

wird die Umlaufzahl des Motors veränderlich gemacht, oder, wo dieses nicht angängig, die Luftzufuhr zu den Düsen verstellbar eingerichtet.

Letzteres erfolgt durch Verengung bzw. Erweiterung der Düsenöffnungen in der Weise, daß die Höhenlage eines entsprechend geformten Kegels verändert wird und zwar so, daß der freibleibende Düsenquerschnitt und die lichte Öffnung im Halse des Abzugrohres immer in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Die den Düsen zuzuführende Luft entnimmt der Ventilator dem Kesselhause oder einem Raume, der doch einer Entlüftung bedarf. Wenngleich der Rauch bei mechanisch beschickten Rosten und bei künstlichem Zuge infolge der größeren Zugstärke meist schon gering ist, wird bei dem indirekten Saugzugverfahren infolge der Rauchverdünnung durch die vom Ventilator kommende Frischluft die Rauchstärke noch weiter herabgemindert.

## 2. Kohlenstaubfeuerung.

Bei der Kohlenstaubfeuerung kommt der Brennstoff als fein gemahlener Staub in den Feuerungsraum und verbrennt hier ohne Rost. Der Kohlenstaub ist daher, ähnlich wie bei den nachfolgend beschriebenen Feuerungen für flüssige Brennstoffe, in fein zerteiltem Zustande und in inniger Berührung mit der Verbrennungsluft in den Feuerungsraum einzuführen. Die Kohle muß ferner so fein gemahlen sein, daß der Staub bis zu seiner vollständigen Verbrennung in der Schwebe gehalten werden kann, denn abgelagerter Staub kann infolge Luftmangels nicht mehr vollständig verbrennen. Die für die Entzündung des Staubes erforderliche hohe Temperatur im Verbrennungsraum wird durch Ummauerung mit feuerfesten Steinen — Wärmespeicher — unterhalten.

In bezug auf gute Ausnutzung des Brennstoffes und rauchlosen Betrieb arbeiten die Kohlenstaubfeuerungen sehr günstig. Nachteilig wirkt der Wärmeverbrauch für das Trocknen der Kohle, sowie der hohe Kraftaufwand für deren Vermahlung bis zur Staubfeinheit.

Letzterem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß die Kohlenstaubfeuerungen keine weite Verbreitung gefunden haben und daß Firmen wie z. B. Rich. Schwarzkopf, Berlin<sup>1)</sup>, die bereits eine größere Anzahl Kohlenstaubfeuerungen gebaut haben, den Vertrieb solcher Anlagen wieder fallen ließen. Da die Kohlenstaubfeuerung infolgedessen zurzeit in Deutschland als Kesselfeuerung nicht von Bedeutung ist, soll an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden.

## 3. Feuerungen für flüssige Brennstoffe.

Als flüssige Brennstoffe kommen Rohöl, Masut, Teer und Teeröl in Betracht. Rohöl und Teer werden häufig mit größerem Vorteil weiter verarbeitet und daher zur Kesselfeuerung seltener direkt verwendet.

Unter Masut versteht man die Rückstände der Rohölestillation; es ist eine schwarze und bei gewöhnlicher Temperatur zähflüssige, schwer entzündbare und, beim Brennen unter normalen Verhältnissen, stark qualmende Flüssigkeit von rund 10 000 WE unterem Heizwert. Zur Verfeuerung unter Dampfkesseln wird Masut daher vorgewärmt.

Teeröl ist ein Destillationsprodukt des Steinkohlenteers von rund 9000 WE unterem Heizwert; es ist schon bei gewöhnlicher Temperatur dünnflüssig, etwa wie Wasser; trotzdem wird es noch vorgewärmt und dringt dann durch die feinsten Öffnungen, was für die Zerstäubung günstig ist. Andererseits müssen die Rohre, durch welche es geleitet wird, besonders sorgfältig gedichtet werden, wozu sich Blei und komprimierter Asbest gut eignen.

