.

Eine Ausführungsform des ersten Blitzfeuers ist in Fig. 9 und ein Apparat mit vier Linsen in Fig. 10 dargestellt.

Ein zweiblitziiges Licht wird durch eine Linsenordnung nach Fig. 3 und 11 und ein dreiblitziiges Licht durch eine Linsenordnung nach Fig. 4 und 12 erzielt.

Natürlich lassen sich durch geeignete Gruppierungen der Linsen bzw. ihrer Achsen noch andere Kennungen er-

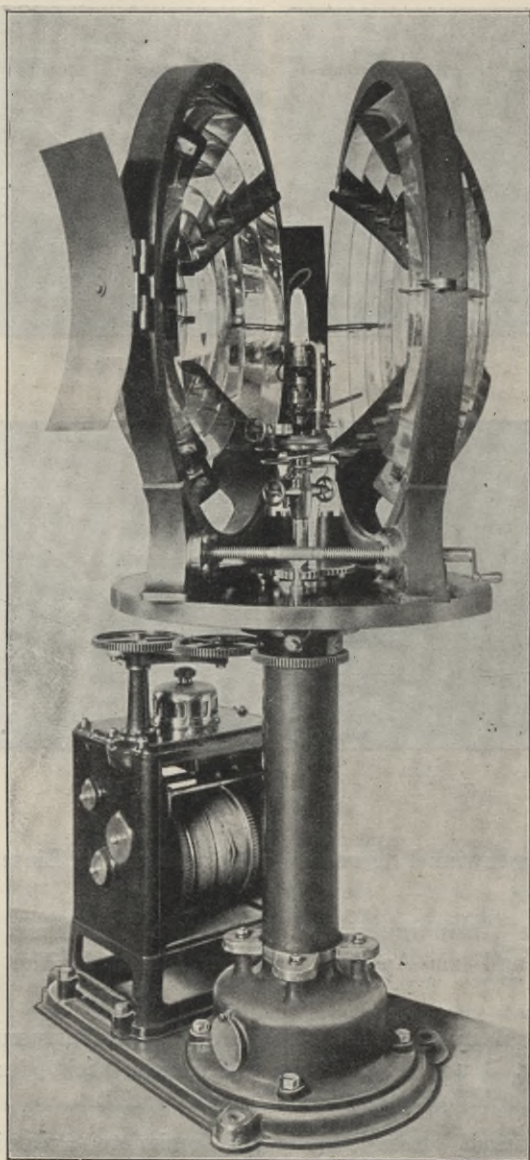
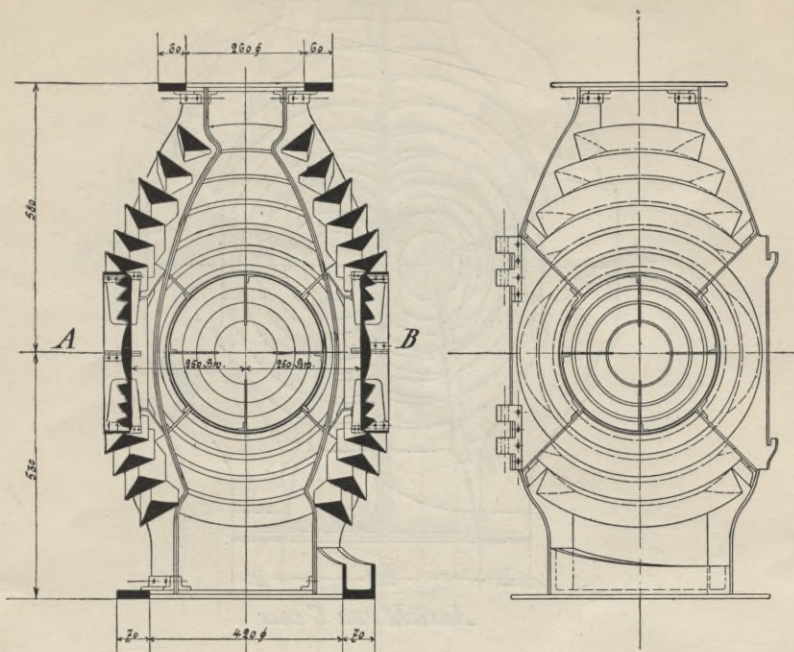


Fig. 9.





*Schnitt A-B.*

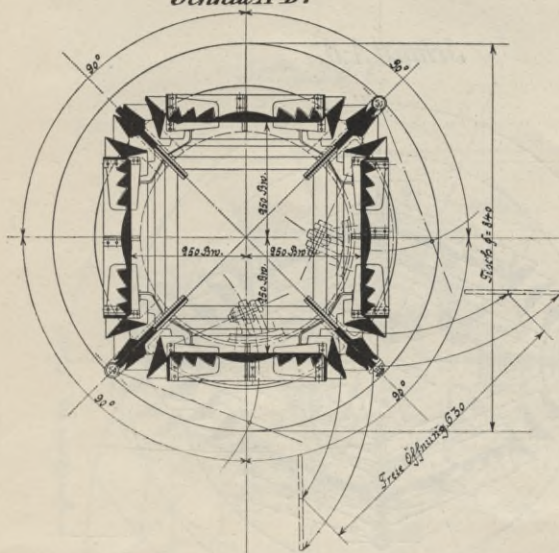
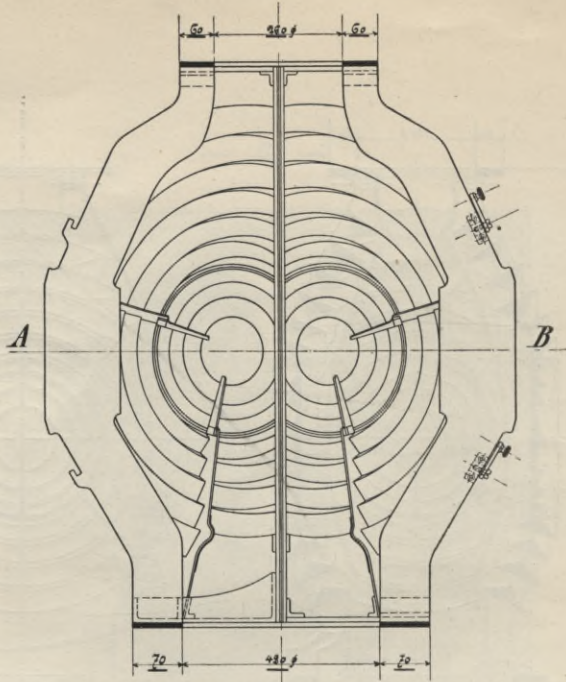


Fig. 10. Scheinwerfer-Optik mit 4 Linsenfeldern.  
250 Bw. Lichtachsen unter  $90^\circ$  gegeneinander.



Ansicht von C aus

Schnitt A-B.

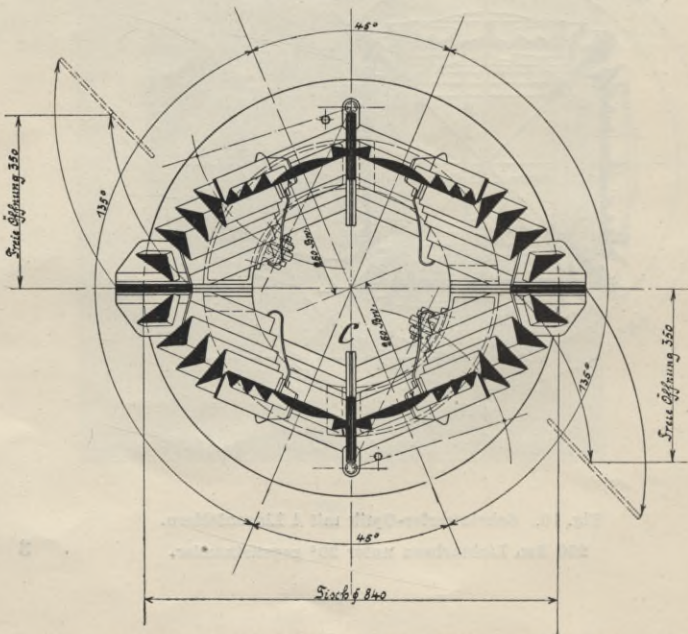
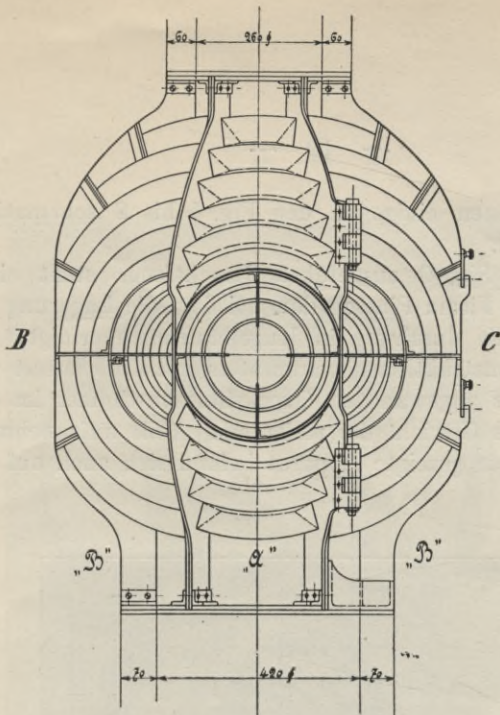


Fig. 11. Scheinwerfer-Optik mit 4 Linsenfeldern von 250 Bw. unter 45°, 135°, 45°, 135°.





*Ansicht von A aus*

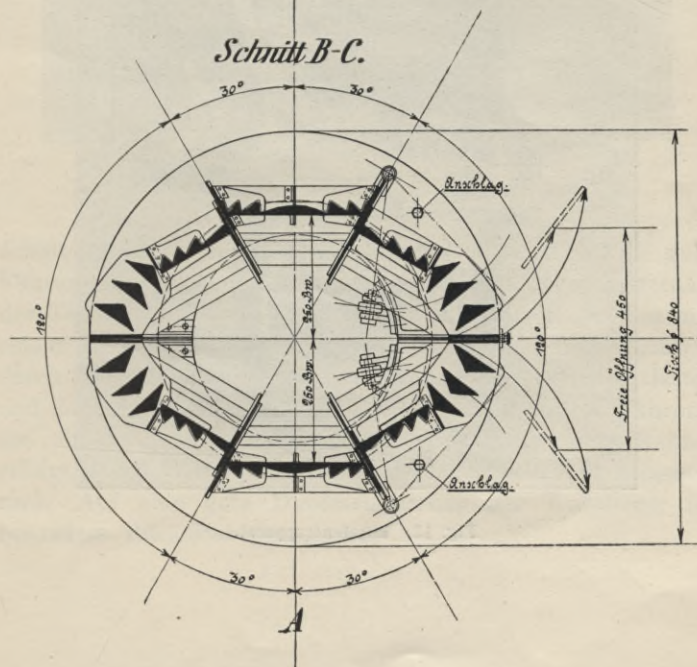


Fig. 12. Scheinwerfer-Optik mit 6 Linsenfeldern.  
250 Bw. Lichtachsen unter 30°, 30°, 120°, 30°, 30°, 120°.

zielen, von denen einige in den Fig. 5 bis 8 schematisch dargestellt sind.

