

O. A. Essich

Die Ölfeuerungstechnik

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage

herausgegeben von

Dipl.-Ing. H. Schönian u. Dr.-Ing. G. Brandstätter

Mit 253 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1927

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

ISBN-13: 978-3-642-89215-8 e-ISBN-13: 978-3-642-91071-5

DOI: 10.1007/978-3-642-91071-5

Copyright 1921 by Julius Springer in Berlin.

Reprint of the original edition 1921

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Ölfeuerungstechnik, in den Rohöl erzeugenden Ländern so alt wie die Ölgewinnung selbst, hat im 19. Jahrhundert äußerst langsame Fortschritte gemacht. Dies lag vor allem daran, daß der Ölpreis sehr niedrig war und infolgedessen selbst technisch unvollkommene Feuerungen immer noch wirtschaftlich wettbewerbsfähig waren. Dies wurde erst anders, als sich die Ölfeuerung auch in denjenigen Ländern einführte, welche selbst kein Rohöl erzeugten. Wenn auch dort, speziell in Deutschland, als Ersatz Steinkohlenteeröle und andere ähnliche Öle zur Verfügung standen, so war doch die Menge derselben nicht so groß, daß die rasch wachsende Nachfrage den Preis nicht in die Höhe getrieben hätte. Dieser Preis ließ zwar in vielen Fällen noch eine wirtschaftliche Anwendung der Ölfeuerung zu, er führte aber dazu, daß, während in den Rohölländern auf geringen Ölverbrauch vielfach überhaupt kein Wert gelegt wurde, wenn nur die Feuerung selbst einfach und billig war und zuverlässig arbeitete, in den rohölarmen Ländern, speziell Deutschland, von der Feuerung außerdem verlangt wurde, daß der Brennstoff höchstmöglich ausgenutzt würde und die Zerstäubungseinrichtung möglichst geringe Betriebskosten verursache. Die deutsche Ölfeuerungsindustrie hat sich diesen Forderungen rasch angepaßt und Konstruktionen herausgebracht, die zum Teil mit Pressungen bis herab zu 150 und 100 mm WS. arbeiten, also mit in vielen Betrieben vorhandenen Schmiedeventilatoren betrieben werden können und den Brennstoff gut zerstäuben und mit geringstem Luftüberschuß verbrennen. Diese Erfolge haben denn auch dazu beigetragen, daß sich die Ölfeuerung rasch in vielen Betrieben einführte, und es ist über Ölfeuerungsanlagen in einer Reihe deutscher Zeitschriften und sonstigen Einzeldarstellungen eingehend berichtet worden. Eine zusammenhängende, ausführliche und zeitgemäße Darstellung des heutigen Standes der Ölfeuerungstechnik fehlte jedoch bisher. Ich habe es mir daher zur Aufgabe gemacht, in vorliegendem Buche die Lücke auszufüllen, und habe diese Aufgabe für um so wichtiger gehalten, als zurzeit Versuche im Gange sind, den wichtigsten aller Brennstoffe, die Kohle, in wirtschaftlicher Weise durch Anreicherung mit Wasserstoff auf chemischem Wege zu verflüssigen. Mit der Erreichung dieses Zieles würde die Ölfeuerungstechnik zum wichtigsten Teil der Feuerungstechnik überhaupt.

Die theoretischen Erörterungen der vorliegenden Arbeit beruhen teils auf in der Praxis beim Bau von Ölfeuerungsanlagen gesammelten Erfahrungen, teils auf besonders hierzu angestellten Versuchen. Dasselbe gilt von vielen der wiedergegebenen Ofen- und Düsenkonstruktionen. Im übrigen habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, aus den wichtigsten Einzelveröffentlichungen in den technischen Zeitschriften der letzten Jahre (insbesondere »Feuerungstechnik«, »Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb«, »Glückauf«, »Petroleum«, »Stahl und Eisen«) das für die Allgemeinheit Wissenswerte zu zitieren [s. Literaturverzeichnis]. Endlich und nicht zum wenigsten verdanke ich einen Teil des veröffentlichten Materials den Ölfeuerungsfirmen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, die mich in entgegenkommendster Weise mit Zeichnungen und Mitteilungen unterstützten, wofür ich ihnen auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche. Ich hoffe in dem vorliegenden Buche gleichermaßen Anregungen für die Konstruktion wie für die Anwendung der Ölfeuerungen zu geben.

Breslau, Januar 1919.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Da der Verfasser der beiden ersten Auflagen durch Auslandsaufenthalt verhindert ist, oblag uns die Aufgabe, die dritte Auflage zu bearbeiten. Wir haben uns weitgehend bemüht, den Charakter des Buches nicht zu verändern. Aus diesem Grunde erscheint es auch nicht tunlich, die älteren Ausführungen auszumerzen, da der mit dem Gebiet weniger Vertraute gerade durch die historische Entwicklung wertvolle Anregung zu schöpfen imstande ist. Die sich ergebenden technischen und physikalischen Gesichtspunkte sind jeweils an den Anfang der einzelnen Kapitel gestellt, um eine größere Übersichtlichkeit zu ermöglichen. Ein kurzer Abschnitt über Meßapparate und eine Beschreibung über Kleinölfeuerungen ist in Anbetracht der steigenden Wichtigkeit dieser Gebiete dazu gekommen.

Wir wollen nicht verfehlen, den Firmen, die uns bereitwilligst mit Material und ihren Erfahrungen unterstützt haben, unseren verbindlichsten Dank auszusprechen.

Hannover, im Juni 1927.