Bei den Ölfeuerungen kommt es darauf an, daß der Brennstoff beim Eintritt in den Verbrennungsraum sehr fein zerteilt wird und in innige Berührung mit der Verbrennungsluft kommt, da andernfalls die Verbrennung unter starker Ruß- und Rauchbildung vor sich gehen würde. Bei den ursprünglichsten Formen der Ölfeuerung, den Herd-, Tropf- und Sickerfeuerungen, wurde dieser Forderung nicht genügend Rechnung getragen; daher sind sie auch als unbrauchbar wieder aufgegeben. Der Verbrennungsraum muß groß genug und zweckmäßig geformt sein, um Koksbildung zu vermeiden.

Die Herdfeuerung kommt heute nur noch beim Anheizen eines Kessels bis zur Druckbildung in Form

einer Anheizschale *S* (Fig. 332) zur Anwendung, weil dabei das Feuer nur kurze Zeit brennt und größere Schwankungen nicht vorkommen. Ist genügender Dampfdruck vorhanden, so werden die Anheizschalen entfernt

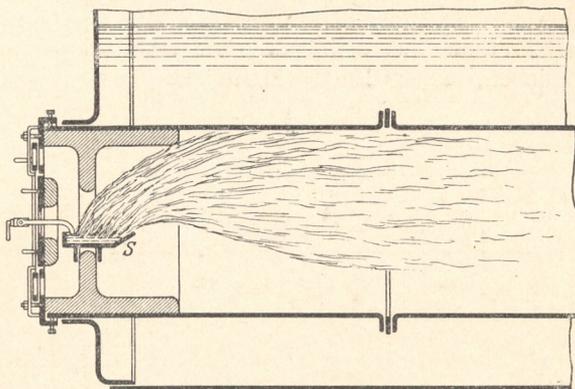


Fig. 332. Anheizschale für flüssige Brennstoffe.  
Ausführung: Gebr. Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

und die im folgenden beschriebenen Zerstäuber in Tätigkeit gesetzt. In einer Schale können 10 bis 15 kg Öl stündlich verbrannt werden.

Als Feuerungen für flüssige Brennstoffe hat man heute drei ungefähr gleichwertige Systeme:

- Einführung und Zerstäubung, indem das Heizöl selbst unter Druck gesetzt wird;
- indem das Heizöl durch Druckluft oder durch den Dampfstrahl eingeblasen wird.

<sup>1)</sup> Z. Ver. Deutsch. Ing. 1896, S. 432.

### A. Zerstäubung durch Druck.

Die vorherige Vergasung der flüssigen Brennstoffe kommt nur für die Beheizung von Glüh- und Schmelzöfen usw. in Betracht, während den Dampfkesselfeuerungen der Heizstoff stets direkt zugeführt wird.

Bei dem Körtingschen Zentrifugalzerstäuber wird das Heizöl durch eine eigenartige Düse, in welcher ihm eine Drehbewegung erteilt wird, in den Verbrennungsraum gespritzt, so daß es sich in demselben fein verteilt kegelförmig ausbreitet und bei seiner Entzündung eine

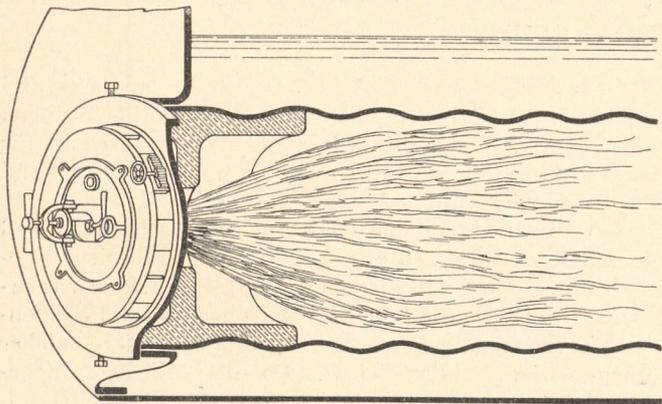


Fig. 333. Feuerung mit Zentrifugalzerstäuber und Trommelschieber. D. R. P.

Ausführung: Gebr. Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

sich weit ausdehnende Rundflamme gibt. Der Druck beträgt 4 bis 10 at und soll möglichst gleichmäßig sein, damit das Geräusch, welches bei stoßweisem Austreten des Öles entsteht, vermieden wird; deshalb ist ein Windkessel *W* (Fig. 334) in der Druckleitung anzuordnen.

