

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 Heizerpersonal.

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

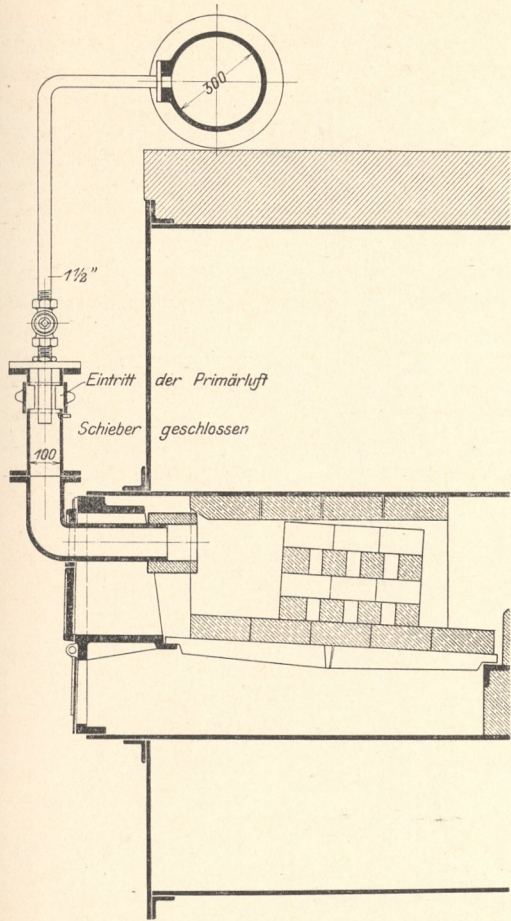
von Eoppers zeigt Fig. 338. Das Gas wird durch eine Rohrleitung von 300 mm Durchmesser einer Batterie Zweiflammrohrkessel zugeführt, während die Abzweigung zu den einzelnen Feuerungen  $1\frac{1}{2}$ " Lichtweite hat. Die Zufuhr der Primärluft erfolgt durch Rundschieber in die Rohrleitung unmittelbar 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.

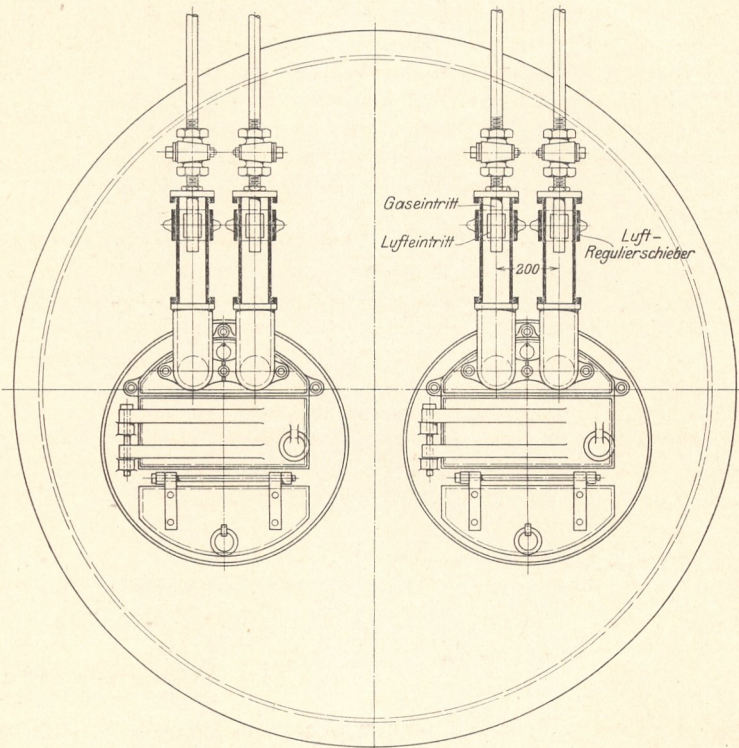
Bei der Gasfeuerung, Bauart Terbeck (Fig. 339), wird an zwei Stellen Luft zugeführt. In das innere Brennrohr, welches mit einem Hartgußkopf *g* ausgerüstet und vor dem die Zündflamme *z* angeordnet ist, ragt die mit einem Ventil versehene Gasdüse, welche die Primärluft aus einer Reihe von seitlichen, 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- kohle Ruhr- kohle t	Speise- wasser Temperatur ° C	Zug- stärke im Fuchs mm W. S.	Tempe- ratur im Fuchs ° C	Wasserverdampfung		
					im ganzen cbm	in 1 Std. kg/qm	auf 1 t einge- setzte 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.