Dipl.-Ing. H. Schönian
Dr.-Ing. G. Brandstätter

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Die Heizöle	1
A. Die Arten der Heizöle, ihr Vorkommen und ihre Bedeutung	1
B. Zusammensetzung und Eigenschaften der Öle	2
II. Die Grundlagen der Wirtschaftlichkeit der Ölfeuerung	5
III. Die Ölfeuerungen	8
A. Arten der Ölfeuerungen	8
B. Die Ölfeuerungen ohne mechanischen Kraftaufwand	8
C. Die Ölfeuerungen mit mechanischem Kraftaufwand	12
1. Allgemeines	12
2. Reine Druckzerstäuber	18
3. Zerstäubung durch strömende Gase	22
4. Dampfzerstäuber	40
IV. Die Hilfsmaschinen und Apparate der Ölfeuerungstechnik	46
V. Kontroll- und Meßapparate	56
VI. Die Anwendungsgebiete der Ölfeuerung	57
A. Dampfkesselfeuerungen	57
B. Industriefeuerungen	68
C. Die kleinen Ölbrenner und ihre Anwendung	121

Literatur.

- Hausenfelder, Teerölverwertung für Heiz- und Kraftzwecke. (Stahl u. Eisen, 1912.)
- Roßmähler, Die flüssigen Heizmaterialien und ihre Anwendung.
- Sußmann, Ölfeuerungen für Lokomotiven.
- Essich, Über Ölfeuerungen mit besonderer Berücksichtigung der Zerstäuberbrenner. (Petroleum, 1915.)
- Essich, Über Öldruckzerstäuber. (Feuerungstechnik, 1915.)
- Essich, Zerstäuberbrenner für Öl. (Feuerungstechnik, 1915.)
- Meier, Öl- und Gasfeuerungen. (Technische Mitteilungen, 1915.)
- Ring, Anlage und Betrieb eines Kleinmartinofens mit Teerölfeuerung. (Stahl und Eisen, 1914.)
- Schweitzer, Rohölfeuerung im mexikanischen Hüttenwerken. (Stahl u. Eisen.)
- Krafft, Residuenfeuerungen bei den rumänischen Staatsbahnen. (Feuerungstechnik, 1912.)
- Hartmann, Versuch mit einem Calorexmuflfeuer bei Kesselausbesserungen. (Z. d. V. d. I., 1911.)
- Schmitz-Follmann, Die flüssigen Brennstoffe. 3. Aufl. Berlin: Julius Springer, 1923.
- Schmidt, Industrielle Ölfeuerungsanlagen. (Feuerungstechnik 1915, Nr. 35, S. 257 ff.)
- Technische Mitteilungen der k. k. Österreichischen Staatsbahnen, Gruppe B, Reihe 2, Nr. 1.
- Z. d. V. D. I. 1926. Seite 389. Maschinenfabrik Esslingen. Mit Öl geheizter
Flammen-Kupolofen, Bauart Wüst.
- Z. d. V. D. I. 1925. Seite 1282. Ein neuer Brenner für Ölfeuerung.

I. Die Heizöle.

A. Arten der Heizöle, ihr Vorkommen und ihre Bedeutung.

Die in der Welt zur Verfügung stehenden Heizöle lassen sich in drei große Gruppen unterteilen und zwar in die Erdöle, die Destillate der Stein- und Braunkohlen und die Öle pflanzlicher und tierischer Herkunft.

Das Erdöl wird in natürlichem Zustande in fast allen Ländern gewonnen. Den Hauptanteil der Erzeugung hat Amerika, das ungefähr 70% der Weltproduktion deckt. Dem gegenüber fallen die geringen Vorkommen Deutschlands kaum ins Gewicht. Dieses ist zur Deckung seines eigenen Bedarfes bisher stets auf eine Einfuhr angewiesen.

Die Gewinnung des Erdöles geschieht durch Bohrungen; das Öl wird zum größten Teile durch Pumpen oder Löffeln gefördert und nur zum geringen Teil durch eigenen Druck hervorgetrieben.

Das so gewonnene Rohöl wird durch geeignete Weiterbehandlung (Destillation) in die Bestandteile zerlegt, die praktisch verwendbar sind.

Von den Kohlendestillaten kommen in erster Linie Steinkohlen- und Braunkohlendestillate in Frage. Das Steinkohlenteeröl entsteht bei trockener Destillation in Gasanstalten und Kokereien als Nebenprodukt. Die Ausbeute beträgt bei Koksfabrikation 2—6%, bei der Leuchtgasfabrikation im Mittel 5%.

Man unterscheidet je nach der Art der verwendeten Öfen Horizontalofenteer, Vertikalofenteer, Kammerofenteer und Koksofenteer.

Die Gesamterzeugung der Teeröle Deutschlands betrug 1914 400 000 Tonnen, 1919 450 000 Tonnen, 1922 447 000 Tonnen.

Die Braunkohlenteeröle werden durch Destillation der Braunkohle als Haupterzeugnis gewonnen.

Verwendbar ist jede Art, der in Deutschland vorkommenden Braunkohle, jedoch liegt die Haupterzeugung im sächsisch-thüringischen Braunkohlenbezirk. Der Braunkohlenteer wird nicht unmittelbar als Brennstoff benutzt, sondern zur Gewinnung seiner wertvollen Bestandteile weiter verarbeitet. Als hauptsächlichste Destillate für feuerungstechnische Zwecke sind das Paraffinöl, das Solaröl und das Kreosotöl zu nennen.

Die Öle pflanzlicher und tierischer Herkunft finden als Brennstoff nur selten Verwendung, werden vielmehr für sonstige technische Zwecke, Speisewecke und Seifenfabrikation ausgenutzt.

Die Bedeutung des Öls in der Feuerungstechnik liegt in den mancherlei Vorzügen gegenüber der Verfeuerung fester Brennstoffe. Die erzielbaren Wirkungsgrade sind höher, die Bedienung ist erleichtert. Die

Feuerungsanlagen lassen sich wechselnden Belastungen leicht anpassen, da die Brenner in weiten Grenzen regulierbar sind und bei Vorhandensein mehrerer Brenner je nach Bedarf einige zu- bzw. abgeschaltet werden können. Das Anheizen geht schnell und leicht, wodurch solche Anlagen als Zusatzfeuerungen Bedeutung haben, um zeitweise oder plötzlich auftretenden Spitzenleistungen Rechnung tragen zu können.