Das nach Fig. 9 ausgeführte Leuchtfeuer stellt einen neuen Typ der Firma Pintsch dar, bei dem die Lagerung der rotierenden Teile durchweg in Kugellagerringen erfolgt. Bei den älteren Konstruktionen waren stets noch die zuerst von Bourdelle angewandten Quecksilberschwimmer im Gebrauch, um das Gewicht der rotierenden Teile aufzunehmen. Der in der Figur gezeigte Apparat befand sich auch auf der

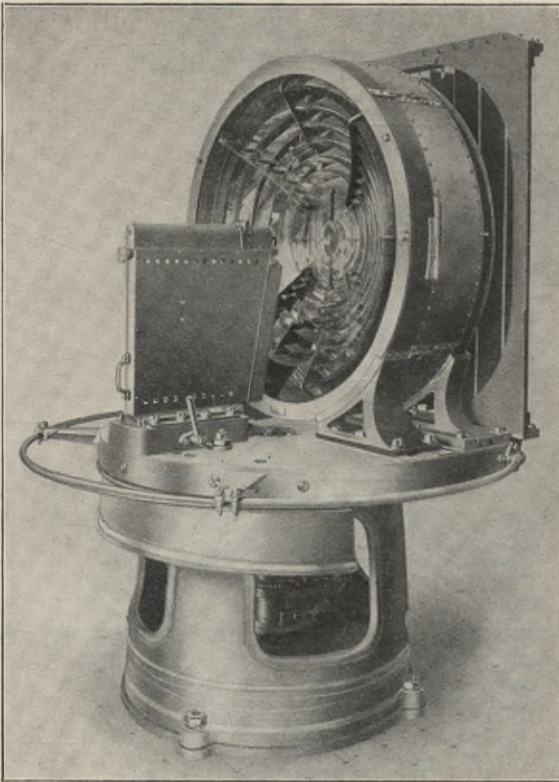


Fig. 13. Blitzfeuerapparat.



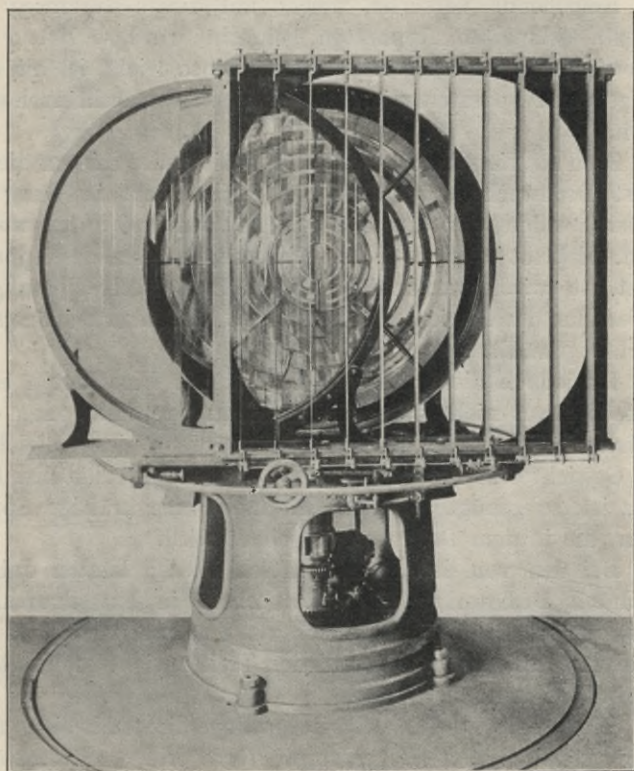


Fig. 14.

Ausstellung in Turin 1911. Besonderer Wert ist auf die gute Führung der rotierenden Teile gelegt. Die obere Lagerung des Tisches geschieht durch ein Kugelhalslager, welches mit einem Kugeldrucklager kombiniert ist. Beide Lager können durch Niederlassen des Tisches mittels einer Kurbel entlastet und dann schnell ausgewechselt werden. Die untere Führung des außen um eine feste innere Säule rotierenden Rohres erfolgt durch Rollen, die ebenfalls mit Kugellagern versehen sind. Auf eine gute Dauerschmierung der Kugellager ist besonders Rücksicht genommen.

Eingehende Versuche, welche mit diesen durchweg auf Kugeln gelagerten Apparaten gemacht wurden, haben ergeben, daß deren Lauf mindestens ebenso leicht ist als derjenige von Apparaten mit den bisherigen Quecksilberschwimmern.

Zum Antrieb der Apparate mit rotierenden Linsen dienen meist Drehwerke, die durch ein Treibgewicht in Gang erhalten werden, das durch das Wärterpersonal aufgewunden wird. Erlaubt es die Höhe des Turmes, auf dem der Apparat steht, so wird zweckmäßig die Laufzeit nach einmaligem Aufwinden des Gewichtes entsprechend der Dauer der längsten Nächte gewählt.

Ist jedoch diese Laufzeit auch durch Einschalten eines Flaschenzuges nicht zu erreichen, dann verwendet man eine Hilfseinrichtung, die den Apparat während des Aufziehens des Gewichtes in Gang erhält. Da diese Zeit verhältnismäßig kurz ist, so genügt als Hilfskraft meist eine kräftige Spiralfeder, die in dem Drehwerk eingebaut wird.

Bei den von der Firma Pintsch in den letzten Jahren gebauten Drehwerken sind alle Achsen in Kugellaufingen gelagert, um die Reibung innerhalb der Drehwerke auf das geringste Maß zu bringen und das Treibgewicht so leicht als möglich zu machen.

Einen Apparat für elektrisches Bogenlicht mit einer neuartig konstruierten Bogenlampe für geringe Stromstärke und hohe Spannung (80 Volt 20 Amp.) zeigt Fig. 13, 14 und 15. Dieser Apparat hat nur eine Linse von 250 mm Brennweite. Das Lichtbündel von 75 000 000 HK Lichtstärke, welches aus dieser Linse austritt, wird durch vorge setzte Streuerlinsen verbreitert und ergibt so eine für elektrisches Licht übliche Blitzdauer von 0,1 bis 0,2 Sekunden — je nachdem die Umlaufzeit des Apparates und die Streuung gewählt wird. Vor den Streuerlinsen sind Blenden aus Aluminium angebracht, die automatisch geöffnet und geschlossen werden, während der Apparat rotiert. Durch geeignete Wahl des Antriebsmechanismus der Blenden können die gleichen Kennungen mit diesem Apparat erzielt werden, die in den Fig. 1 bis 8 dargestellt sind. Der Antrieb des Apparates



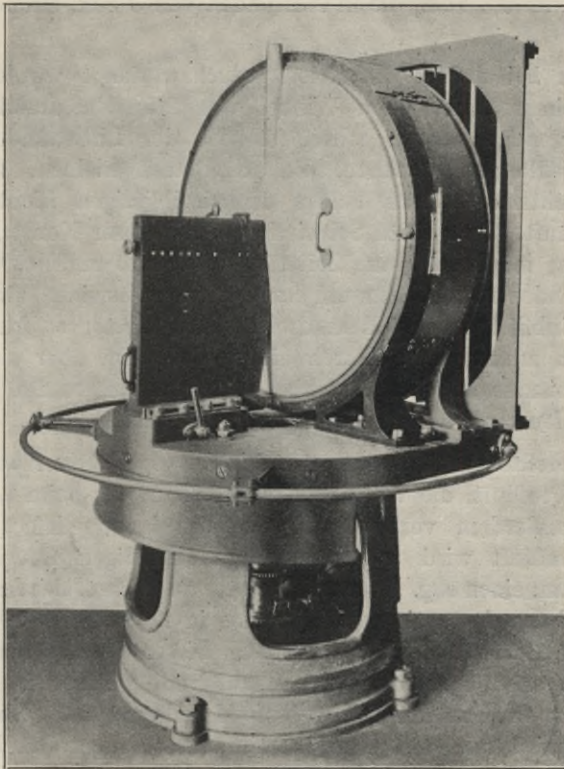


Fig. 15.

erfolgt durch einen kleinen Elektromotor, wie aus den Figuren ersichtlich. Für die Lagerung aller Teile sind Kugellager angewendet, so daß der Apparat zu seinem Antrieb nur ca.  $1/50$  PS gebraucht. Fig. 13 zeigt den Apparat im betriebsfertigen Zustand.

Einen Apparat, der auf ähnlichem Prinzip beruht, zeigt Fig. 16.

Es ist dies der Blitzfeuerapparat des neuen Leuchtturmes Bülk bei Kiel. Die Optik besteht hier aus vier Scheinwerferlinsen von 300 mm Brennweite und gibt bei der Rotation

Blitze von 0,3 Sek., die in Abständen von 3 Sek. aufeinander folgen.

Da bei der Konstruktion jedoch verlangt wurde, daß über einen horizontalen Winkel von  $115^{\circ}$  ein dreiblitziges Licht gezeigt werden sollte, ist eins der Linsenfelder mit Jalousieklappen versehen, die geschlossen bleiben, solange die Lichtachse dieses Feldes den dreiblitziigen Lichtsektor durchläuft. Die größte Schwierigkeit bei dieser Konstruktion war eine möglichst kurze Zeit für den Schluß und das Öffnen der Blenden zu erreichen, um den Unsicherheitswinkel zwischen dem einblitziigen und dem dreiblitziigen Sektor so klein als möglich zu machen. Durch einen einfachen, aber sicheren Mechanismus ist diese Aufgabe gelöst worden, so daß dieses Leuchtfeuer allen Anforderungen im Betrieb genügt.