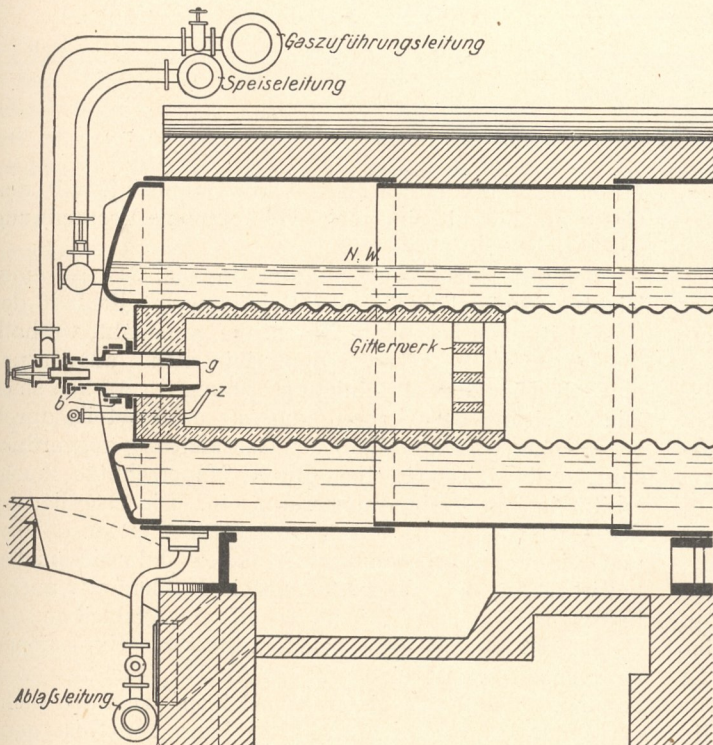


Längsschnitt.

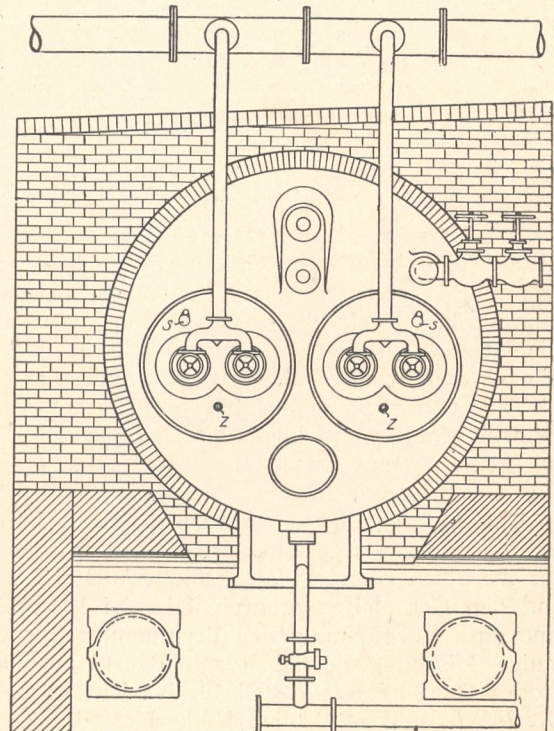


Vordere Ansicht.

Fig. 838. Koksofengasfeuerung.  
Ausführung: Heinrich Koppers, Essen a. d. Ruhr.

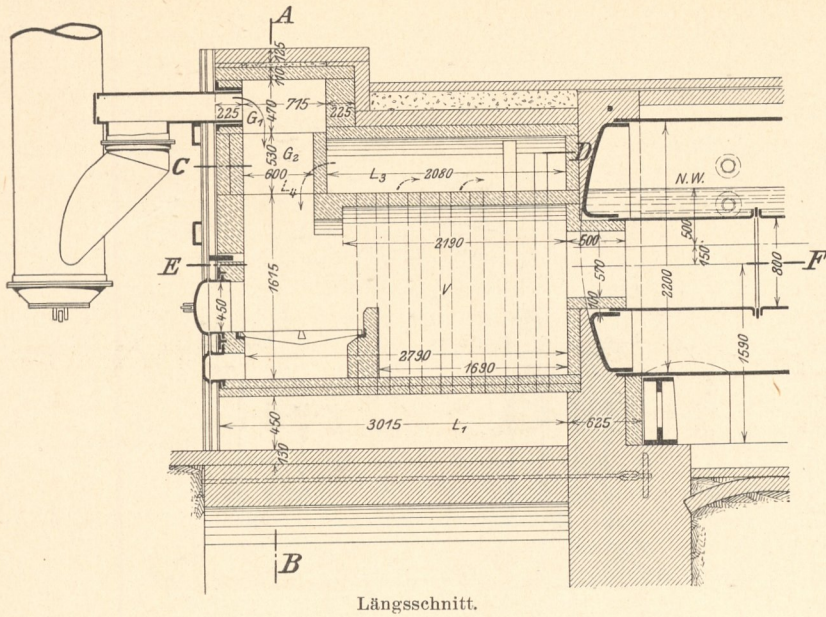


Längsschnitt.

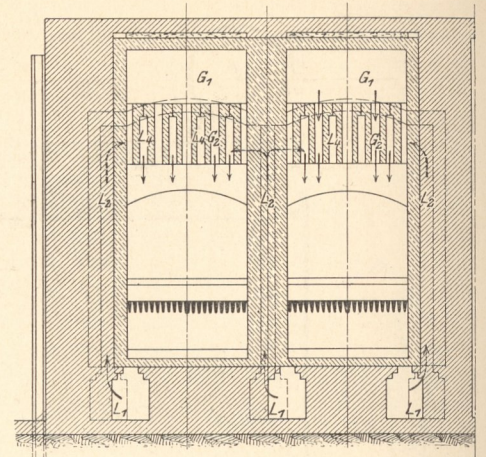


Vordere Ansicht.