Fig. 333 zeigt eine solche Feuerung, bei welcher die Zuströmung der Verbrennungsluft durch einen Trommelschieber geregelt wird. Die kurze Ausmauerung im Flammrohr soll weniger dem Schutze gegen Wärmewirkung der Flamme dienen, als die sofortige Wiederinbetriebsetzung bei etwaigen kurzen Unterbrechungen ermöglichen, da das Öl sich alsdann an der noch glühenden

Schamotteschicht entzündet. Die ganze Anlage einer solchen Feuerung ist in Fig. 334 abgebildet.

Die Zerstäubungseinrichtung entspricht derjenigen von Fig. 333. An Stelle der Trommelschieber sind hier jedoch für die Regelung der Verbrennungsluft Ringschieber verwendet, welche bei ihrer flacheren Bauart weniger in den Heizraum hineinragen, während erstere die Heizer besser vor der strahlenden Wärme schützen; mit *L* sind die Öffnungen für den Durchtritt der Luft bezeichnet. In dem Vorwärmer *SV* in der Saugleitung soll das Öl, wenn es bei niedriger Außentemperatur dickflüssig ist, so weit vorgewärmt werden, daß es den Pumpen nicht zu großen Widerstand bietet. Die Dampfpumpe *DP* arbeitet während des Betriebes; beim Anheizen des Kessels wird die Handpumpe *HP* bedient, wenn man dafür nicht Schalenfeuer (Fig. 332) oder Holz verwendet. Von der Pumpe fließt das Öl durch den Windkessel *W* und den Vorwärmer *DV*, in welchem es auf 160 bis 170° C, also bis auf seinen Siedepunkt oder darüber hinaus erwärmt wird, zu den Zentrifugalzerstäubern *Z*. In der Druckleitung befinden sich noch die Absperrhähne *A* und das Thermometer *T*, nach welchem die Vorwärmung in *DV* eingestellt wird. Durch die Rücklaufleitung *R* wird das von der Pumpe zu viel geförderte Öl in die Saugleitung zurückgeführt; das ist nötig, weil die Brennstoffzufuhr besser und genauer durch die Zerstäubungsdüse als durch die Pumpenleistung geregelt wird. Außerdem werden vielfach noch Filter in die Ölsaugleitung und Siebtöpfe in die Druckleitung eingebaut, um die im Öl enthaltenen Schmutzteilchen von den Düsen zurückzuhalten.

### B. Zerstäubung durch Druckluft.

Der in Fig. 335 im Schnitt gezeichnete Brenner ist für Teeröl gebaut. Dasselbe fließt durch das mittlere Rohr mit natürlichem Gefälle von den etwas höher aufgestellten Gefäßen zu. In die 4 mm weite, düsenförmige Mündung des Rohres ragt das kegelförmige Ende der Spindel hinein, welche zum Regeln und Abstellen des Ölzuflusses dient, so daß ein ringförmiger