Die bessere Lagerungs- und Transportfähigkeit ermöglicht die Ausnutzung bisher für Brennstofflagerung nicht verwendbarer Räume, wie z. B. von Schlingertanks bei Schiffen. Hierdurch, wie durch den größeren Wärmeinhalt pro Raumeinheit läßt sich der Aktionsradius z. B. von Schiffen und Lokomotiven wesentlich steigern, was insbesondere im Kriege von Vorteil sein kann.

Dadurch, daß die Entwicklung der Ölfeuerungen erst mit fortschreitender Technik möglich wurde, sehen wir in der Neuzeit das Bestreben aller technisch hochentwickelten Völker, sich in einen möglichst großen Besitz von Ölfeldern zu setzen. Deutschland ist in diesem Konkurrenzkampf auf die Kohlendestillate angewiesen, wodurch die großen Fortschritte auf diesem Gebiete zu erklären sind.

B. Zusammensetzung und Eigenschaften der Öle.

Mit Heizölen bezeichnet man diejenigen flüssigen Brennstoffe, welche hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit geringen Beimengungen von Schwefel und Stickstoff bestehen, im allgemeinen bei Temperaturen über 15° C dünnflüssig sind und mit sinkender Temperatur rasch dickflüssig werden oder erstarren. Für die Verwendung in der Feuerungstechnik kommen hauptsächlich folgende Eigenschaften in Frage: Ausdehnungskoeffizient, spezifisches Gewicht, spezifische Wärme, Verdampfungswärme, Heizwert, Flammpunkt, Viskosität und Luftbedarf bei der Verbrennung.

Der Ausdehnungskoeffizient. Der Ausdehnungskoeffizient α bezeichnet das Volumen, um das sich das Einheitsvolumen 1 ccm Flüssigkeit bei Erwärmung um 1° C ausdehnt. Er ist wichtig für die Berechnung von Transport- und Lagergefäßen, für die bei wechselnden Temperaturen ein gewisser Expansionsraum vorgesehen werden muß.

Spezifisches Gewicht ist das Gewicht in Kilogramm pro Volumeneinheit in Kubikdezimeter. Es wird gebraucht zur Berechnung von Bewegungs- und Strömungsverhältnissen, insbesondere Berechnung von Düsenquerschnitten, Reibungsverlusten usw.

Spezifische Wärme bedeutet diejenige Wärme, welche der Gewichtseinheit des Öles zugeführt werden muß, um seine Temperatur um 1° C zu erhöhen. Die spezifische Wärme wird benötigt zur Feststellung der Brennstoffmengen, die zur Erwärmung bzw. Vorwärmung des Brennstoffes notwendig sind, so z. B. falls die Viskosität durch Temperaturerhöhung erniedrigt werden soll.

Verdampfungswärme. Die Verdampfungswärme ist diejenige Wärmemenge, die einer auf die Verdampfungstemperatur erhitzten Flüssigkeit zugeführt werden muß, um daraus Dampf derselben Temperatur zu gewinnen bzw. diejenige Wärmemenge, die bei der Kondensation eines Dampfes zu Flüssigkeit derselben Temperatur frei wird. Sie zeigt an, welche Wärmemengen notwendig sind, falls das flüssige Öl vor seiner Verbrennung verdampft werden soll.

Heizwert. Der Heizwert ist die Wärmemenge, welche entstehen würde, wenn die Gewichtseinheit (1 kg) des Brennstoffes vollkommen in Wärme überführt werden würde.

Der Heizwert kann aus der chemischen Zusammensetzung nach der Verbandsformel $H_u = 8100 C + 29000 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2500 \cdot S - 600 W$ berechnet werden, wobei H_u den unteren Heizwert von 1 kg Öl, C den darin enthaltenen Kohlenstoff, H den darin enthaltenen Wasserstoff, S den darin enthaltenen Schwefel, W das darin enthaltene Wasser, jeweils in der Gewichtseinheit (1 kg) ausgedrückt, bedeutet. Diese Berechnung gibt jedoch den Heizwert nur annähernd wieder. Seine genaue Bestimmung kann nur durch die kalorimetrische Bombe erfolgen.

Flammpunkt. Der Flammpunkt bezeichnet die Temperatur, bei der die aus der Flüssigkeit entweichenden Dämpfe anfangen, mit der Luft ein explosives Gemisch zu bilden.

Viskosität. Unter Viskosität versteht man den Quotienten der Ausflußzeiten der gleichen Mengen der zu untersuchenden Flüssigkeit und reinen Wassers unter gleichen Bedingungen. Die Viskosität ändert sich mit der Temperatur. Es muß bei der Angabe der Größe also bemerkt werden, auf welche Temperatur sich die Angabe bezieht. Geeignete Zerstäubbarkeit ist bei 1,0—1,5 Englergraden vorhanden. Das entspricht bei den meisten Teerölen und dem deutschen Rohteer einer Temperatur von etwa 70—80° C, bei Naphthalin von etwa 95° C.

Luftbedarf. Der Luftbedarf bei der Verbrennung läßt sich aus der Elementaranalyse nach der sogenannten Verbandsformel berechnen.

$$L = \frac{\frac{8}{3} C + 8 H + S - O}{23} \text{ in kg}$$

oder

$$L = \frac{\frac{8}{3} C + 8 H + S - O}{30} \text{ in cbm.}$$

Über die wichtigsten Eigenschaften der Öle gibt die Tabelle 1 Aufschluß. Über die einzelnen hierin aufgeführten Öle ist noch folgendes zu sagen:

1. Erdöle und seine Verarbeitungsprodukte. Der Heizwert des Rohöles schwankt zwischen 9500 und 11500 WE. Das Rohöl wird durch fraktionierte Destillation in folgende Bestandteile zerlegt: Benzin

Übersicht der wichtigsten Heizöle.