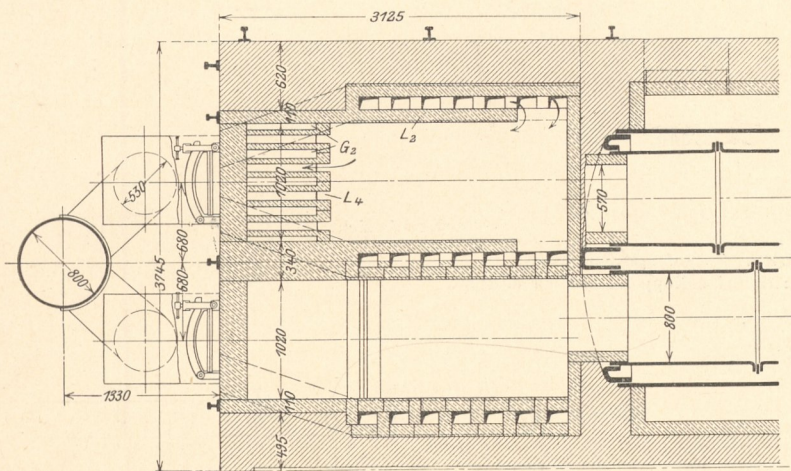
Fig. 839. Gasfeuerung. Bauart: Terbeck.  
Ausführung: Salau & Birkholz, Essen a. d. Ruhr.



Längsschnitt.

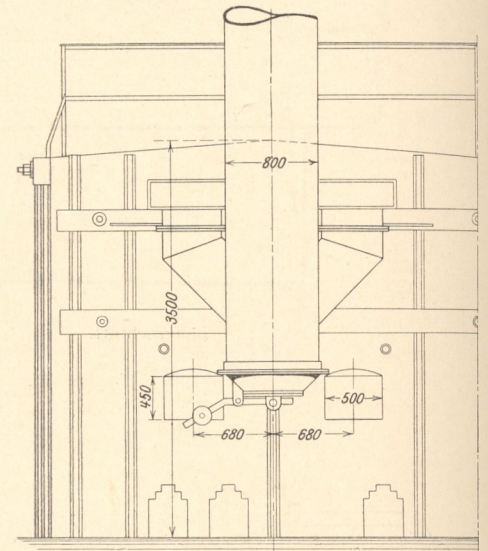


Schnitt A-B.



Schnitt C-D und E-F.

Fig. 340. Hochofengasfeuerung. Bauart: Dr.-Ing. Lürmann, Berlin.



Vordere Ansicht.

## B. Hochofengasfeuerungen.

Bei Kesseln, die mit Hochofengas beheizt werden, ist auf eine bequeme Reinigungsmöglichkeit der Verbrennungskammer und der Feuerzüge, besonders der Flammrohre, Rücksicht zu nehmen, da der sich schwere Gichtstaub, den die Gase mitführen, leicht ablagert und, je nach dem Staubgehalt der Gase, wenigstens alle 8 bis 14 Tage von der Innenheizfläche entfernt werden muß. Es wird daher empfohlen, das Gas vor der Zuleitung zur Feuerung auf wenigstens 0,1 bis 0,5 g Staub im cbm Gas zu reinigen.

Eine Hochofengasfeuerung, System Lürmann, ist in Fig. 340 dargestellt. Die Feuerung besitzt außer der vorderen Vorstellplatte mit den Reinigungstüren und den Gaszuleitungsrohren keinerlei Eisenteile. Auf eine gute Vorwärmung der Verbrennungsluft und eine innige Mischung derselben mit dem Hochofengas ist großes Gewicht gelegt. Die Luft zieht durch Kanäle  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  und schließlich hochehitzt durch  $L_4$ , während das Gas durch  $G_1$  und Schlitze  $G_2$  in eine geräumige Verbrennungskammer  $V$  geführt wird. Da Gas- und Luftschlitze untereinander abwechseln, ist eine innige

Mischung der vorgewärmten Verbrennungsluft mit den Gasen und damit eine recht vollkommene Verbrennung gewährleistet.

Bei der Hochofengasfeuerung in Fig. 341 ist einer leichten Zugänglichkeit und Reinigungsmöglichkeit der Gaszuleitungen besondere Beachtung geschenkt, weshalb die betreffenden Teile vor dem Heizerstand angeordnet und mit einer Anzahl Reinigungsöffnungen versehen sind. Die Zuleitung der Verbrennungsluft erfolgt teils durch enge Rohre, die innerhalb der Gaszuleitung angeordnet sind, teils tritt dieselbe durch Mauerschlitze hochehitzt in den Verbrennungsraum ein. Die Regulierung der Gasmenge wird durch senkrechte Plattenschieber und die der Verbrennungsluft durch Jalousieschieber bewirkt. Auf dem Planrost kann ein Kohlenfeuer unterhalten werden, um bei unverhofftem Ausbleiben des Gases und nachherigem Wiederzuströmen Explosionen zu vermeiden. Ist eine größere Anzahl Hochöfen vorhanden, so daß mit einem Ausbleiben der Gase nicht gerechnet zu werden braucht, so kann der Rost ganz entfallen, oder er wird mit ff. Steinen abgedeckt, um im Notfalle binnen kurzer Frist den Kessel mit Kohlen beheizen zu können.