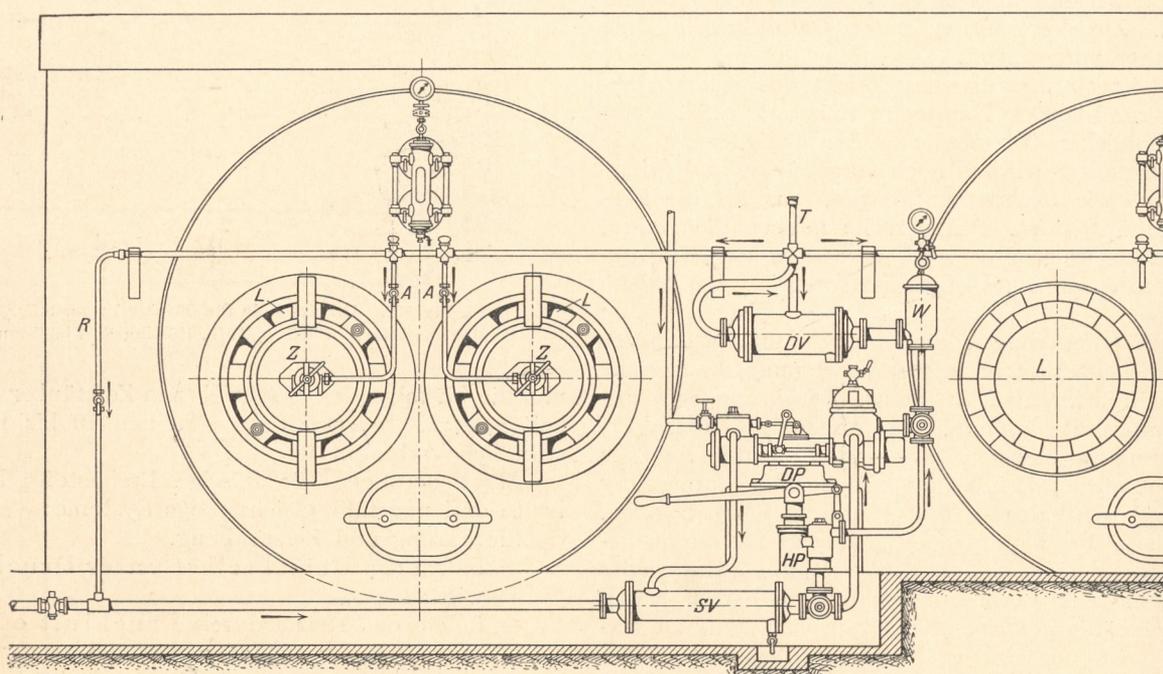


Fig. 334. Feuerungsanlage für Zentrifugalzerstäuber mit Ringschieber. D. R. P.

Ausführung: Gebr. Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

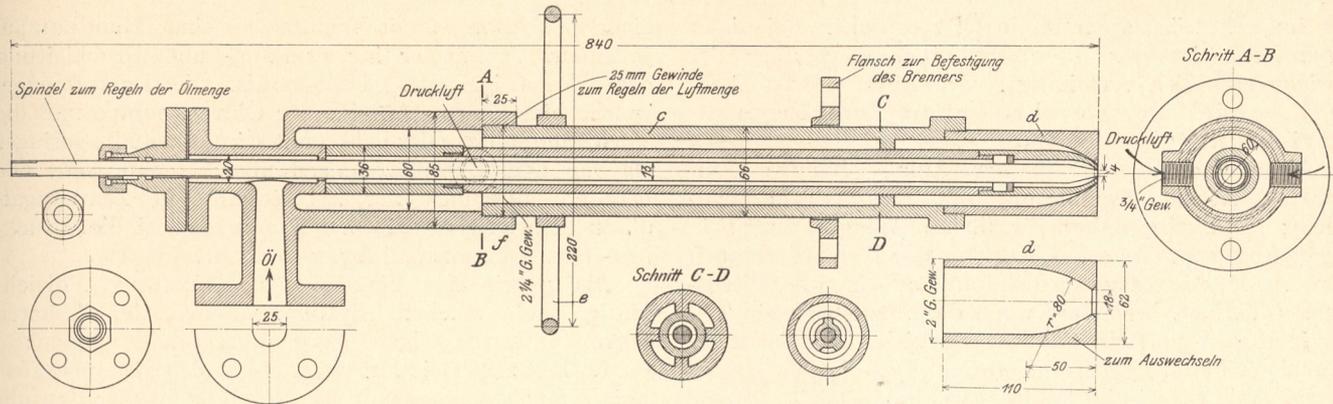


Fig. 335. Düse für Ölfeuerung mit Druckluftzerstäubung.  
Ausführung: Gesellschaft für Teerverwertung, m. b. H., Duisburg-Meiderich.