Heizöle	Spez. Gewicht	Chemische Zusammensetzung			Größter Wassergehalt %	Freier Kohlenstoff bis %	Unterer Heizwert WE/kg	Theor. Luftbedarf cbm/kg	Flamm- punkt °C	Viskosität
		C %	H %	O + N %						
Rohöl										
Pennsylvanisches	0,805	83,6	12,9		3,5				< 15	
Kalifornisches	0,962	86,9	11,8		1,3				82	
Russisches	0,880	86,0	13,0		1,0		9500		31	
Galizisches	0,862	85,3	12,6		2,1			11	< 15	
Rumänisches	0,840	85,3	14,2		0,5		11500		< 15	
Mexikanisches	0,943	82,7	11,47		3,56				24	
Deutsches (Wietze)	0,939	86,0	11,0		3,0		9900	11	102	
Gasöl	0,85—0,87	86,2	12,65		1,15		10700	10,5	53—109	
Masut (Pakura)	0,89—0,93	86,3	12,5		1,2				70—140	
Destillate der Steinkohle										
Horizontalofenteer	1,1—1,2	89,3	4,95	5,3	0,34		8150—8350	9,1	65—100	
Vertikalofenteer	1,09—1,18	89,45	6,05	3,46	0,5		8750	9,42	40—70	
Kammerofenteer	1,08—1,09	88,7	6,8	4,15	0,35		8750	9,3	50—60	
Koksofenteer	1,14—1,18	89,0	6,1	4,5	0,4		8750	9,2		
Teeröl	1,04—1,05	90,0	7,0	2,7—2,3	0,3—0,7		8800—9200	10	65—85	bei 20° 1,4
Naphthalin	1,15	93,75	6,25	—	—		9600	10	80	
Destillate der Braunkohle										
Braunkohleenteer	0,85—0,91									
Solaröl	0,825—0,83	85,5	12,3	1,38	0,83		9980	10,8	45—50	1,05—1,1
Paraffinöl	0,85—0,92	85,7—86,4	11,1—11,6	0,7—1,5	0,8—1,2		9750—9825	10,7	66—120	1,1—2,5
Kreosotöl	0,94—0,98	80,1	9,7	8,9	1,3		8700		90	1,82

bis 150° C Siedegrenze, Petroleum bis etwa 250° C Siedegrenze und Gasöl bis etwa 300° C Siedegrenze.

Benzin und Petroleum kommen wegen ihres hohen Preises als Heizöle kaum in Frage. Der Masut beträgt etwa 50% des Rohöles und stellt das am meisten verfeuerte Heizöl dar.

2. Der Steinkohlenteer und seine Verarbeitungsprodukte. Der Steinkohlenteer wird durch fraktionierte Destillation zerlegt in Leichtöle bis 170° C Siedegrenze, Mittelöle bis 230° C Siedegrenze, Schweröle bis 270° C Siedegrenze, Anthrazenöl Mitte 320° C Siedegrenze, Pech bleibt als Rückstand.

Das Leichtöl läßt sich durch fraktionierte Destillation weiter zerlegen in Leichtbenzol, Schwerbenzol und Karbolöl. Das Mittelöl enthält bis zu 40%, das Schweröl bis zu 20% Naphthalin. Die höher siedenden Anteile des Steinkohlenteers, wie sie im Mittel-, Schwer- und Anthrazenöl enthalten sind, kommen unter dem Sammelnamen Teeröle in den Handel.

Das Teeröl ist das meist hergestellte und verfeuerte Öl in Deutschland. Das Naphthalin kann insofern zu den flüssigen Brennstoffen gerechnet werden, als es vielfach über seinen Schmelzpunkt von 80° C erwärmt, sich wie jeder andere flüssige Brennstoff verhält. Das wegen seines niedrigen Preises hauptsächlich zur Verbrennung gelangende Rohnaphthalin enthält Teerölbeimengungen. Je größer der Teerölgehalt, desto niedriger der Schmelzpunkt, der z. B. bei 50% Teeröl 52° C beträgt und bei 75% Teeröl nur 25° C.

3. Der Braunkohlenteer und seine Verarbeitungsprodukte. Durch fraktionierte Destillation zerfällt der Braunkohlenteer in Braunkohlenteerbenzin 150—200° C Siedegrenze, Solaröl 270° C Siedegrenze, Paraffinöl bis 300° C Siedegrenze, wobei Kreosotöl bei der Reinigung der Braunkohlenteeröle ausfällt.

II. Die Grundlagen der Wirtschaftlichkeit der Ölfeuerung.

Nachstehend sollen die verschiedenen Faktoren erörtert werden, die für die Ölfeuerung von entscheidendem Einfluß sind.

Brennstoffkosten, Heizwert und Wirkungsgrad. 1000 WE kosten in Deutschland im Durchschnitt:

im Generatorgas bei Nebenproduktengewinnung	0,2—0,8 Pf.
in gewöhnlichem Generatorgas	0,4—1,25 „
in der Kohle	0,3—1,0 „
im Teeröl	1 — 2 „
im Koksofengas	2 — 3 „
im Leuchtgas	2,5—5 „

Diese Vergleichszahlen für die verschiedenen Brennstoffkosten geben insofern noch kein einwandfreies Bild, als einerseits die Wirkungsgrade

bei der Verfeuerung mit berücksichtigt werden müssen, andererseits für die Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlage noch die weiteren Faktoren wie Amortisation der Anlagekosten, Bedienungskosten usw., die in den nachstehenden Abschnitten näher erläutert sind, von großer Bedeutung sind.