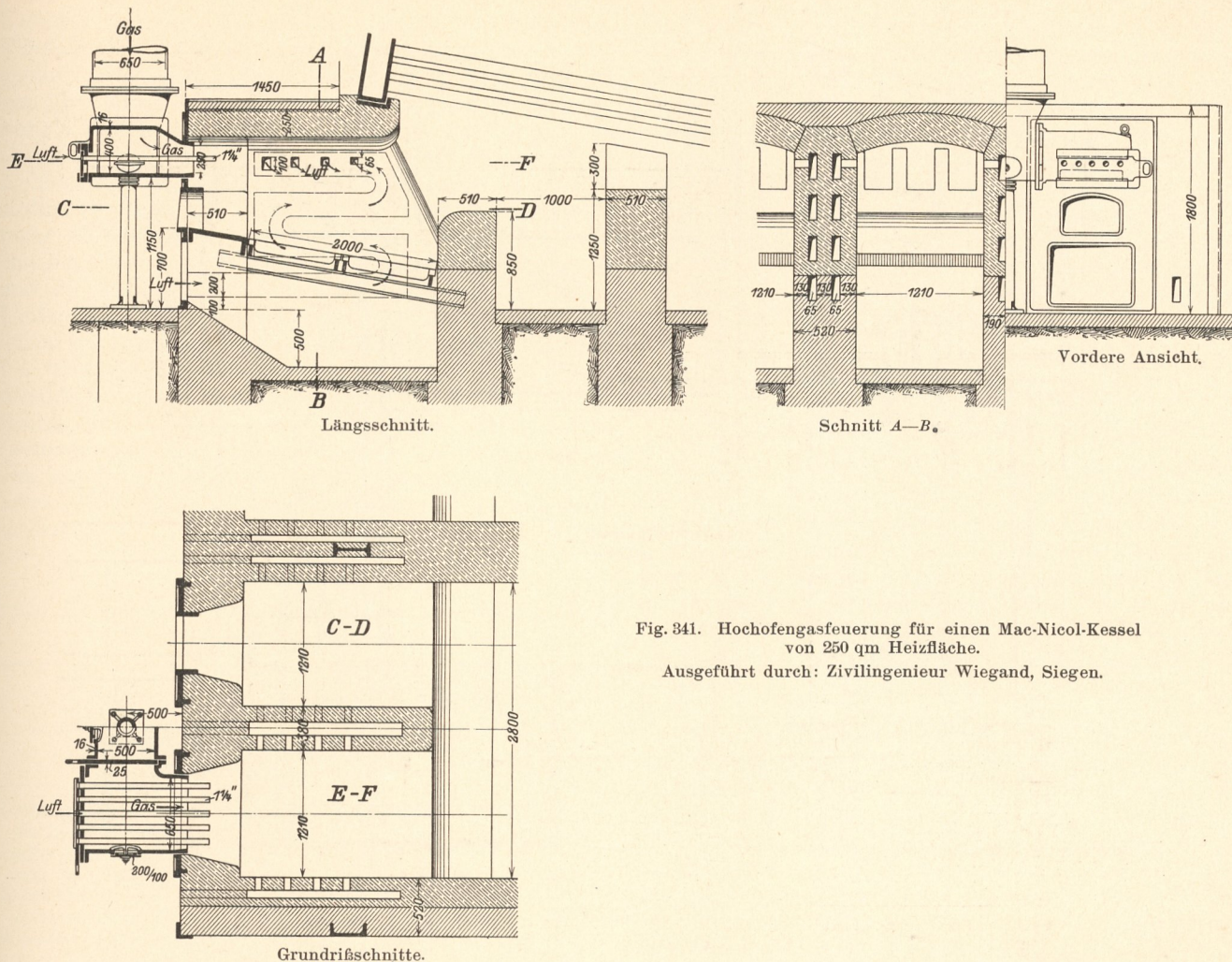


Fig. 341. Hochofengasfeuerung für einen Mac-Nicol-Kessel von 250 qm Heizfläche. Ausgeführt durch: Zivilingenieur Wiegand, Siegen.

**C. Generatorgasfeuerungen.**

Außer bei Hüttenbetrieben, in Martinöfen usw., ist es auch bei einigen anderen industriellen Feuerungen — beispielsweise der Glas- und Tonindustrie — erforderlich, den Brennstoff in Generatoren oder Regenerativfeuerungen zu vergasen, um eine möglichst gleichmäßige Temperatur und eine von schädlichen Beimengungen befreite Flamme zu erhalten, wobei es dann aber auf die Zusammensetzung und den Teergehalt der Gase, im Gegensatz zu den für Gasmaschinen bestimmten Gasen, nicht besonders ankommt.