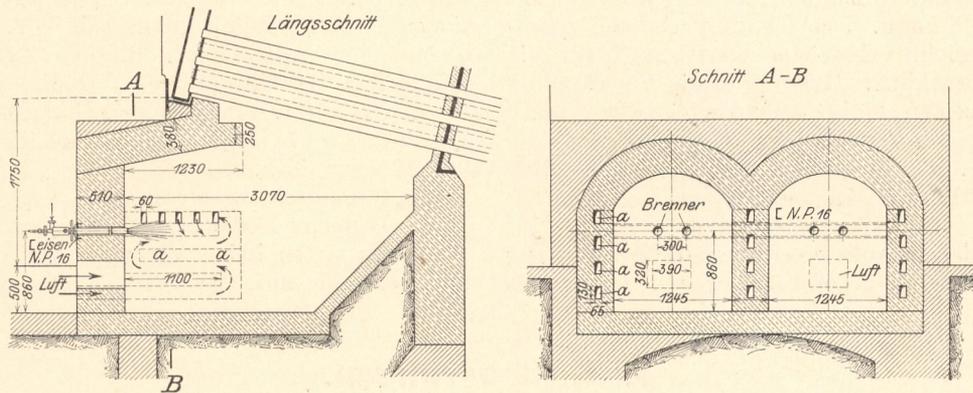


Fig. 336. Feuerung für Teeröl mit Druckluftzerstäubung.  
Ausführung: Gesellschaft für Teerverwertung, m. b. H., Duisburg-Meiderich.

Austrittsquerschnitt gebildet wird. Das innere ölführende Rohr ist von einem weiteren Rohr *c* umgeben, durch welches die Druckluft zugeführt wird. Das Mundstück *d* dieses Rohres ist zum Auswechseln eingerichtet und bildet mit demjenigen des ölführenden Rohres für den Durchtritt der Luft ebenfalls einen ringförmigen Querschnitt, welcher mittels Handrades *e* und Gewindes *f* eingestellt werden kann. Durch die mit großer Geschwindigkeit aus der Düse blasende Luft wird das schon in einem dünnen Strahl hervorspritzende Öl in äußerst feine Tröpfchen zerrissen, die sich gut mit der Verbrennungsluft mischen und somit schnell und vollständig verbrennen. Mit einem Brenner können 80 bis 100 kg Öl in 1 Std. zerstäubt werden. Der Druckluftverbrauch beträgt etwa 0,5 cbm, bezogen auf atmosphärische Spannung für 1 kg Öl, die Pressung 0,8 at. Sowohl das Teeröl wie die Druckluft werden zweckmäßig vorgewärmt. Die Vorwärmung der Luft hat infolge der Raumvergrößerung einen günstigen Einfluß auf den Druckluftverbrauch.

Eine Feuerungsanlage dieses Systems ist in Fig. 336 gezeichnet. Die eingeblasene Druckluft reicht natürlich nicht zur Verbrennung aus; es tritt daher Verbrennungsluft durch die unter dem Brenner liegende viereckige Öffnung und die im Mauerwerk angeordneten Kanäle *a* hinzu, in welchen letzteren die Luft vorgewärmt wird. Wenn auch durch Versuche ein besonderer Einfluß dieser Kanäle auf den Brennstoffverbrauch nicht nachgewiesen wurde, so dienen sie jedenfalls zur Abkühlung und damit zur Schonung des Mauerwerks.

### C. Zerstäubung durch den Dampfstrahl.

Der erforderliche Dampf wird in der Regel dem Betriebskessel entnommen und auf etwa 1,5 at Über-

druck gedrosselt. Die Zerstäubungsdüse wirkt ähnlich wie beim Druckluftzerstäuber, arbeitet jedoch mit geringerem Geräusch, besonders wenn letzterer auf ein Minimum des Luftverbrauches eingestellt ist und dabei die Verbrennung nicht ganz gleichmäßig vor sich geht.

Der flüssige Brennstoff fließt aus einem hochgelegenen Behälter, in welchem er durch eine Heizschlange auf

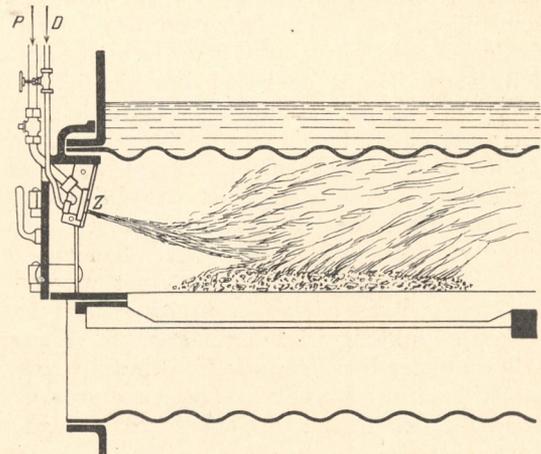


Fig. 337. Feuerung mit Dampfstrahlzerstäuber.  
Ausführung: Gebr. Körting, A.-G., Körtingsdorf b. Hannover.