Beachtenswert ist der Antrieb des optischen Apparates durch Preßluft, die von den Kompressoren der beim Leuchtturm außerdem vorhandenen Sirenenanlage geliefert wird. Die Preßluft wird unter einem gleichmäßigen Druck von 0,49 Atm. einen sog. Quecksilbermotor zugeführt, der bei einer Umdrehung des optischen Apparates in 12 Sek. nur 50 l entspannte Luft stündlich verbraucht. Dieser Quecksilbermotor besteht aus einem eisernen Schaufelrad, welches in einem gußeisernen Gehäuse leicht laufend gelagert ist. Das Gehäuse wird nun mit einer bestimmten Menge Quecksilber gefüllt, so daß das Schaufelrad völlig eintaucht. Die Preßluft wird am tiefsten Punkt des Gehäuses eingeführt und tritt infolge ihres Auftriebes im Quecksilber von unten in die Schaufeln des Rades, das durch den Druck des aufsteigenden Gases in Umdrehungen versetzt wird. Eine genaue Regulierung der Umdrehungsgeschwindigkeit ist natürlich auch hier Bedingung, und diese wird durch einfache Vorrichtungen erreicht, deren Einzelheiten zu beschreiben jedoch zu weit führen dürfte.

Gleiche Quecksilbermotoren für Preßluft zum Antrieb von Kurvenscheiben für die Betätigung von Otterschen Blenden sind auf mehreren Leuchttürmen an der Elbe bereits jahrelang im Betrieb.



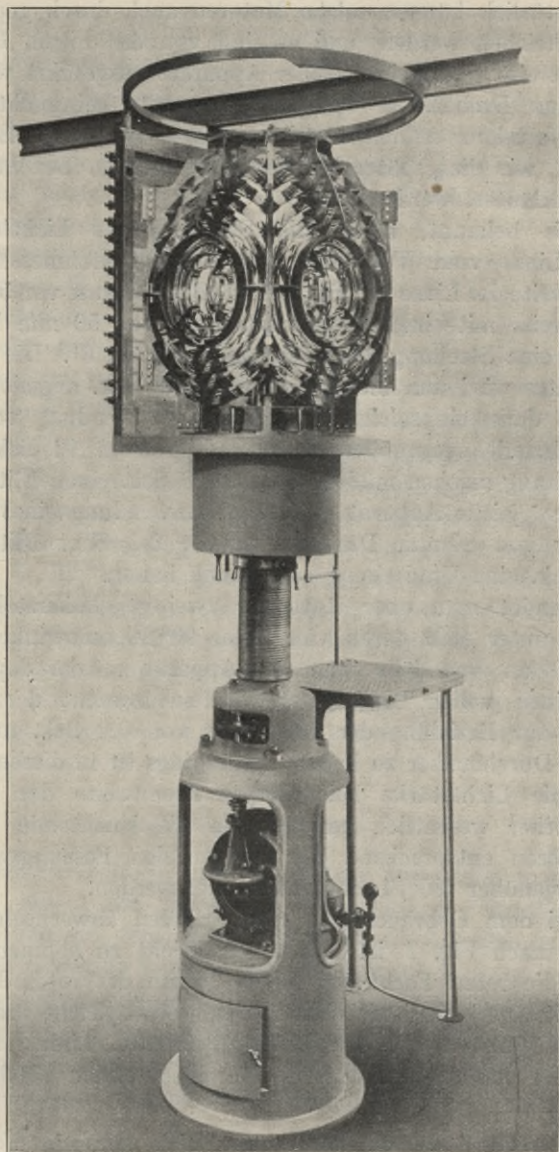


Fig. 16. Blitzfeuerungsapparat des neuen Leuchtturms Bülk bei Kiel.

Natürlich können solche Motoren auch durch gepreßtes Gas betrieben werden, und es sind von der Firma Pintsch auch bereits eine Reihe solcher Apparate ausgeführt worden. Das zum Drehen der optischen Apparate gebrauchte Gas wird, nachdem es den Motor verlassen hat, zum Brenner geführt, wie dies später bei den unbewachten Leuchtfeuern näher erläutert werden soll.

Wie bekannt, hängt die Streuung des Lichtbündels einer Linse vom Verhältnis des Brennerdurchmessers zur Brennweite der Linse ab. So ergibt z. B. eine Linse von 500 mm Brennweite mit einem Glühlichtbrenner von 50 mm Durchmesser eine Streuung des Lichtkegels von ca.  $6^{\circ}$ . Die Dauer der Blitze wird nun nicht gern unter 0,2 Sek. angenommen, so daß dann ein solcher Apparat bei Anwendung von nur zwei einander gegenüberstehenden Linsen in 12 Sek. eine Umdrehung machen müßte, d. h. alle 6 Sek. einen Blitz gibt.

Der gleiche Apparat würde bei Anwendung eines Glühkörpers von 80 mm Durchmesser für 0,2 Sek. Blitzdauer in 8 Sek. eine Umdrehung zu machen haben.

Wendet man aber statt der zwei gegenüberstehenden Linsen unter  $180^{\circ}$  deren vier unter  $90^{\circ}$  Achsenwinkel nach Fig. 10 an und läßt man den Apparat in der doppelten Zeit einen vollen Umlauf machen, so braucht der Glühkörper zur Erzielung der Blitzdauer von 0,2 Sek. nur den halben Durchmesser zu haben. Allerdings ist in diesem Falle auch die Lichtstärke bei gleicher Brennweite der Linsen wie vorher wesentlich geringer, da die leuchtende Fläche der Linsen entsprechend den horizontalen Fassungskwinkeln ( $90^{\circ}$  gegenüber  $180^{\circ}$ ) bedeutend kleiner werden.

Bei dem Gebrauch von roten Blitzen abwechselnd mit weißen nach Fig. 7 ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß durch die roten Farbfilter die Tragweite des roten Lichtes wesentlich geringer ist.<sup>1)</sup> Um nun eine etwa gleiche Tragweite des roten und des weißen Lichtes zu erhalten, bildet man die Linse für den roten Blitz mit einer leuchtenden Fläche aus,

---

<sup>1)</sup> In Fig. 7 ist die rote Farbe durch senkrechte Schraffur angedeutet.



die etwa dem Vierfachen derjenigen für die weißen Blitze des Apparates entspricht.

Aus den angeführten Beispielen über die Ausgestaltung der Blitzfeuer ist zu ersehen, daß durch die Gruppierungen der Linsenfelder eine verhältnismäßig große Zahl von Kombinationen möglich ist, die ebenso vielen verschiedenen Kennungen entsprechen.

Andererseits ist jedoch diese Zahl immerhin beschränkt, so daß man die Anwendung von Blitzfeuern, d. h. kurzen Lichterscheinungen, besonders bei längeren Küstenstrecken nur für die wichtigsten Lichter reserviert, während man für Feuer geringer Bedeutung mit längeren Lichterscheinungen, unterbrochene Lichter und festes Licht gebraucht.

An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, daß die einzelnen Lichterscheinungen eines Leuchtfeuers stets von gleicher Tragweite sein sollen, damit das Feuer auch an den Grenzen dieser Tragweite stets dieselbe Kennung zeigt. Es dürfen z. B. die Blinke unter sich oder bei festem Licht abwechselnd mit Blinken, diese letzteren nicht heller sein, da sonst in größerer Entfernung als die Tragweite der schwächeren Lichterscheinung, diese letztere nicht mehr gesehen wird. Die Kennung des Lichtes erscheint dann anders als beabsichtigt, indem nur noch die hellere Lichterscheinung wahrgenommen wird.

### **Feste und Blinkfeuer.**

Bei festen Lichtern und Blinkfeuern verwendet man als optisches Mittel die bekannten Fresnelschen Gürtellinsen in Verbindung mit den bereits erwähnten Lichtquellen, sofern es sich um bewachte Leuchttürme handelt.

Einen solchen Apparat mit Optik von 300 mm Brennweite, der für den Leuchtturm »Arngast« bei Wilhelmshaven ausgeführt wurde, zeigt Fig. 17. Als Lichtquelle ist hierbei eine Bogenlampe gleicher Konstruktion vorhanden, wie bei dem Apparat nach Fig. 13, 14 und 15. Eine zweite Bogenlampe, die zur Reserve dient, ist neben der ersteren auf dem Tisch des Apparates angeordnet und kann leicht an

deren Stelle gedreht werden, so daß ihre positive horizontale Kohle in den Brennpunkt des Apparates kommt. Auch hier bekommt die Lampe erst Strom, wenn die Kohlen die richtige Stellung zum Brennpunkt einnehmen und der vorn dargestellte Hebel umgelegt wird. Dieser Apparat ist nur für den bei Arngast erforderlichen Lichtwinkel von  $90^{\circ}$  konstruiert, von dem ein Sektor als Leitsektor mit festem Licht und die beiden daran grenzenden Sektoren einfache bzw. zweifache Blinke zeigen. Die Blinke werden durch vertikale Jalousiebleche erzeugt, die der Kennung des Lichtes entsprechend automatisch geöffnet und geschlossen werden. Der Antrieb geschieht durch einen kleinen Elektromotor. (Die Einrichtung ist in der Figur nicht dargestellt.) Außer den Blinksektoren sind auch noch farbige Sektoren vorhanden, für die Buntscheiben als Farbfilter am Apparat angebracht sind, wie das Bild zeigt. Die Lichtstärke des Apparates beträgt im weißen Lichtsektor ca. 400 000 HK.

Während bei den meisten bisher bekannten stehend angeordneten Lichtquellen die Optik so ausgebildet werden mußte, daß die Linse nach oben mehr katadioptrische Elemente aufwies als nach unten, um das ausgestrahlte Licht vorteilhaft auszunutzen, ist auch hier in letzter Zeit eine Änderung eingetreten.

Die Versuche mit hängendem Glühlicht haben gezeigt, daß diese Lichtquellen nicht nur sparsameren Brennstoffverbrauch haben, um eine bestimmte Lichtstärke zu erzielen, sondern daß dabei auch eine größere spezifische Helligkeit der Glühkörper bei Anwendung gleicher Brennstoffmengen erreicht werden kann. Die Firma Pintsch hat aus diesem Grunde als erste das hängende Glühlicht bei Leuchtfuern und Bojen eingeführt und hat damit außerordentliche Erfolge aufzuweisen. Die Optik muß bei hängendem Licht natürlich anders angeordnet sein, um die beste Lichtwirkung zu ergeben, und es sind deshalb die katadioptrischen Ringe jetzt nach unten weiter ausgebildet als früher, d. h. auch die Optik ist, wie der Glühkörper, umgekehrt angeordnet.

Einen solchen Apparat zeigt Fig. 18 in Verbindung mit einem Gasglühlichtbrenner.