Anlagekosten. Die Anlagekosten sind bei reiner Kohlenfeuerung im allgemeinen niedriger als bei Ölfeuerung, sofern es sich bei letzterer um eine Anlage mit Gebläse handelt. Die höheren Verzinsungs- und Amortisationsunkosten einer Ölfeuerungsanlage werden jedoch unter Umständen durch den überlegenen Wirkungsgrad mehr als ausgeglichen. Im Vergleich zur Generatorgasfeuerung stellt sich die Ölfeuerung auch in bezug auf Anlagekosten wesentlich günstiger. Letztere betragen für eine Generatoranlage, insbesondere eine solche mit Nebenproduktengewinnung, ein Vielfaches der Anlagekosten einer Ölfeuerung.

Ausnutzungsfaktor. In allen Fällen, wo der Ausnutzungsfaktor einer Anlage gering ist d. h., wo sich ein großer Wärmebedarf nur eine kurze Zeit zusammendrängt, wird eine Ölfeuerungsanlage anderen Wärmequellen wegen ihrer geringen Anlagekosten und der kurzen Anheizdauer überlegen sein. Wenn z. B. in einer Generatorgasanlage die stündlich zu vergasende Brennstoffmenge unterhalb einer gewissen Grenze bleibt, dann steigen infolge der hohen Anlagekosten, die Amortisation und Verzinsung erfordern, die Betriebskosten unter Umständen so stark, daß sie trotz des billigeren Brennstoffes höher werden als bei Ölfeuerung.

Bedienungskosten. Ein wesentlicher Vorteil der Ölfeuerung ist die geringere Bedienung, die sie erfordert. Das Anheizen wird erheblich abgekürzt. Die Überwachung der Verbrennung, die ständige Zufuhr von Brennstoff durch Handarbeit, der Aschen- und Schlackentransport, die Erneuerung von Roststäben usw. fällt weg. Außerdem ergibt sich ein rauchfreier, sauberer Betrieb. Alle diese Faktoren lassen sich von Fall zu Fall mehr oder weniger zahlenmäßig bewerten.

Regelbarkeit. Während die Regelung von mit festen Brennstoffen betriebenen Feuerungen insofern schwierig ist, als sich nicht ohne weiteres erkennen läßt, ob die Verbrennung mit oder ohne Luftüberschuß erfolgt, ist dies bei einiger Erfahrung bei der Ölfeuerung unschwer möglich. Außerdem erfolgt die Verbrennung bei festem Brennstoff nicht so gleichmäßig, wie dies bei Ölfeuerung der Fall ist, da die Verbrennung wesentlich von der sich dauernd verändernden Schütthöhe abhängig ist. Dieser Vorteil der Ölfeuerung ist aber gerade dann besonders wichtig, wenn es sich um die Erzielung hoher Temperaturen handelt, da hierbei schon eine wenig falsche Einstellung die Temperatur wesentlich herabdrückt. Dies ist der Grund, weshalb sich bei mit hohen Temperaturen arbeitenden Öfen eine große Brennstoffersparnis durch Anwendung der Ölfeuerung ergeben hat. Ein Beispiel dafür ist der tiegellose Stahlschmelzofen, welcher überhaupt erst durch die Ölfeuerung möglich wurde.

Qualität des erzeugten Materials. Auch diese ist in hohem Maße von Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Feuerung. Wenn sich durch

Anwendung einer Feuerungsart ein besseres und im Preise wertvolleres Material erzielen läßt als durch eine andere Feuerungsart, so ist der Mehrwert des Materials beim Vergleich der Gestehungskosten als Ersparnis zugunsten der ersteren zu berücksichtigen. In vielen Fällen trifft dies für die Ölfeuerung zu. Der Grund hierfür kann sowohl darin liegen, daß es mit der Ölfeuerung möglich ist, durch dauernde Einhaltung ein und derselben Temperatur ständig ein und dasselbe Material zu erzeugen, oder darin, daß sich in der neutralen bzw. reduzierenden Flamme der Ölfeuerung eine geringere Zunderbildung ergibt; oder darin, daß der geringere Schwefel- und Sauerstoffgehalt der Ölflamme die Zusammensetzung des im Ölofen erschmolzenen Materials günstig beeinflusst. Die Bewertung dieser Möglichkeiten muß von Fall zu Fall erfolgen. Ebenso ist bei keramischen Brennöfen die dauernde Rußfreiheit einer guten Ölfeuerung von großer Wichtigkeit.

Abbrand. Von weit größerem Einfluß auf die Betriebskosten als der Brennstoffverbrauch kann unter Umständen der Abbrand sein. Bei einem Tiegelschmelzofen z. B., in welchem Material im Werte von 300 Mark für 100 kg mit einem Ölverbrauch von 8% niedergeschmolzen wird, entspricht ein Abbrand von $\frac{1}{2}\%$ einem Betrage von 1,50 Mark je 100 kg. Bei einem angenommenen Ölpreis von 0,10 Mark je Kilo würde das verbrauchte Öl 0,80 Mark kosten, d. h. der Abbrand würde ungefähr den doppelten Betrag der Brennstoffkosten ausmachen. Mit anderen Worten, wenn es (was tatsächlich der Fall ist) durch Verwendung der mit geringerem Luftüberschuß arbeitenden Ölfeuerung an Stelle der Koksfeuerung gelingt, den Abbrand um auch nur $\frac{1}{4}\%$ herabzudrücken, so sind damit die Brennstoffkosten vollständig gedeckt, während die bisher für Koks ausgegebenen Brennstoffkosten gespart werden. Tatsächlich ist beim Ölschmelzofen die Ersparnis an Abbrand gegenüber dem Koksofen noch wesentlich höher, und ähnliche Verhältnisse treten auch bei anderen Ofenarten mehr oder weniger zutage.