60 bis 70° C vorgewärmt wird, der Düse zu. Der in Fig. 337 gezeichnete Dampfzerstäuber dient als Zusatz zu einer Steinkohlenfeuerung. Der Düse *Z* wird durch das Rohr *D* der Dampf, durch *P* das Heizöl zugeführt.

Eine Kombination des Druckluft- und Dampfzerstäubers wird ebenfalls von Gebr. Körting gebaut, indem der Dampfstrahl durch eine injektorartige Düse Luft ansaugt und dieses Dampf-Luftgemisch das aus

der inneren Düse austretende Öl zerstäubt. Bei dieser Anordnung ist der Dampfverbrauch gegenüber der vorigen erheblich vermindert.

Vergleich der beschriebenen Zerstäubungseinrichtungen.

Als einfachste und in der Anlage billigste Einrichtung ist die Zerstäubung mit Dampfstrahl anzusehen; sie dürfte daher für kleine Anlagen zuerst in Frage kommen. Dagegen bedeutet der Dampfverbrauch von 4 v. H. der erzeugten Dampfmenge einen beachtenswerten Verlust, besonders wenn damit zugleich ein Teil des in Kessel- und Maschinenanlage zirkulierenden Reinwassers verloren geht, der durch Destillation ersetzt werden müßte, wie im Schiffsmaschinenbetrieb auf See.

Diesen Nachteil vermeidet der Druckluftzerstäuber, der dafür einer eigenen Luftpumpe bedarf, wenn er nicht an eine schon vorhandene Druckluftanlage angeschlossen werden kann. Dem Dampfverbrauch gegenüber steht der nicht erhebliche Kraftbedarf für die Erzeugung der Druckluft. Dampf für die Vorwärmung des Öles ist in beiden Fällen aufzuwenden, kann aber kondensiert und somit dem Kreislauf des Wassers wieder zugeführt werden. Die Zerstäubung mit einem Gemisch von Dampf und Luft ist in der Beschaffung ebenfalls billig.

Die umfangreichste Anlage erfordert die Zerstäubung durch Druck; dieselbe besteht außer den Düsen aus

einer Druckpumpe mit Windkessel, einer Handpumpe, je einem Vorwärmer in der Saug- und Druckleitung des Öles (Fig. 334). Dagegen ist die Dampfmenge welche hier für den Antrieb der Öldruckpumpe und die Vorwärmung des Öles gebraucht wird, ebenfalls geringer als für den Dampfstrahlzerstäuber; dickflüssige Öle bereiten allerdings der Zerstäubung in Zentrifugaldüsen Schwierigkeiten, so daß man hierbei die Druckluft- oder Dampfzerstäubung vorzieht.

Als gemeinsame Vorzüge der Ölfeuerungen, gleichgültig nach welchem System, können den höheren Brennstoffkosten folgende gegenübergestellt werden:

1. Bessere Heizwertausnutzung des Brennstoffes. Bei Versuchen wurde durch Regelung der Luftzufuhr mit Kohlensäuregehalten von 16 bis 17 v. H., gemessen am Flammrohrende, gearbeitet und dabei mit Teeröl von 9000 WE eine 11,6fache Verdampfung, entsprechend einem Wirkungsgrade von mehr als 80 v. H. erzielt, wobei besonders zu beachten ist, daß diese Ziffern auch im gewöhnlichen Betriebe aufrecht erhalten werden können.