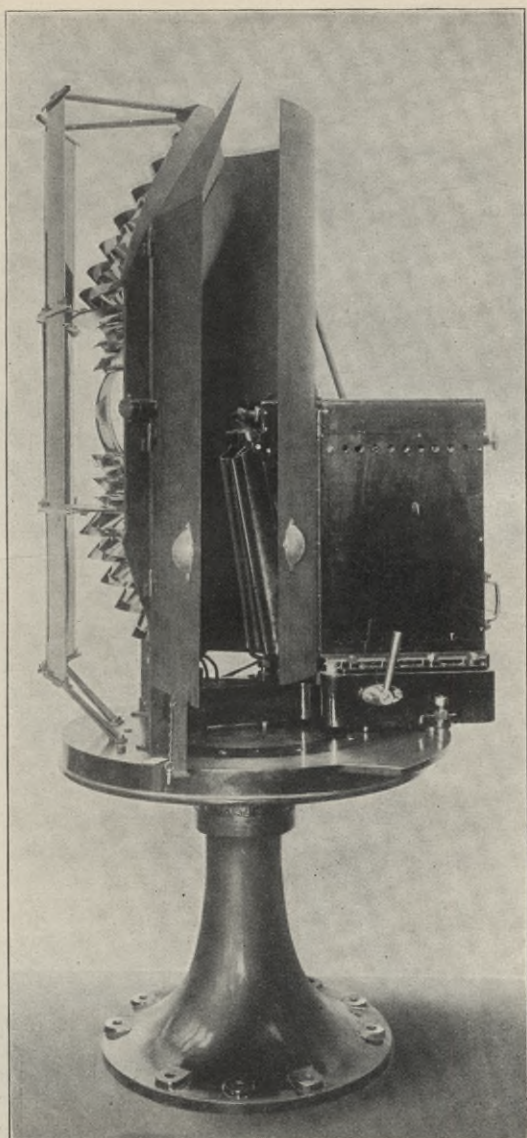


Fig. 17.

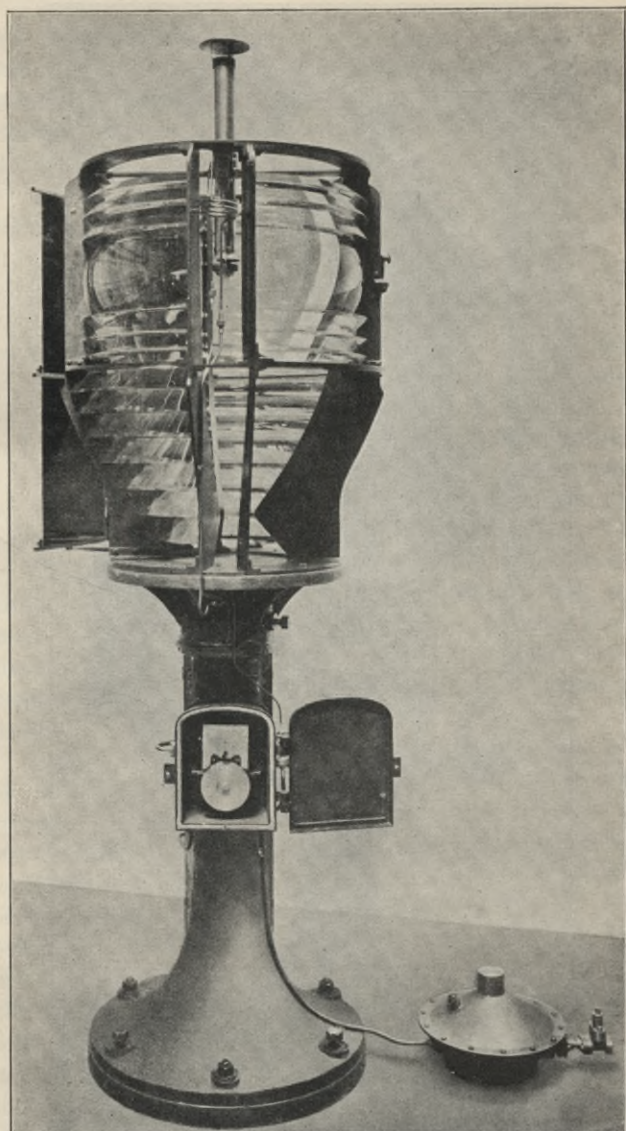


Fig. 18.



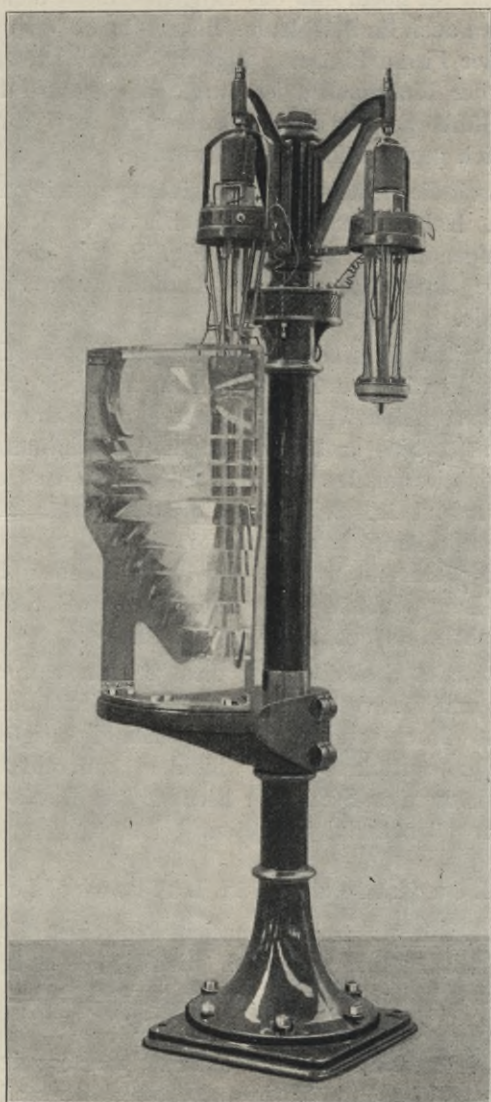


Fig. 19.

Erwähnt sei noch, daß das hängende Licht nicht nur für Gas, sondern auch für Petroleum-, Benzol- und Spiritus-Dampflicht von der Firma Pintsch ausgeführt wird. Die spezifische Helligkeit der Lichtquellen ist durch diese hängende Anordnung der Glühkörper und durch Vorwärmung der Verbrennungsluft erheblich gegen früher erhöht worden.

Daß auch die elektrischen Intensivlampen mit nach unten gerichteten Kohlen bereits in den Dienst der Leuchtfeuertechnik aufgenommen sind, zeigt Fig. 19, die ein russisches Leuchtfeuer darstellt, welches ebenfalls von Pintsch geliefert wurde.

Eine weitere Einrichtung zur Erzeugung von Blinkfeuer ist aus den Fig. 20 und 21 ersichtlich. Hierbei werden die aufsteigenden heißen Verbrennungsgase der Lampe benutzt, um eine Luftturbine zu treiben, an der Aluminiumbleche befestigt sind, die um den Apparat rotieren und so das Licht zeitweise verdunkeln. Beliebige sind diese Apparate indes nicht, da die Umdrehungsgeschwindigkeit von der wechselnden Menge der Verbrennungsgase bei verschiedenen Flammhöhen der Lampe abhängig ist und deshalb die Kennung des Lichtes nicht stets genau die gleiche bleibt.

Man wendet deshalb meist diese Apparate nur zur Reserve an, um für verhältnismäßig kurze Zeit den Betrieb eines sonst durch andere Mechanismen betätigten Blinklichtes oder unterbrochenen Lichtes aufrechtzuerhalten. Natürlich können an Stelle der Blenden aus Blech auch farbige Gläser oder Zelluloid treten.

#### Leuchtfeuer für Luftschiffer.

Dem Bedürfnis zur Kennzeichnung eines bestimmten Platzes für Luftfahrzeuge durch Lichtsignale entgegenkommend, sind bereits mehrere Apparate konstruiert worden, die ihren Zweck mehr oder weniger erfüllen.

Einen interessanten Typ solcher Apparate zeigt Fig. 22, den die Firma Pintsch in Turin ausgestellt hatte und der jetzt in Tegel bei Berlin versuchsweise aufgestellt ist. Als Lichtquelle dient eine Metallfaden-Glühlampe von 300 HK Leucht-



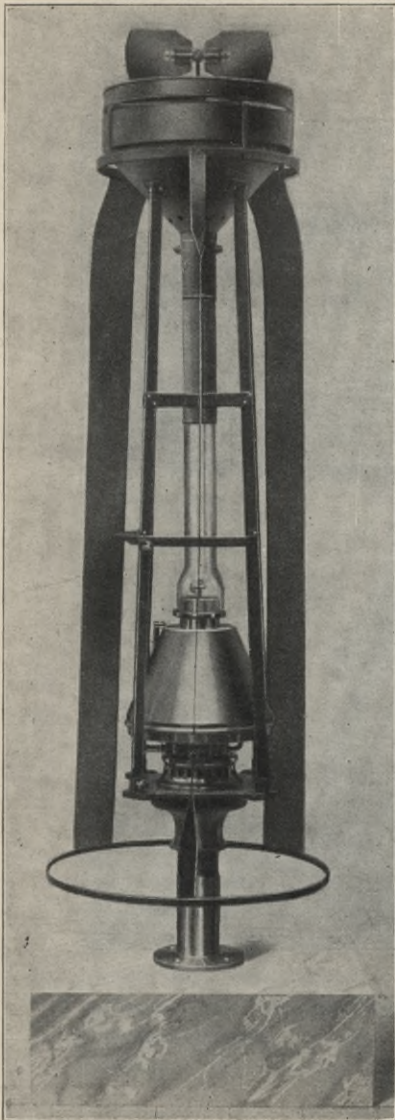


Fig. 20. Apparat für unterbrochenes Licht.