Brennstoffgewicht und Aktionsradius. Die Vorteile des hohen Heizwertes sowie des besseren Wirkungsgrades der Ölfeuerung gegenüber der Kohlenfeuerung kommen bei den beweglichen Feuerungen, wie sie die Kesselfeuerungen der Schiffe und Lokomotiven darstellen, zur Geltung. Bei Lokomotiven gestattet die Ölfeuerung das Zurücklegen wesentlich größerer Strecken ohne Brennstoffaufnahme. Die Rußbelästigung und der Funkenwurf fallen weg, was besonders in stark bewohnten Gegenden von Wichtigkeit ist. Bei Schiffskesseln ist der durch Ölfeuerung erreichbare hohe Aktionsradius und die Möglichkeit einer starken Kesselforcierung von Wichtigkeit.

Durch die leichte Transportierbarkeit des Brennstoffes infolge seines hohen Heizwertes pro 1 kg und pro 1 cbm findet die Ölfeuerung auch für die Heizungsanlagen von Küchenapparaten großer Hotels und Erholungsheime in schwer zugänglichen Gegenden wie z. B. im Gebirge wirtschaftliche Verwendung.

III. Die Ölfeuerung.

A. Arten der Ölfeuerung.

Bei der Verbrennung von Heizöl muß, wie bei jedem andern Brennstoff, angestrebt werden, vollständig und mit geringstem Luftüberschuß zu verbrennen. Die vollkommene Verbrennung wird erschwert durch die in den meisten Heizölen enthaltenen nicht verdampfenden Rückstände, die sich, wenn die Verdampfung in Berührung mit festen Gegenständen erfolgt, an diesen festsetzen, verkoken und zu einer Betriebsstörung führen können, sofern sie nicht in regelmäßigen Zeiträumen entfernt werden. Es gilt daher, entweder die Ausscheidung dieser Rückstände überhaupt zu vermeiden oder durch die Möglichkeit regelmäßiger Reinigung diese Schwierigkeit zu überwinden. Der zweite Teil der Aufgabe, die Verbrennung mit geringstem Luftüberschuß, ist verhältnismäßig einfacher zu erfüllen. Er erfordert lediglich eine sorgfältige Mischung von Luft und Brennstoff.

Diese beiden Aufgaben haben konstruktiv mehrere Lösungen gefunden, die sich in folgende Gruppen zusammenfassen lassen:

1. Reine Verdampferfeuerungen ohne mechanischen Kraftaufwand.
2. Reine Zerstäuber-Feuerungen. (Druckzerstäuber.)
3. Zerstäubung durch strömende Gase. (Dampf oder Luft.)
4. Kombination von reinen Zerstäuberfeuerungen und Zerstäubung durch strömende Gase.

B. Die Ölfeuerung ohne mechanischen Kraftaufwand.

Die Ölfeuerungen ohne mechanischen Kraftaufwand (auch gebläselose Ölfeuerungen genannt), lassen sich einteilen in Tropffeuerungen und Verdampferbrenner.

Die Tropffeuerungen. Das Tropfverfahren erfordert zwar kein Gebläse, ist aber nur mit hochoverhitzter Luft durchführbar, da bei ungenügend erhitzter Luft der sich ausscheidende Kohlenstoff nicht verbrennt. Die Lufterhitzung kann durch Rekuperation oder Regeneration erfolgen, d. h. einmal mit alleiniger Luftvorwärmung oder mit Gemischvorwärmung.

Da beide Verfahren bei kaltem Ofen unmöglich sind, ergibt sich, daß die Verbrennung anfänglich mit starker Rußentwicklung und unvollkommener Brennstoffausnutzung arbeitet und das Anheizen verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch nimmt. Diese Öfen eignen sich daher nur für ununterbrochenen Betrieb und müssen während Betriebspausen, wenn auch mit verringertem Ölverbrauch, durchgefeuert werden.

Ein schematisches Beispiel zeigt Abb. 1. Die möglichst hoch vorgewärmte Luft steigt in dem senkrechten Schacht hoch und tritt durch den wagerechten Kanal in den Ofenraum. Über diesem wagerechten Kanal ist eine Tropfvorrichtung angeordnet. Es tritt zwar bei diesem Verfahren eine regelmäßige Ausscheidung von festem Kohlenstoff ein. Dieser wird

jedoch durch die hoch vorgewärmte Luft im Entstehungszustande verbrannt. Die Verbrennung des Öldampfes erfolgt nicht augenblicklich, ist vielmehr erst mit der vollständigen Mischung von Öldampf und Luft beendet. Es ist klar, daß bei den verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten, die der natürliche Zug ermöglicht, und durch die Art der Verdampfung selbst die Durchwirbelung von Luft und Öldampf sehr langsam stattfinden. Infolgedessen wird auch die Verbrennung nur sehr langsam erfolgen. Es muß durch mehrfachen Richtungswechsel der Flamme dafür gesorgt werden, daß durch die Wirbelbildung die Mischung nach Möglichkeit beschleunigt und die Verbrennung beendet wird.

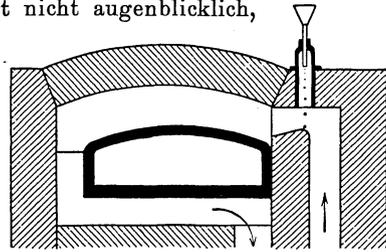


Abb. 1.