2. Geringere Raumbesprechung bei Lagerung der Vorräte; im Schiffsbetriebe erhebliche Vergrößerung des Aktionsradius.

3. Rauchfreie Verbrennung.

4. Bequeme Bedienung, Ersparnis an Heizpersonal.

5. Es treten keine Verbrennungsrückstände, Asche und Schlacke, auf, die fortzuschaffen wären.

## 4. Gasfeuerungen.

Bei Gasfeuerungen ist vor allem eine ununterbrochene und möglichst gleichmäßige Gaszuleitung zur Feuerung erforderlich, ferner eine mit feuerfesten Steinen ausgekleidete Verbrennungskammer, in welcher die Flamme die erforderliche hohe Temperatur erlangen kann, bevor sie die kalten Kesselwände berührt. Der ununterbrochene Gasstrom ist bedingt, damit das Feuer keine unerwartete Unterbrechung erfährt; denn anderenfalls würden sich die Kesselzüge infolge der Zugwirkung des Schornsteins beim Nachströmen von Gas mit einem Gas- und Luftgemisch füllen, das beim Anfachen des Feuers leicht zur Explosion gebracht werden könnte. Bei eventuellem Ausbleiben des Gases oder bei beabsichtigter Außerbetriebsetzung ist daher zunächst die Gasleitung abzusperrn und für genügende Entlüftung der Kesselzüge durch Ziehen des Rauchschiebers und Öffnen der Luftzuleitung Sorge zu tragen. Bei der Inbetriebsetzung wird nach Öffnen des Rauchschiebers und der Luftzuleitung zunächst ein Holz- oder Kohlenfeuer angezündet, bevor die Gasleitung geöffnet wird.\*

Das Koksofengas (siehe S. 16) wird nach Passieren der Lebenproduktengewinnungsanlage, soweit es nicht zur Bheizung der Koksöfen wieder benutzt werden muß, — uner Umständen bis 50 v. H. der Gesamtgasmenge — der Kessel- oder Gasmaschinenanlage usw. zugeführt.

### A. Koksofengasfeuerungen

von Eoppers zeigt Fig. 338. Das Gas wird durch eine Rohrleitung von 300 mm Durchmesser einer Batterie Zweiflammrohrkessel zugeführt, während die Abzweigung zu den einzelnen Feuerungen 1 1/2" Lichtweite hat. Die Zufuhr der Primärluft erfolgt durch Rundschieber in die Rohrleitung unmittelbar vor jeder Feuerung. Entweder wird auf den Rosten ein schwaches Kohlenfeuer unterhalten, um bei etwaiger Unterbrechung in der Gas-

zuleitung eine Sicherheit für die Entzündung der wieder-eintretenden Gase zu haben, oder es wird der Rost, wie gezeichnet, mit feuerfesten Steinen bedeckt, damit sich an dem Gitterwerk das einströmende Gas besser entzünden kann. Da die Gasflamme sehr intensiv wirkt, wird über dem Feuerherd, auch wenn nebenbei ein Kohlenfeuer unterhalten wird, ein Schutzbogen aus ff. Steinen aufgebaut.

Bei der Gasfeuerung, Bauart Terbeck (Fig. 339), wird an zwei Stellen Luft zugeführt. In das innere Brennrohr, welches mit einem Hartgußkopf *g* ausgerüstet und vor dem die Zündflamme *z* angeordnet ist, ragt die mit einem Ventil versehene Gasdüse, welche die Primärluft aus einer Reihe von seitlichen, durch den Ringschieber *b* einstellbaren Öffnungen ansaugt. Da diese Primärluft zur vollständigen Verbrennung der Gase nicht ausreicht, wird durch ein zweites konzentrisches Rohr *r*, das ebenfalls durch einen Ringschieber einstellbare Öffnungen besitzt, Sekundärluft zugeführt, die sich auf dem Wege bis zur Flamme vorwärmt. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß das Gas ohne Stiechflamme, also unter Schonung der Flammrohrwand und nahezu vollständig verbrennt. Bei Flammrohrkesseln normaler Größe werden für jedes Flammrohr 2 Düsen nebeneinander, bei Kesseln von größerer Heizfläche bis zu 6 Düsen im Kreise angeordnet. Bei Versuchen<sup>1)</sup>, welche mit dieser Feuerung an Flammrohrkesseln vorgenommen wurden, sind folgende Ergebnisse als Tagesdurchschnitt aus 2 Monaten erzielt worden.

Anzahl der gedrückten Koksöfen	Eingesetzte trockene Koks- oder Ruhrkohle t	Speisewasser Temperatur °C	Zugstärke im Fuchs mm W. S.	Temperatur im Fuchs °C	Wasserverdampfung		
					im ganzen cbm	in 1 Std. kg/qm	auf 1 t eingesetzte Kohle kg
32,0	265,5	60,7	13,5	221,0	157,5	14,3	600,0

<sup>1)</sup> „Glückauf“ 1909, Nr. 17.