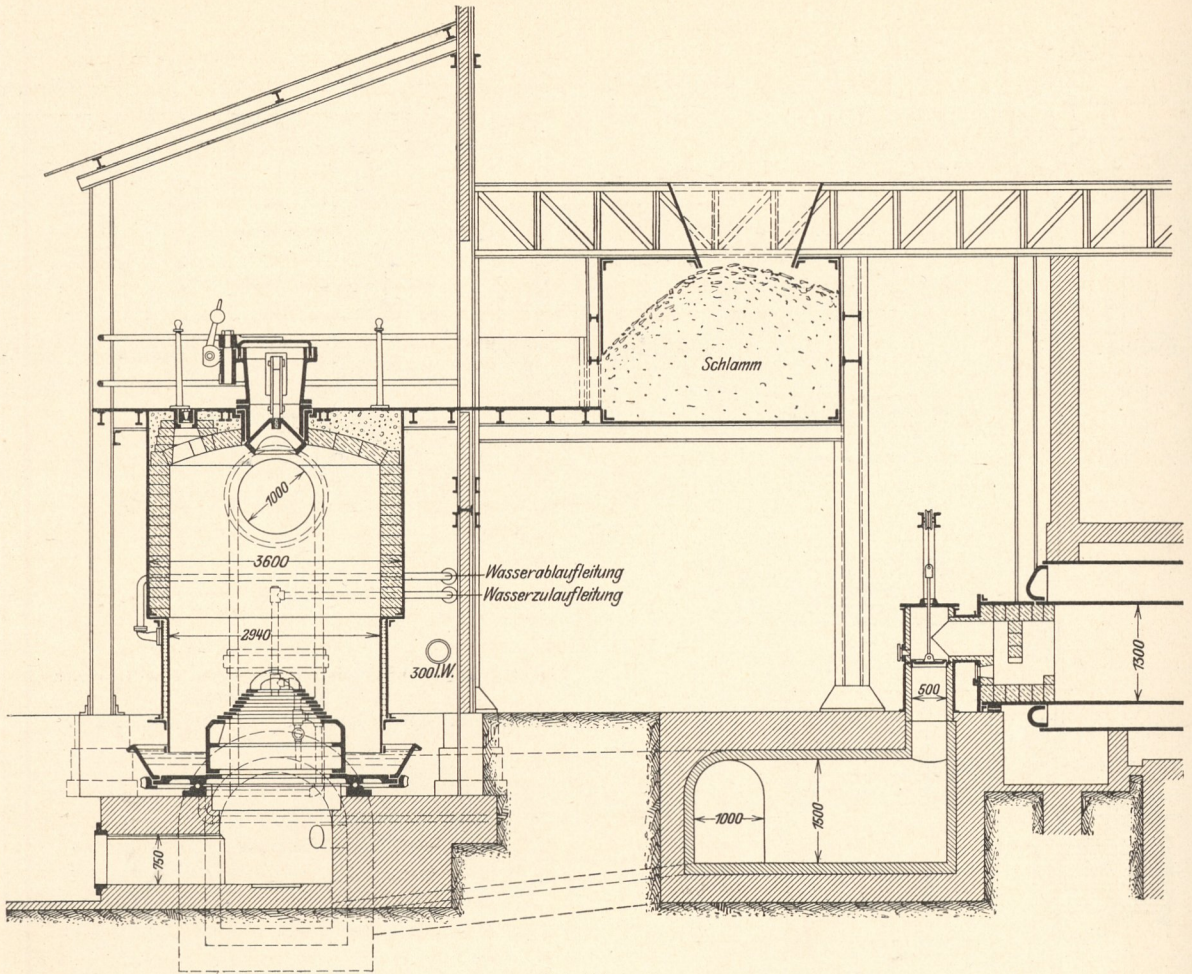
Die Möglichkeit der rauchfreien Verbrennung, die geringen Flugaschenablagerungen und damit ein dauernd guter Nutzeffekt der Kesselanlage lassen es wünschenswert erscheinen, die billigen minderwertigen Brennstoffe überhaupt erst in einem Generator zu vergasen, bevor sie dem Kessel zugeleitet werden. Für kleine Anlagen sind aber die Anschaffungskosten zu hoch und Wasser- und Kraftverbrauch zu groß im Verhältnis zu dem erzielbaren Vorteil, so daß derartige Anlagen nur für die besonderen Zwecke des Bergbaues zur Vergasung größerer Mengen von Klaub- und Waschbergen und von Kohlenschlamm in Betracht kommen, die in der Nähe des Betriebsortes lagern und sozusagen kostenlos zu haben sind. Die direkte Verfeuerung eines solchen Brennstoffes würde ein häufiges Öffnen der Feuertür für die Bedienung und Reinigung des Rostes erfordern und somit große Abkühlungsverluste und sonstige Nachteile bedingen, die bei der Gasfeuerung vermieden werden.