Eine zweite Ausführungsart zeigt Abb. 2 und 3 in Verbindung mit einem Muffelofen. *c* ist der Sammelkanal des Regenerators, von dem aus die Luft in mehreren Kanälen *a* und *b* hoch steigt. Am oberen Ende der Kanäle *a* sind Tropfvorrichtungen angeordnet; das herabtropfende Öl wird durch die glühenden Kanalwände verdampft und der sich auscheidende Kohlenstoff im Entstehungszustand durch die hoch erhitze Luft verbrannt. Durch die Kanäle *a* wird jedoch nur ein Teil der Verbrennungsluft zugeführt, der Rest der Verbrennungsluft, die Sekundärluft, steigt durch die Kanäle *b* hoch und tritt am oberen Ende durch Düsensteine, welche eine Anzahl Bohrungen enthalten, in die Verbrennungskanäle über. Die Anordnung dieser Düsen im Gegensatz zur Ausführung nach Abb. 1 eine wesentlich raschere Mischung von Ölgas und Luft, so daß durch die wagerechten Kanäle eine verhältnismäßig kurze und heiße Flamme in den Ofen tritt.

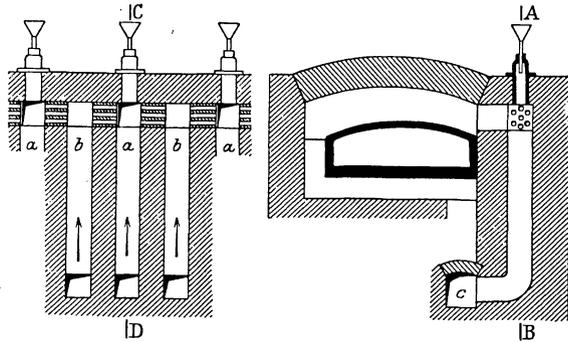


Abb. 2 und 3.

Die eingangs erwähnten Schwierigkeiten beim Anheizen derartiger Öfen können durch Anheizen mittels Generator- oder Koksofengas überwunden werden. Steht billiges Gas nicht zur Verfügung, so werden diese Öfen zweckmäßig mit geringem Ölverbrauch in den Betriebspausen durchgeheizt. Bei hoher Luftvorwärmung ist die Brennstoffausnutzung eine gute; es wurde bei Schmiedeofen ein Verbrauch von 40 bis 50 Kilo

pro Tonne Einsatz erzielt bei einer Arbeitstemperatur von 1200 bis 1250° C.

Die Verdampferbrenner. Die Verdampferbrenner haben wie die Tropfbrenner den Fortfall jeglichen Gebläses. In ihnen geht räumlich getrennt eine Verdampfung des Öles voraus. Die sich aus dem Öldampf entwickelnde Flamme stellt nichts anderes als eine Gasflamme dar, auf welche alle für die Verbrennung von Gas geltenden Grundsätze anzuwenden sind. Von besonderer Wichtigkeit ist es, die Öldämpfe rasch und gleichmäßig mit der Luft zu mischen, da nur so eine vollkommene Verbrennung mit geringstem Luftüberschuß gewährleistet wird. Es empfiehlt sich zu diesem Zweck das den Verdampfer verlassende Ölgas in eine große Anzahl einzelner Ströme zu unterteilen, um die Mischung mit der Luft

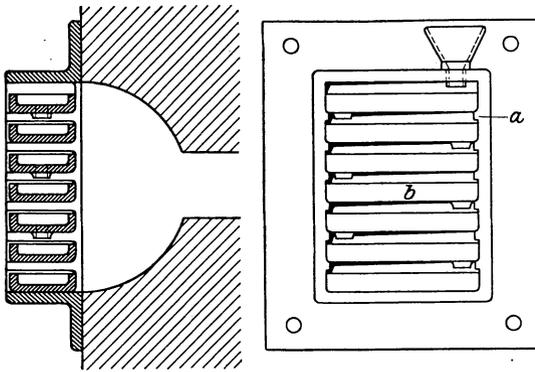


Abb. 4 und 5.

zu begünstigen. Die Verdampfung erfolgt durch die Ölflamme selbst, die von dieser entwickelte Wärme muß also beim Anheizen durch eine besondere Hilfsfeuerung ersetzt werden.

Wie schon eingangs erwähnt, läßt sich bei diesen Feuerungen die Kohlenstoffausscheidung nicht immer restlos vermeiden, deshalb muß, um

die Betriebskosten niedrig zu halten, bei der Konstruktion des Brenners für eine genügend einfache Art der Reinigung Sorge getragen werden.

Die Abb. 4—8 zeigen verschiedene Ausführungsformen. Abb. 4 und 5 zeigen eine sog. Rostfeuerung. Sie besteht aus einem rechteckigen Rahmen von winkelförmigem Querschnitt, welcher an den zu beheizenden Ofen angebaut ist. Der Rahmen besitzt auf seiner Innenseite eine Anzahl Vorsprünge *a*, auf welchen Rinnen *b* gelagert sind, die nach vorn herausgezogen werden können. Zwischen diesen einzelnen Rinnen verbleiben nur schmale Zwischenräume. Jede dieser Rinnen besitzt an einem Ende eine untere Ausflußöffnung. Diese Ausflußöffnungen sind gegeneinander versetzt angeordnet, so daß das von oben durch einen Trichter zufließende Öl auf zickzackförmigem Wege bis in die untersten Rinnen gelangt, wobei jede Rinne durch die Flamme der darunterliegenden beheizt wird. Die sich entwickelnden Öldämpfe verbrennen in Berührung mit der in die Rostspalten eintretenden Luft. Ist die Verdampfung infolge niedrig eingestellten Ölzufusses bereits vor der untersten Rinne zu Ende, so werden durch einen nicht gezeichneten, von unten nach oben hochziehbaren Schieber die nicht benutzten Rostspalten abgedeckt. Die einzelnen Ölflammen werden

gezwungen, sich in einer hinter dem Rost gelegenen Verengung zu vereinigen, wo eine vollständige Durchmischung stattfindet. Die verdampfende Wirkung der Flammen wird durch Rückstrahlung der glühenden Innenwände auf die Rinnen unterstützt. Diese Rostfeuerung hat den großen Vorteil, daß die einzelnen Rostglieder mit dem gebildeten Rückstand während des Betriebes ohne weiteres ausgewechselt werden können.