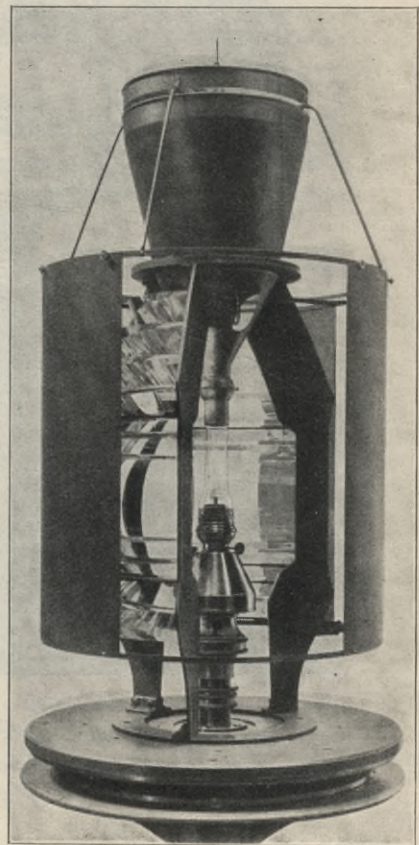


Fig. 21.

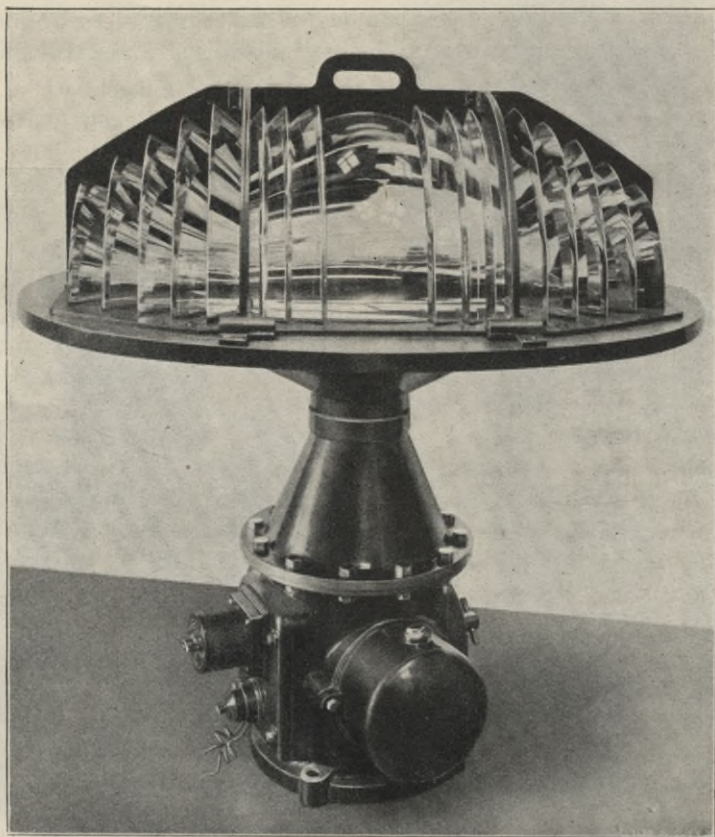


Fig. 22.



kraft, die von einem Fresnelschen Linsenapparat mit 250 mm Brennweite umgeben ist und Blitze ergibt von ca. 6000 HK Lichtstärke. Dieser Apparat ist aber hier nicht wie bei den Seefeuern mit vertikaler, sondern mit horizontaler Achse angewendet. Die Absicht ist, ein fächerartiges Lichtbündel vom Horizont bis zum Zenit zu erhalten. Damit dieser Lichtfächer von allen Seiten sichtbar wird, ist ein kleiner Elektromotor angebracht, der den ganzen Linsenapparat in Drehung versetzt. Dadurch wandern die Strahlen des fächerartigen Lichtbündels über den ganzen Horizont und erscheinen dem Luftschiffer als kurze, aber sehr kräftige Lichtblitze, die sich deutlich von anderen vorhandenen Lichtern unterscheiden. Natürlich können durch geeignete Wahl der Linsenkörper auch andere Lichterscheinungen mit dieser Konstruktion, z. B. doppelte oder dreifache Lichtblitze o. dgl., ähnlich wie bei den Seefeuern beschrieben, erreicht werden.

Zur Verstärkung des Lichtes in der Richtung nach dem Horizont können auch Prismen oder Scheinwerferlinsen verwendet werden. (Siehe Roudolf, Zentralblatt der Bauverwaltung, Nr. 101, Jahrg. 1910.)

Natürlich sind für derartige Apparate ebenfalls die verschiedenartigsten Beleuchtungsmittel, wie elektrischer Strom, Leuchtgas, Azetylen, Ölgas und Blaugas, brauchbar.

Ein solcher Apparat für Azetylen dissous ist auch auf einem Stellwerk der Station Spandau bei Berlin seit längerer Zeit zu Versuchszwecken aufgestellt. Die Rotation der Linse wird bei diesem Apparat durch den Druck des Azetylens bewirkt, das nachher im Brenner auch als Lichtquelle dient. Zur Ausnutzung dieser Druckenergie des Gases dient ein kleiner eigenartiger Motor, der ebenso wie der ganze Leuchtapparat eine Originalkonstruktion von Pintsch ist. Das Azetylen kommt hierbei in gepreßter Form in Azeton gelöst (Azetylen dissous) zur Verwendung.

### Unbewachte Leuchtfeuer und Leuchtbojen.

An solchen Stellen, wo eine anderweitige Dienstleistung des Wärterpersonals außer dem Betrieb des Leuchtfeuers nicht notwendig ist, wird man stets ein Feuer errichten, dessen Betrieb eine möglichst geringe Bedienung erfordert.

Es ist dabei die Frage zu erwägen, ob sich ein teurerer Brennstoff, bei dessen Verwendung keine Wartung nötig ist, im Betrieb nicht billiger im Preise stellt, als ein billigerer Brennstoff unter Beibehaltung der ständigen Wartung und der Löhne für diese. Als Brennstoffe für Leuchtfeuer ohne ständige Wartung kommen Ölgas, flüssiges Gas (Blaugas), Azetylen-, Benzol- und Spiritusglühlicht in Betracht.

Die früher viel verwendeten Petroleumdochtlampen mit verkrusteter Oberfläche des Dochtes (System Bourdelle) kommen wegen der Schwierigkeit der Behandlung und ihrer geringen Lichtstärke kaum noch in Frage. Bestimmend für die Anwendung des einen oder des anderen vorerwähnten Brennstoffes ist hauptsächlich sein Preis an der Verwendungsstelle und die Art der Lichterscheinung, die bei dem projektierten Leuchtfeuer notwendig ist.

Das Ölgas wird dort den Vorzug verdienen, wo es entweder aus einer für Seezeichenzwecke besonders errichteten Anstalt oder von einer in der Nähe befindlichen Eisenbahn bezogen werden kann, die zur Beleuchtung ihrer Wagen Ölgas gebraucht. Das flüssige Ölgas, nach seinem Erfinder, dem Chemiker Blau in Augsburg, kurz »Blaugas« genannt, ist für die unbewachten Leuchtfeuer in den letzten Jahren von außerordentlicher Wichtigkeit geworden. Dieses Gas bedeutet einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiet des Beleuchtungswesens, da es den Transport großer Gasmengen in verhältnismäßig leichten Stahlflaschen ähnlich der Kohlensäure, dem Wasserstoff, Sauerstoff usw. ermöglicht. Durch diesen erleichterten Versand im flüssigen Zustand wird die Anwendung von Gas-Leuchtfeuern jetzt an vielen solchen Stellen vorteilhaft, wo man früher dauernd bewachte Leuchtfeuer haben mußte.

Interessant ist ein Vergleich der Gewichte der Behälter, die man aufwenden muß, um ein bestimmtes Gasquantum zu



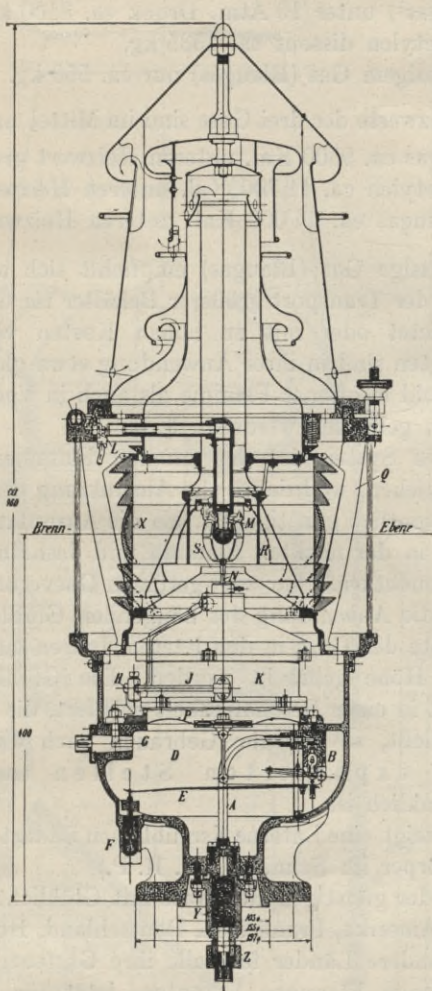


Fig. 23. Normale Seelaterne von 100 mm Brennweite. (D. R. P.)

transportieren, so beträgt z. B. das Behältergewicht für 100 cbm Gas bei:

Ölgas<sup>1)</sup> unter 10 Atm. Druck ca. 3100 kg,  
Acetylen dissous ca. 1535 kg,  
flüssigem Gas (Blaugas) nur ca. 550 kg.

Die Heizwerte der drei Gase sind im Mittel nachstehende:

Ölgas ca. 9500 Kal. unteren Heizwert pro cbm,  
Azetylen ca. 11 700 Kal. unteren Heizwert pro cbm,  
Blaugas ca. 14 000 Kal. unteren Heizwert pro cbm.

Das flüssige Gas (Blaugas) empfiehlt sich also dort besonders, wo der Transport größerer Behälter für Ölgas Schwierigkeiten bietet oder mit zu hohen Kosten verknüpft ist. Beide Gasarten sind in ihrer Anwendung etwa gleichartig und können sowohl in offener Flamme als auch in Verbindung mit Glühkörpern gebrannt werden.

Letzteres System ist den offenen Flammen aller Gasarten vorzuziehen, weil damit die Ausnutzung des Heizwertes der Gase wesentlich günstiger ist, als die Ausnutzung nur ihres Lichtwertes in der nackten Flamme und deshalb die Brenner bei hoher Leuchtkraft nur sehr geringen Gasverbrauch haben.

Durch die Anwendung des hängenden Glühlichtes ist die Lichtausbeute der Gase in den letzten Jahren auf eine bisher unerreichte Höhe gebracht worden. Die Glühkörper dafür werden jetzt in einer Beschaffenheit geliefert, die deren Bruch fast ausschließt, so daß ihr Gebrauch auch auf Bojen an sehr exponierten Stellen empfehlenswert und unbedenklich ist.