**Die Gasgeneratoren für Kohlenschlamm, Klaub- und Waschberge.**

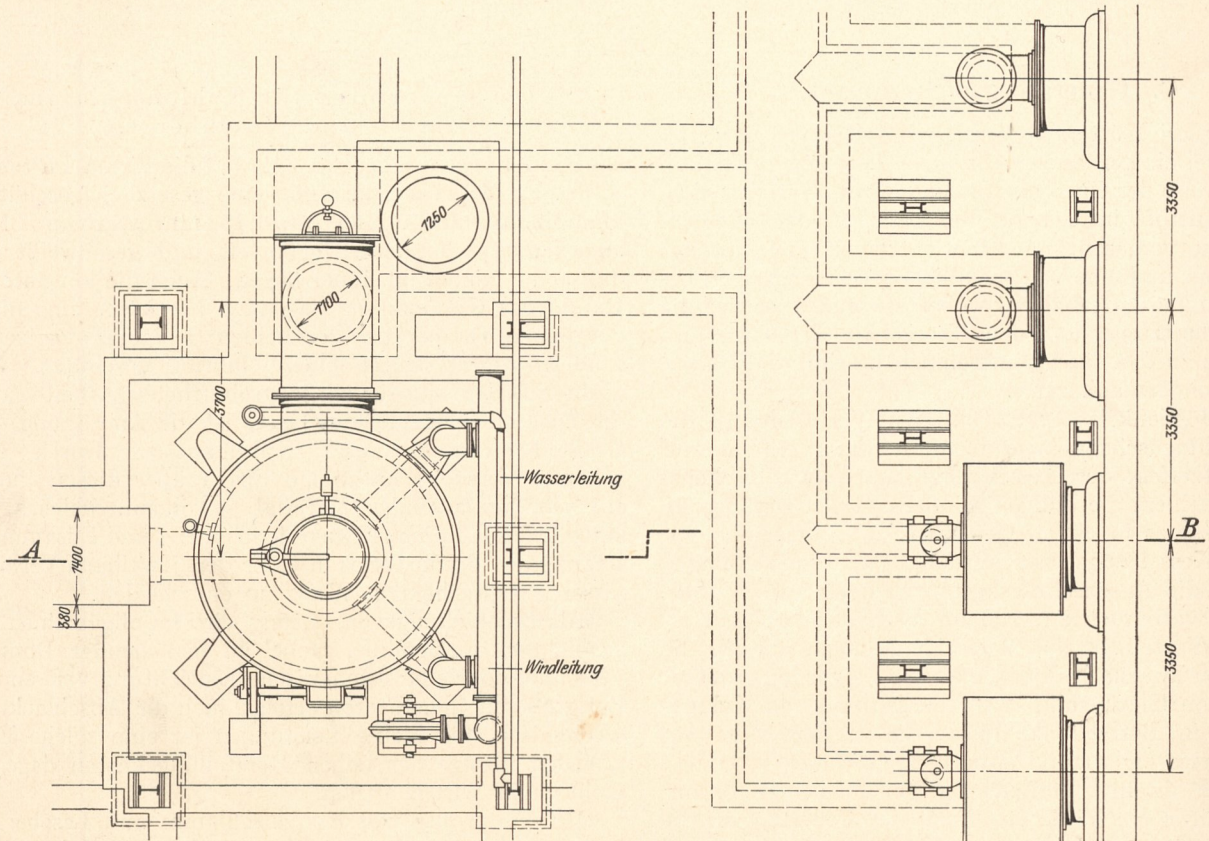
Bei dem Generator (Fig. 342) hat die Firma Thyssen & Co. in Mülheim a. Ruhr eine gesetzlich geschützte Mantelkonstruktion aus etwa 15 mm starkem Blech angewendet, die derart gebörtelt und geschweißt ist, daß keine Nieten im Feuer liegen. Auch die am unteren Rande des Kühlmantels liegenden Nietköpfe sind nicht der hohen Temperatur der heißen Schlacke ausgesetzt, sondern werden durch einen Gußring geschützt. Von größter Bedeutung für ein wirtschaftliches Arbeiten und die Zusammensetzung des Gases ist die Anordnung und Größenbemessung dieses Kühlmantels. Durch eingehende Versuche hat obige Firma über diesen Punkt ein sehr umfassendes Material gewonnen, welches gestattet, die Kühlmantelfrage je nach Art und Zusammensetzung des Brennstoffes in einer den jeweiligen Verhältnissen entsprechenden Weise zu entscheiden.

Als Beschickungsvorrichtung wird im allgemeinen ein gasdichter, durch einen Hebel zu bedienender Doppelverschluß oder eine mechanische Einrichtung verwendet. Bei größeren Generatoren erfolgt auch die Abschlackung mechanisch, für kleine Leistungen ist eine solche Einrichtung infolge der hohen Herstellungskosten dagegen nicht mehr wirtschaftlich.

Bei Vergasung von Kohlenschlamm und Lesebergen können aus den Generatorgasen Nebenprodukte, insbesondere Ammoniumsulfat, gewonnen werden. In einer Anlage, die mehr als 50 bis 60 t Kohle, entsprechend 90 t



Schnitt A—B.



Grundriß.

Fig. 342. Gasgenerator mit mechanischer Entschlackung zur Entgasung von Kohlschlamm, Klaube- und Waschbergen.  
Ausführung: Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.

Kohlenschlamm, vergast, ergibt nach Angabe der Firma Thyssen die Ausbeute an Ammoniumsulfat pro t vergaster, guter, d. h. verkaufsfähiger Kohle einen Erlös von über Mk. 4.—, wovon etwa 50 v. H. durch Abschreibung, Verzinsung und Betriebskosten der kompletten Generatoranlage aufgezehrt werden. Bei Vergasung von Kohlenschlamm und ähnlichen minderwertigen Brennstoffen wird hier also allein der Verkaufswert des Ammoniaks die Kosten für den Brennstoff einschließlich Verzinsung decken, so daß die gesamte erzeugte Gasmenge und die daraus gewonnene Arbeit sich fast in vollem Umfange als Reingewinn darstellt. Bei der durchschnittlichen Zusammensetzung des Kohlenschlammes wird für 1 t stündlich vergastem Material außer den Nebenprodukten eine Arbeitsleistung von etwa 1000 PS im Gasmaschinenzylinder gewonnen. Über entsprechende Leitungsversuche an Dampfkesseln — Seitwellrohrkessel von je 100 qm Heizfläche —, die im gewöhnlichen Dauerbetriebe erzielt wurden, gibt nachstehende Tabelle Aufschluß.

Zahlentafel Nr. 55

betr. Leistungsversuche an Generatoren, Fig. 342, Bauart Thyssen & Co.