Fig. 23 zeigt eine Laterne der üblichen Bauart mit hängendem Glühkörper im Schnitt. (D. R. P.)

Wegen der günstigen Resultate mit Glühlicht haben England, Nord-Amerika, Frankreich, Deutschland, Holland, Dänemark und andere Länder fast alle ihre Gasfeuer und Bojen, die mit offenen Flammen brannten, jetzt für Gasglühlicht umgeändert und mit diesem, der Firma Pintsch in Berlin patentierten System die besten Erfahrungen gemacht, worüber der

---

<sup>1)</sup> Onken, Glasers Annalen, Jahrg. 1911, Bd. 68, Nr. 809.



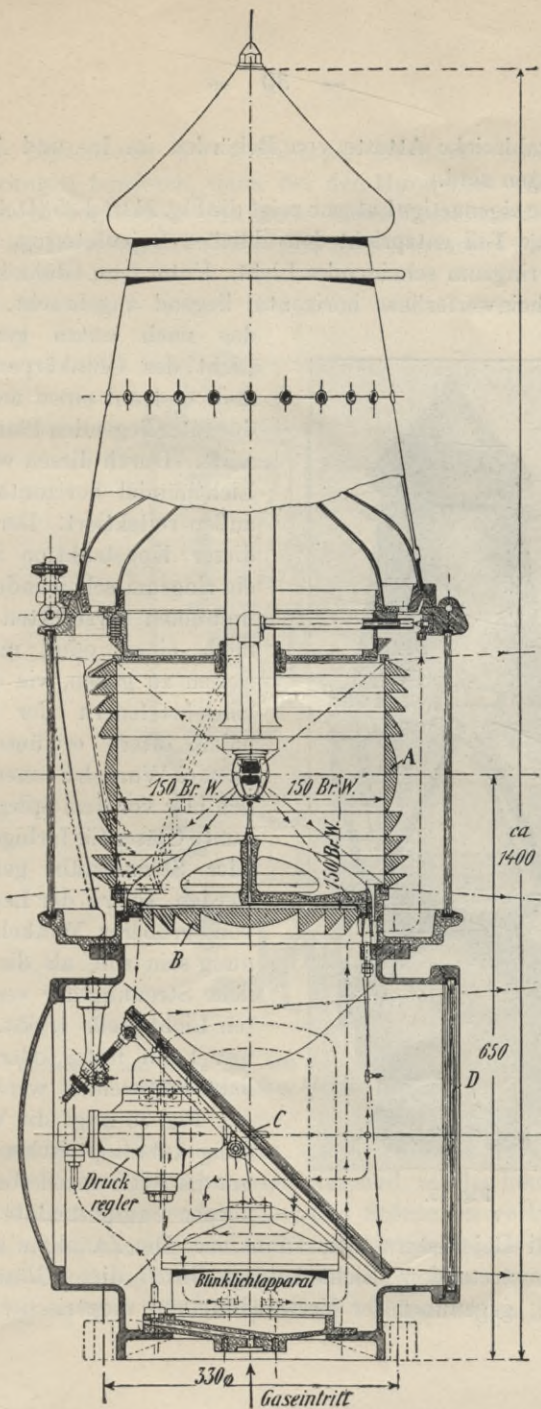


Fig. 24. Löffel-Laternen. (D. R. P. a.)

Firma zahlreiche Atteste von Behörden im In- und Ausland zugegangen sind.

Eine eigenartige Laterne zeigt die Fig. 24 und 25 (D. R. P. a.). Der obere Teil entspricht den üblichen Bojenlaternen und ergibt ein ringsum scheinendes Licht. Unter dem Glühkörper ist eine Scheinwerferlinse horizontal liegend angebracht, welche

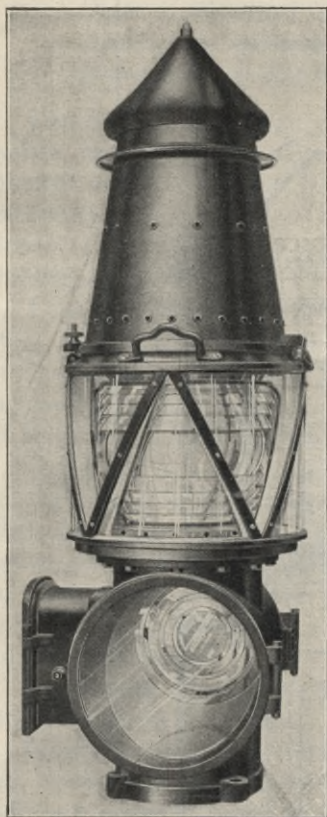


Fig. 25.

das nach unten gerichtete Licht des Glühkörpers sammelt und auf einen unter  $45^{\circ}$  darunter liegenden Planspiegel wirft. Durch diesen wird das Lichtbündel horizontal nach außen reflektiert. Der Zweck dieser Konstruktion ist der, ein ringsum scheinendes Licht und einen verstärkten Sektor nach einer oder mehreren Seiten zu geben, wie dies bei Einfahrtsfeuern oder in Kanälen öfters erwünscht ist. Je nach Wunsch können natürlich hier vor dem Spiegel auch bunte Gläser für farbiges Licht oder Streuerstäbe gebraucht werden, sofern der Leitsektor von größerer Winkelausdehnung sein soll, als die natürliche Streuung der verwendeten Lichtquelle ergibt. Auch hier kann festes oder Blinklicht angewendet werden.

Fig. 26 zeigt die Verwendung katadioptrischer Ringe, um das nach unten vom Glühkörper ausgestrahlte Licht

auch bei Bojenlaternen auszunutzen. Die Zunahme an horizontal austretendem Licht beträgt durch diese Gläser 20% bis 25% gegenüber der Verwendung nur dioptrischer Ringe.



Die Haltbarkeit der Glühkörper ist heute durch viele Ausführungen bewiesen, denn bei den Hunderten von Bojen und Baken, von denen eine große Anzahl bereits seit einigen Jahren im Betrieb sind, haben sich bisher keinerlei Schwierig-

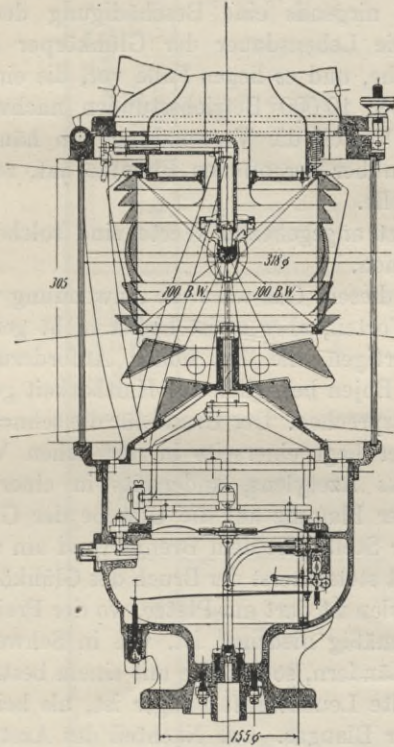


Fig. 26. Seelaterne mit Linse von 100 mm Br. und zwei unten liegenden katadioptrischen Elementen.

keiten gezeigt. Selbst bei Bojen, die in schwerer See ausliegen und den heftigsten Stürmen ausgesetzt sind, werden heute überall Glühkörper angewendet, ohne daß Störungen vorkommen.

Besonders bemerkenswert ist, daß auch starke Erschütterungen der Bojen durch Anfahren von Fahrzeugen keine Beschädigung der Glühkörper zur Folge haben. So ist

z. B. bei einer Boje die Laterne und das Laternengerüst durch Anfahren eines Segelschiffes beschädigt worden. Bei der Laterne waren die Außengläser und teilweise die Linse zertrümmert — trotzdem blieb der Glühkörper unbeschädigt. Auch das Abfeuern schwerer Geschütze in unmittelbarer Nähe der Lichter hatte nirgends eine Beschädigung der Glühkörper zur Folge. Die Lebensdauer der Glühkörper ist eine ganz außerordentliche, und es liegen Fälle vor, die eine Gebrauchsdauer von über 10 000 Betriebsstunden nachweisen.

Welchen Vorteil die Verwendung von hängendem Gasglühlicht gegenüber der offenen Flamme hat, zeigt die nachstehende Tabelle.

Die zuletzt angegebenen Werte sind solche mit offenen Azetylenflammen.

Auch bei diesem Gas wäre die Anwendung von Glühlicht von großem Vorteil, aber es ist bisher nicht gelungen, Glühkörper anzufertigen, die den hohen Anforderungen, welche besonders auf Bojen bezüglich der Haltbarkeit gestellt werden müssen, zu entsprechen. Der Grund für die schnelle Zerstörung der Glühkörper liegt einerseits in der hohen Verbrennungstemperatur des Azetylens, andererseits in einer eigenartigen Einwirkung der Flamme auf die Gewebe der Glühkörper besonders an der Stelle, die dem Brennerrand am nächsten liegt und an der fast stets zuerst der Bruch des Glühkörpers auftritt.

Das Azetylen ist dort am Platze, wo der Preis des Karbids ein verhältnismäßig niedriger ist, wie in Schweden, Kanada und anderen Ländern, so daß die mit einem bestimmten Geldaufwand erzielte Leuchtkraft billiger ist, als bei Verwendung von Ölgas oder Blaugas. Der Nachteil des Azetylens ist, daß es, in offener Flamme verbrannt, bei größeren Brennern zum Verrußen der feinen Düsenöffnungen führt. Diese Eigenschaft macht sich besonders dort bemerkbar, wo die Brenner entweder festes Licht oder doch längere Blinks zeigen sollen, so daß dann eine Wartung kaum zu vermeiden ist, die meist allerdings schon durch die täglich vorzunehmende Gasentwicklung notwendig wird.