Art des Brennstoffes	Versuch I. Kohlenschlamm und Leseberge zu gleichen Teilen gemischt	Versuch II. Kohlenschlamm	Versuch III. Kohlenschlamm 75 v. H. Waschberge 25 v. H.
Aschengehalt des Schlammes in . . . v. H.	25—30	30	25—30
Aschengehalt der Lese- und Waschberge . . . "	60		70
Wassergehalt des Schlammes . . . . . "	30—40	30—40	30
Wassergehalt der Lese- und Waschberge . . . "	4		10
für 1 Std. und auf 1 qm Heizfläche verdampfte Wassermenge in kg	12	11,4	7,1
für 1 kg Brennstoff erzeugte Dampfmenge . . . "	3,5	4,1	2,6
Dampfspannung in . . . at	9	8	8
Gasanalyse in . . . v. H. CO <sub>2</sub>	6—8	6—8	8—10
" CO	18—22	18—20	16
" H	14	12—13	14
Heizwert für 1 cbm Gas in . . . . . WE	1000	1000	900
Gasdruck am Generator in . . . mm W. S.	25—30	25—30	25—30
Dampfspannung am Generator in . . . . . at	1	1	1
Abgasanalyse in . . v. H. CO <sub>2</sub>	12—17	12—17	12—14
" CO	0,0	0,0	0,0
" H	0,0	0,0	0,0
Temperatur des Generatorgases ca. ° C	600	600	560
Unterdruck im Kamin in . . . . . mm W. S.	15	15	15
Temperatur des Speisewassers (Kühlwasser des Generators) in . . ° C	40	35	45

Bei direkter Verwendung des Schlammes zur Kesselheizung und Ausnutzung des Dampfes in Dampfmaschinen oder Dampfturbinen würde mit der gleichen Brennstoffmenge auch bei den modernsten Anlagen nur etwa die Hälfte der mittels Generatoren und Gasmaschinen erzielten Energie ausnutzbar sein, während die wertvollen Nebenprodukte vollständig verloren gingen. Die im Generator gewonnene Gasmenge, die nach obigen Ausführungen für etwa 1000 PS ausreicht, stellt, vermöge ihres Heizwertes, einen Wert von etwa

Mk. 3.50 dar, wenn man als Grundlage den Preis der in einer Tonne Kohlen enthaltenen Wärmemenge benutzt. Die Vergasung von Kohlenschlamm, Klaub- und Waschbergen und ähnlichen Abfallprodukten des Bergbaues in Generatoranlagen gibt somit die Möglichkeit, mechanische bzw. elektrische Energie zu außerordentlich niedrigen Selbstkosten zu erzeugen.

Während der Betrieb der Einzelgeneratoren sich im allgemeinen in der Weise vollzieht, daß die in Gas umgesetzten Brennstoffmengen bei fortdauernder Gas-erzeugung in gewissen Zeiträumen durch frischen Brennstoff ersetzt werden, sind bei dem

#### Ringgenerator von Jahns, D. R. P. Nr. 144 826 und 147 061 (Fig. 343)

mehrere miteinander durch Kanäle zu einem Ring verbundene Generatorkammern derart angeordnet, daß immer mindestens eine Kammer, in höchster Glut stehend, die Gase der in der Entgasung befindlichen Kammern aufnimmt und ableitet, und zwar so lange, als ihr Brennstoffgehalt es gestattet. Ist dieser nicht mehr ausreichend, so tritt die ihr vorgeschaltete Kammer, die inzwischen entsprechend entgast oder vorbereitet ist, an ihre Stelle, und die ausgebrannte Kammer wird neu gefüllt.

Dieser Vorgang setzt sich im Ring fort und erzeugt, weil die Kammern abwechselnd beschickt und ohne Nachfüllen ent- und vergast werden, Gase von großer Gleichmäßigkeit und Reinheit, während andererseits bei Einzelgeneratoren mit periodischer Beschickung die Zusammensetzung der Gase zwischen solchen mit größerem und geringerem Teergehalt schwankt. Durch zweckentsprechende Anbringung von Dampfstrahlgebläsen in den Mittelkanälen ist es ferner angängig, den Unterdruck der in der Entgasung stehenden Kammer zu erhöhen und dadurch die Entgasung zu beschleunigen.

Obige Eigenschaften befähigen den Jahnschen Ringgenerator zur Vergasung einer schiefer- und schlackenreichen stark bituminösen Kohle, da infolge Anordnung der Ringkammern Asche und Schlacke nicht während der Vergasung entfernt zu werden brauchen. Die Rückstände sollen vielmehr erst nach erfolgtem Ausbrand in den Aschenfall gestoßen und danach die betreffende Kammer neu beschickt werden, worauf der Kreislauf des Verfahrens wieder beginnt.

#### D. Grubengasfeuerung.

Eine Feuerung für Grubengas (siehe S. 17) an einem Zweiflammrohrkessel von 75 qm Heizfläche ist in Fig. 344 gezeichnet. Das Gas, für vorliegende Ausführung fast reines Grubengas CH<sub>4</sub> mit etwa 8 v. H. N und Spuren von O, wird der Vorfeuerung zentrisch zugeführt. Die Zufuhr der Verbrennungsluft erfolgt in der Mitte sowie im oberen Teile der Vorkammerstirnwand durch Regulierrschieber. Die gezeichnete Feuerung hat ausgezeichnete Resultate ergeben, indem bei einer Kesselbeanspruchung von 40 kg auf 1 qm Heizfläche in 1 Stunde die Temperatur der Abgase, hinter dem Kessel gemessen, nur 280° C betrug. Das Gas, welches der Kesselanlage durch eine 1500 m lange Leitung zugeführt wird, steht am Bohrloch der Grube Frankenholtz bei Mittelbexbach in etwa 500 m Teufe unter einem Druck von ~12 at.