Das in Azeton gelöste Azetylen (*A c e t y l e n d i s s o u s*) wird ebenfalls in Stahlflaschen transportiert, in denen es, in



	Verbrauch pro Stunde in l	Lichtstärke der freien Flamme in HK	Lichtstärken in HK bei Anwendung von dioptrischen Linsen mit			
			200 mm Durchm.	300 mm Durchm.	375 mm Durchm.	500 mm Durchm.
Ölgas im Argandbrenner von 18 mm Durchm.	33	7	55	80	95	145
Ölgas } hängendes Glühlicht	48	50	340	500	620	930
Blaugas } Gasdruck 400 mm WS	14	54	388	550	700	1070
Steinkohlengas	40	50	340	500	620	930
Azetylen im Flachbrenner	25	43	240	350	550	720

Azeton gelöst, unter Drücken von 10 bis 15 Atm. zum Versand kommt. Durch die Lösungsfähigkeit im Azeton, das in einer porösen Masse in den Stahlflaschen fein verteilt ist, wird es ermöglicht das 100 bis 130 fache des Flaschenvolumens an Azetylen in diesen aufzuspeichern. Dieses gelöste Azetylen hat den Vorzug größerer Reinheit als das direkt entwickelte, es eignet sich ebenfalls gut zum Transport nach entlegenen Stellen, jedoch ist sein höherer Preis, das höhere tote Gewicht der Gasbehälter sowie die Schwierigkeit des Füllens der Flaschen gegenüber dem Blaugas ein wesentlicher Hinderungsgrund für seine Einführung im Leuchtfeuerwesen. Dies gilt besonders dort, wo starke Lichter gebraucht werden und somit größere Gasverbrauche in Frage kommen.

Dieses Gas eignet sich besonders für Stellen, wo ein Feuer von geringem Gasverbrauch kurze Blitze zeigen soll. Für längere Blinke und festes Licht, die gerade bei kleinen Leuchtfeuern üblich sind, wird die Verwendung von gelöstem Azetylen meist durch den hohen Preis unwirtschaftlich gegenüber dem Ölgas- bzw. Blaugas-Glühlicht. Da die kurzen Blitze, wie am Anfang dieses Aufsatzes bereits erwähnt, vorteilhaft für die großen Feuer mit bedeutenden Lichtstärken reserviert bleiben, so ist das Gebiet für den Betrieb kleiner Feuer und Leuchtbojen mit Azetylen dissous beschränkt.

Eine Boje für gelöstes Azetylen nach den Ausführungen der Firma Pintsch zeigt die Fig. 27. In unten geschlossenen Rohren sog. Taschen im Bojenkörper sind 6 Stahlflaschen von je 30 l Rauminhalt eingesetzt, deren Gasinhalt bei Verwendung eines Azetylenbrenners von 14 l stündlichem Verbrauch und einer Lichterscheinung von 0,3 Sek. hell, 2,7 Sek. dunkel für ein volles Jahr ausreicht.

Bei allen erwähnten Gasarten werden die Lichtunterbrechungen bzw. die Lichterscheinungen automatisch durch den Gasdruck selbst erzeugt. Der Gasverbrauch in den Dunkelperioden muß dabei ein möglichst geringer sein, da während dieser Zeit keine Ausnutzung des Lichtwertes des Gases stattfindet. Bei Verwendung von Gasglühlicht ist wegen des Glühkörpers die kürzeste Zeit des Blinkes zu 1,5 Sek. anzunehmen. Für die Erzielung kürzerer Blitze von ca. 0,2 bis 0,5 Sek.



Dauer verwendet man hier zwei oder mehrere rotierende Linsen, die mittel eines sog. Membran-Motors durch den Druck des Gases in Umdrehung gesetzt und mit denen man ein-

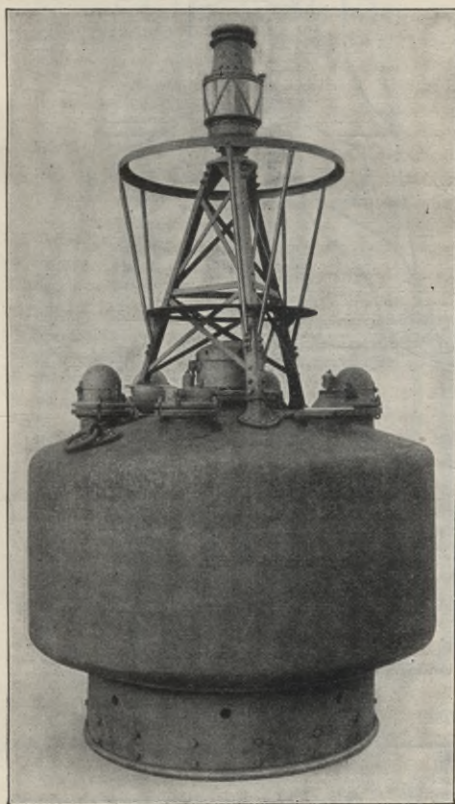


Fig. 27. Boje mit Azetylenflaschen Rußland.

oder mehrblitziges Licht von verhältnismäßig großer Leuchtkraft erreichen kann. Fig. 28 zeigt einen solchen Apparat im Schnitt. Der auf Fig. 29 dargestellte Apparat mit zwei Linsen von 115 mm Brennweite ergibt z. B. unter Verwendung eines Ölgas-Glühlicht-Brenners mit 18 l stündl. Verbrauch Blitze

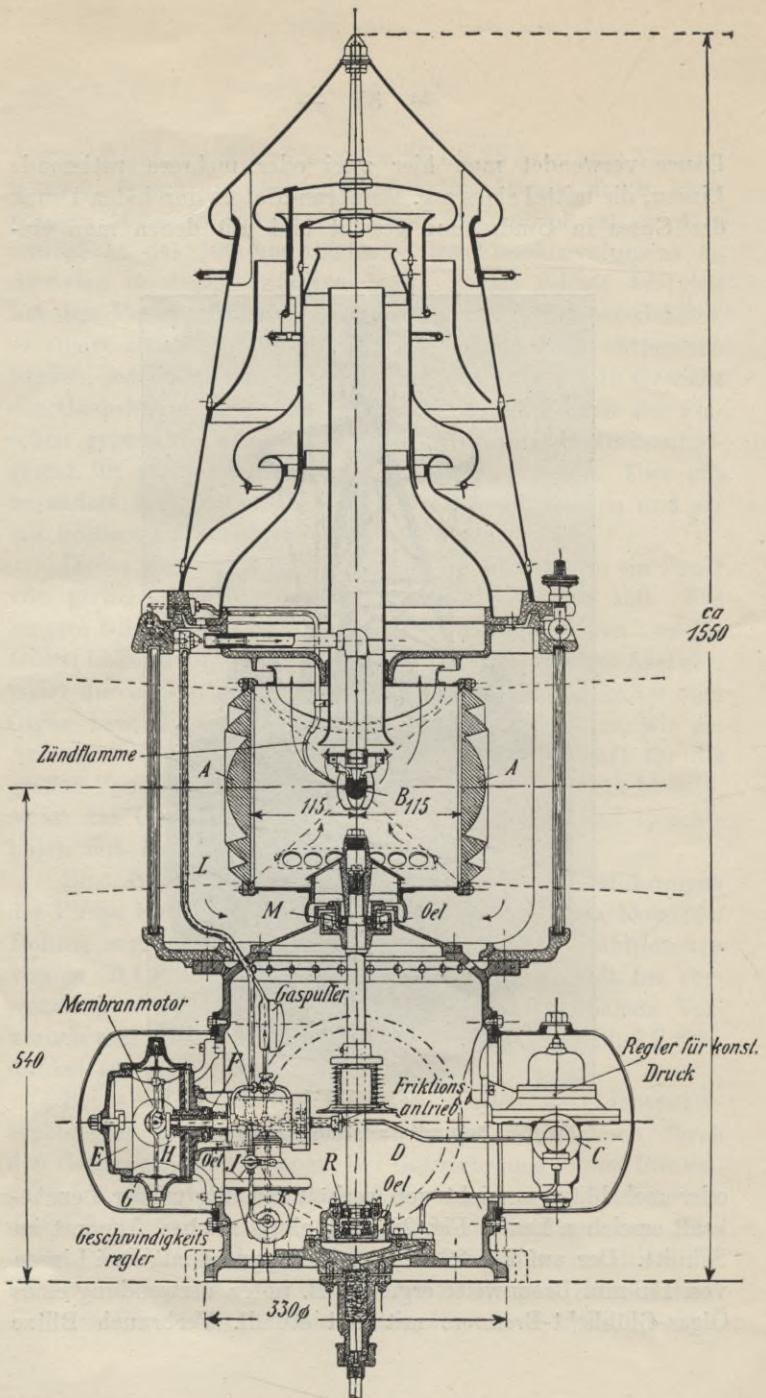


Fig. 28. Blitzfeuer-Apparat für Bojen und Baken mit Gasantrieb. (D. R. P.)



von ca. 2000 HK bei ca.  $12^{\circ}$  Streuung des Lichtkegels. Derartige Apparate z. B. mit vier Linsen wie Fig. 30 sind besonders vorteilhaft auch als Reserveapparate dort, wo ein

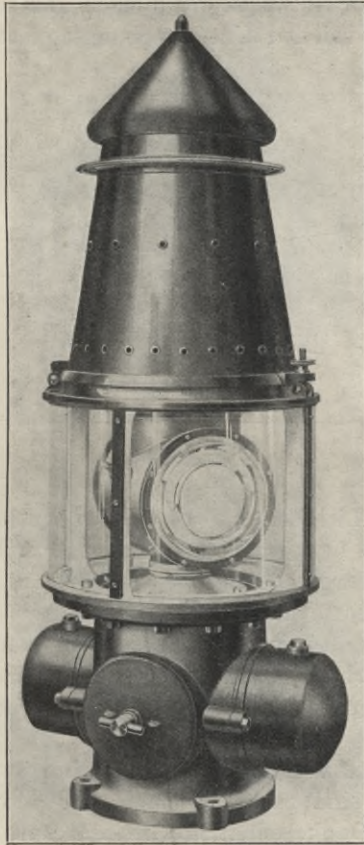


Fig. 29.

größerer Blitzfeuerapparat wegen Reparatur außer Betrieb ist, zu gebrauchen. Durch Abdecken einzelner der vier Linsen ist es leicht möglich, mit dem Apparat außer einblitzigem auch noch zwei- und dreiblitziges Licht zu erzeugen. Derartige

Apparate werden von der Firma Pintsch vorläufig mit Linsen bis zu 250 mm Brennweite geliefert wie Fig. 31 und ergeben Lichtblitze bis zu 15 000 HK bei Anwendung von hängendem Gasglühlicht.

Bei Azetylen ist wegen der offenen und schnell entzündlichen Flamme bei den Unterbrechungsapparaten durch den

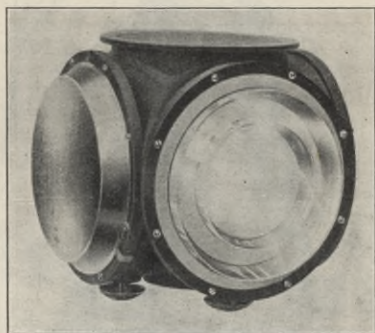


Fig. 30.

Gasdruck eine Lichtzeit bis 0,1 Sek. möglich, es wird aber meist wegen der besseren Beobachtung eine solche von mindestens 0,3 Sek. vorgezogen.

Diese Apparate für die Erzeugung der unterbrochenen Lichterscheinungen sind für Bojen so konstruiert, daß sie mit Sicherheit auch durch deren Bewegungen in schwerer See nicht in ihrer genauen Funktion gestört werden.

Die neuesten von der Firma Pintsch verwendeten Blinklicht-Apparate sind so eingerichtet, daß sowohl die Licht- als auch die Dunkelzeiten in Grenzen von 1,5 bis 20 Sek. von außen an den Laternen leicht eingestellt werden können.

#### **Automatische Zünd- und Löschuhren.**

Bei allen durch Gas betätigten Leucht-Apparaten, welche keine Wartung haben, wie z. B. bei Bojen und isoliert stehenden Baken, brannte das Licht früher sowohl in der Nacht als auch



am Tage. Schon vor einer Reihe von Jahren wurden Versuche angestellt, diese Lichter am Tage durch die Verwendung automatisch wirkender Apparate zu löschen. Neben Uhr-

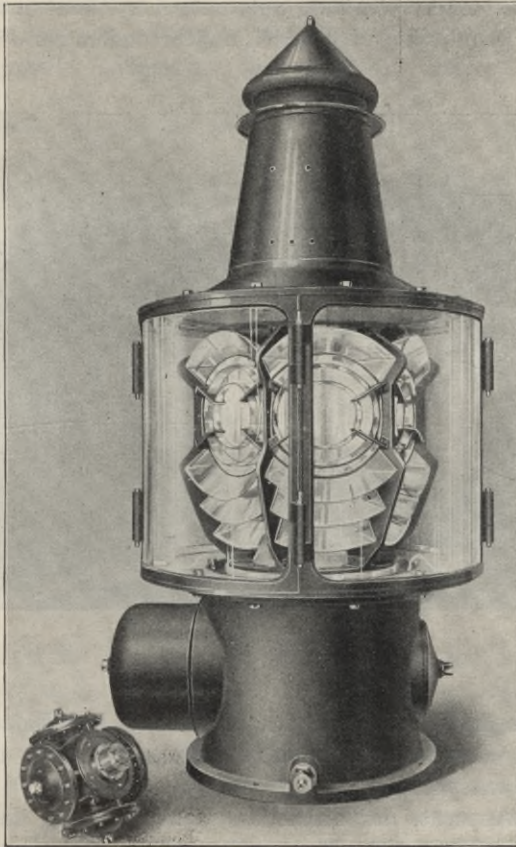


Fig. 31.

werken erschien das Selen besonders geeignet, wegen seiner Eigenschaft bei Belichtung einen anderen elektrischen Widerstand zu geben als in der Dunkelheit. Derartige Selenapparate wurden mehrfach angewendet, jedoch wurde ihre allgemeine

Einführung wegen ihres verhältnismäßig hohen Preises und wegen der Empfindlichkeit der Apparate verhindert. Außerdem wurde durch die Einführung des Glühlichtes an Stelle der offenen Flammen eine solch bedeutende Ersparnis an Gas erzielt, daß die Verwendung automatischer Zünd- und Löscheinrichtungen kaum lohnend erschien und besonders bei den Selen-

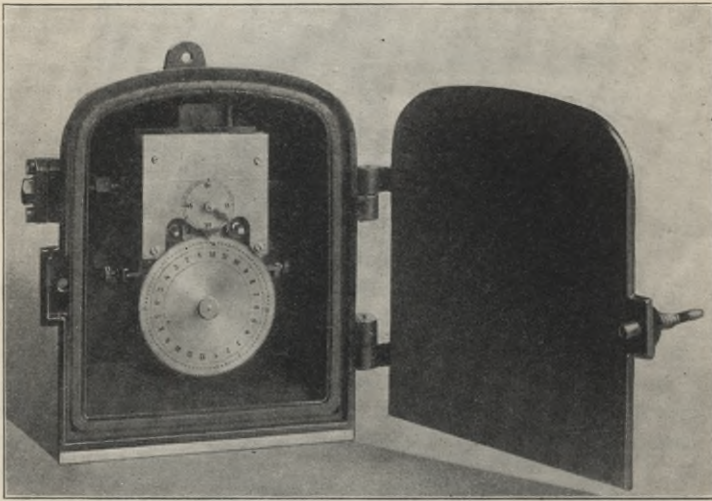


Fig. 32.

apparaten der jährliche Ersatz der elektrischen Batterie und derjenige der Selenzellen sich teurer stellte, als der Gasersparnis entsprach.

Ein Apparat, der durch die Wärmewirkung der Lichtstrahlen in Tätigkeit tritt, wird vielfach von einer schwedischen Firma empfohlen, um die verhältnismäßig hohen Betriebskosten der Leuchtfeuer beim Gebrauch von Acetylen dissous zu verringern. Auch diese Apparate sind ziemlich empfindlich und werden nur auf feststehenden Leuchtfeuern verwendet, während sie auf Bojen bisher nur versuchsweise gebraucht wurden.



Als die einfachsten Apparate für die automatische Betätigung haben sich Uhrwerke erwiesen, die in den letzten Jahren eine große Anwendung gefunden haben. Diese Uhrwerke werden je nach Wunsch mit verschiedener Gangzeit ausgeführt, und zwar von 14 Tagen, 6 Wochen und mit dauerndem Gang. Für die Gangzeit ist die Verwendungsstelle maßgebend, und die Zeit, während welcher das Licht wegen sonstiger Instandhaltung und Reinigung der

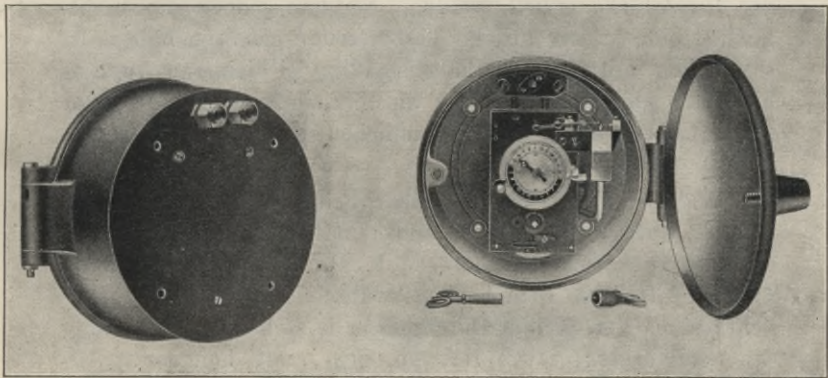


Fig. 33. Zünd- und Löschuhr für Seelaternen. Neues Modell.

Gläser kontrolliert werden soll. Die Uhrwerke mit dauerndem Gang werden durch einen kleinen Mechanismus stetig aufgezogen, der durch den Druck des Gases betätigt wird. Alle diese Uhrwerke haben Federtriebwerke mit Ankergang und erhalten daher kleine Abmessungen. Da sie in wasser- und luftdichten Gehäusen eingeschlossen und nicht empfindlich gegen Erschütterungen sind, können sie sowohl auf feststehenden Leuchtfeuern als auch Bojen Verwendung finden.

Fig. 32 u. 33 zeigen Abbildungen solcher Uhrwerke, bei denen die Stellscheiben zur Einstellung für die Zünd- und Löschzeiten deutlich zu erkennen sind. Wie derartige Uhrwerke in Verbindung mit Leuchtfeuern gebraucht werden, ist auch aus der Fig. 18 ersichtlich.

### Allgemeines.

Die moderne Entwicklung der verschiedenen Lichtquellen hat eine wesentliche Verschiebung in der Klassifizierung der Leuchtfeuer zur Folge gehabt, die früher durch die französische Leuchtfeuerverwaltung eingeführt wurde.

So lange als allgemeine Lichtquellen die Petroleum-Dochtlampen in Gebrauch waren, konnte mit einem bestimmten optischen Apparat nur in geringen Grenzen eine Änderung der Lichtstärke erzielt werden. Seitdem jedoch die Lichtquellen eine so wesentliche Verbesserung erfahren haben, ist es möglich, mit einem verhältnismäßig viel kleineren Apparat heute die gleiche Lichtstärke wie mit einem großen Apparat beim Gebrauch der früher üblichen gewöhnlichen Dochtlampen zu erzeugen.

Wie bedeutend die Verschiedenheiten in der Lichtstärke gleicher optischer Apparate sind, ergibt sich schon daraus, daß die spezifische Lichtstärke z. B. einer Eindochtlampe nur ca. 2 HK pro qcm beträgt, während ein Petroleumglühlichtbrenner von 30 mm Durchmesser in stehender Anordnung des Glühkörpers ca. 45 HK pro qcm, mit hängender Anordnung des Glühkörpers nach den neuesten Konstruktionen der Firma Julius Pintsch, A.-G., Berlin, z. B. ca. 50 HK pro qcm ergibt. Es ist anzunehmen, daß in der Beleuchtungstechnik bald noch andere, für Leuchtfeuer günstige Lichtquellen gefunden werden, da vorläufig für die Intensität der Glühlichtquellen eine theoretische Höchstgrenze nicht bekannt ist.

Bei internationalen Konkurrenzen empfiehlt sich deshalb, den Konstrukteuren von Leuchtfeuern nur die erforderlichen Unterlagen für die Charakteristik des Leuchtfeuers, die gewünschte Lichtstärke oder die Tragweite und die sonstigen Verhältnisse am Aufstellungsort anzugeben.

Auf Grund dieser Unterlagen kann dann jederzeit das Vorteilhafteste für den einzelnen Fall ermittelt und auch kalkuliert werden, welche Art des Betriebes für das betreffende Licht am wirtschaftlichsten ist. Es ist dann dem Konstrukteur





Gelegenheit gegeben, die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lichtquellen und auch der Leuchtfeuerapparate zu berücksichtigen, ohne an Konstruktionen älterer Art gebunden zu sein, deren hoher Preis für die Beschaffung ein Hindernisgrund sein könnte. Bei dieser Freiheit in der Bearbeitung von Projekten könnte eine ständige Entwicklung auf dem Gebiete der Leuchtfeuertechnik gefördert werden, die allen beteiligten Kreisen und besonders der deutschen Leuchtfeuer-Industrie nur von Nutzen sein würde.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31856

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298531