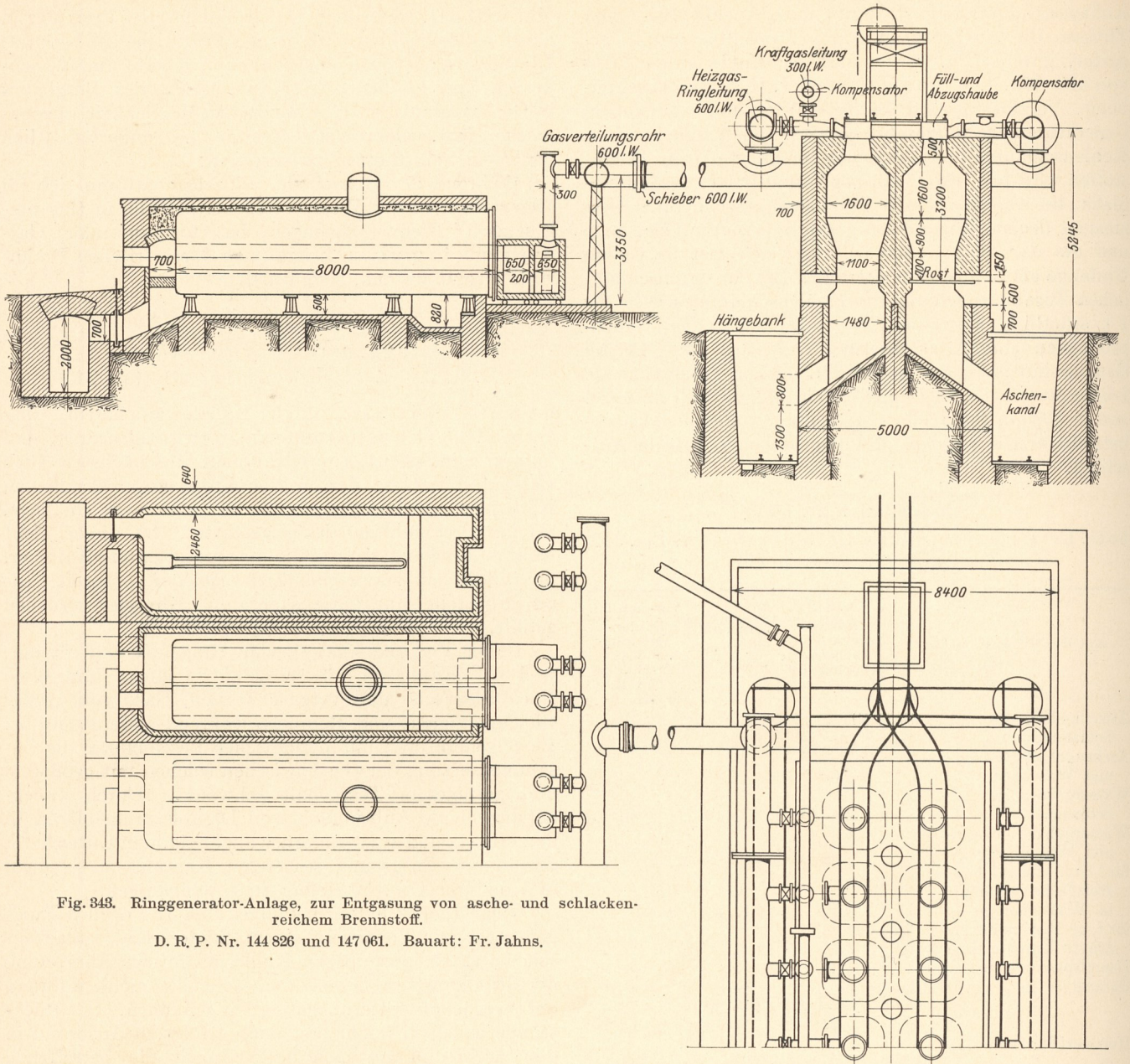
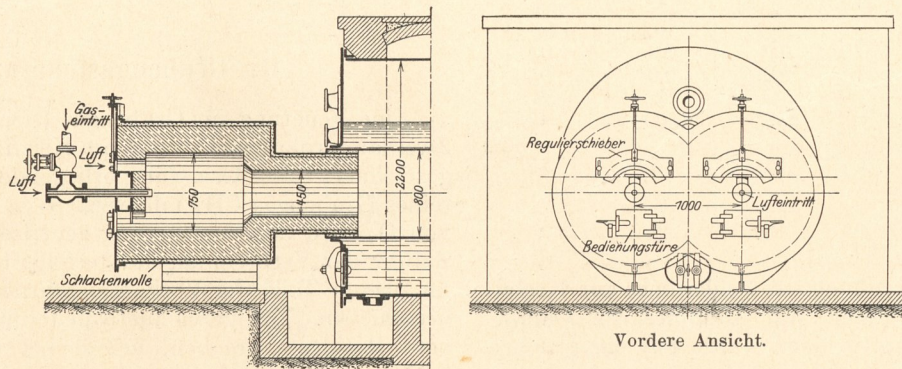


Fig. 343. Ringgenerator-Anlage, zur Entgasung von asche- und schlackenreichem Brennstoff.  
D. R. P. Nr. 144 826 und 147 061. Bauart: Fr. Jahns.



Längsschnitt.

Fig. 344. Feuerung zur Verbrennung von Grubengas.  
Ausführung: Dinglersche Maschinenfabrik, A.-G., Zweibrücken.