Abb. 6 zeigt den Verdampferbrenner von Irinyi. Er ist in eine in den Ofen hineinragende Muffel eingebaut und besteht aus dem eigentlichen birnen- oder kegelförmigen Verdampfer, unterhalb dessen eine Anheizschale angeordnet ist. Das beim Anheizen in dieser Schale enthaltene Öl dient zum Beheizen des eigentlichen Verdampfers. Der den Verdampfer verlassende Öldampf verbrennt in Berührung mit der zutretenden Luft. Durch die weiter rückwärts liegende in den Ofen mündende Öffnung in der Muffel wird die Flamme gezwungen, um den Verdampfer herum nach hinten zu streichen und denselben auch dann auf Temperatur zu halten, wenn die Anheizschale ausgebrannt ist. Da bei diesem Brenner nur in unvollkommener Weise für gleichmäßige Mischung von Luft und Öldampf gesorgt ist, läßt sich eine starke Rauchentwicklung nur schwer vermeiden.

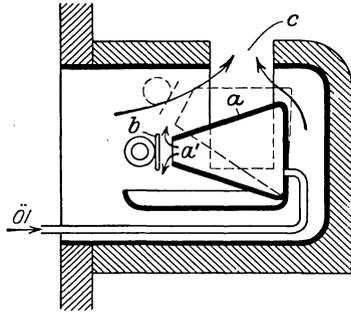


Abb. 6.

Abb. 7 zeigt den Verdampferbrenner von Essich. Derselbe besteht aus einem Schacht *a*, von dessen unterem Ende ein horizontaler Kanal *b* in den Ofen führt. Im oberen Ende dieses Schachtes ist der kegelförmige eigentliche Verdampfer *c* angeordnet, welcher den oberen Teil des Schachtes stark verengt. An der engsten Stelle *d* befindet sich eine Reihe von Löchern, aus welchen der Öldampf austritt. Das dem Verdampfer von oben durch einen Trichter *e* zufließende Öl fließt durch eine Reihe von Öffnungen *f* an den Innenwänden des Verdampfers herab, wobei es verdampft. Die sich entwickelnden Öldämpfe treten durch die Löcher aus, und da diese sich an der Stelle geringsten Luftquerschnitts, also größter Strömungsgeschwindigkeit, befinden, tritt eine schnelle und gute Mischung von Luft und Öl und infolgedessen eine rasche Verbrennung ein, wobei der Verdampfer durch die nach unten schlagende Flamme in dunkler Rotglut gehalten wird. Durch Höher- und Tiefschrauben des konischen Verdampfers läßt sich der Luftquerschnitt regeln. Das Anheizen erfolgt mittels einer Lötampe durch

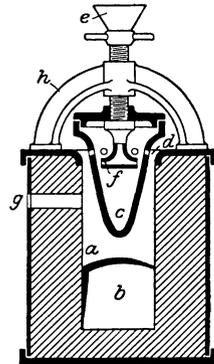


Abb. 7.

eine seitliche Öffnung *g*. Nach längerem Betriebe kann der auf einem bügelartigen Dreifuß *h* stehende Verdampfer zwecks Reinigung abgehoben und durch einen anderen ersetzt werden.

Einen weiteren Verdampferbrenner, Patent Becker, zeigt Abb. 8.

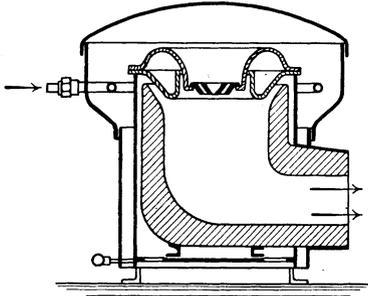


Abb. 8.

Die flüssigen Brennstoffe werden durch Wärme vergast, mit erhitzter Luft gemischt und verbrennen ohne Stichflamme in Form einer rein weiß glänzenden lockeren Feuergarbe.

Der Apparat setzt sich zusammen aus dem eigentlichen mit hochwertiger Spezialschamotte ausgekleideten Brennerkörper, dessen oberer Abschluß der eigenartig profilierte ringförmige Vergaser bildet. Brennerkörper und Vergaser werden durch einen Luftmantel von starkem Eisenblech

umgeben, dessen obere Öffnung durch einen abnehmbaren Deckel geschlossen wird. Der Luftmantel mit dem Brennerkörper, welcher nicht bis zum Boden reicht, wird durch Füße aus Fassoneisen getragen. In Höhe der unter dem Luftmantel hervorragenden Füße wird zwischen Luftmantel und Boden ein Ringschlitz für den Eintritt der Verbrennungsluft gebildet. Die eintretende Luftmenge ist in ihrem wichtigsten Weg durch Rosetteschieber regulierbar.

Die Brennstoffzuführung erfolgt durch eine Ringleitung, die durch ein Schwimmerregulierventil gespeist wird.

Vor Inbetriebnahme ist der Brenner durch ein Hilfsfeuer zu erwärmen.

Der Verdampferbrenner erfordert zu rauchlosem Betrieb einen Schornsteinzug von mindestens 5 mm WS. Bei richtiger Einstellung ist dann die Geschwindigkeit an der Austrittsstelle des Öldampfes so groß, daß die Flamme hier abreißt und erst weiter unten brennt, wo infolge der Kegelform des Verdampfers sich der Querschnitt erweitert.

Die Anwendung von Ölfeuerungen ohne mechanischen Kraftaufwand ist nur bei Ölmengen von weniger als 40—50 kg stündlich angebracht. Bei höherem stündlichen Ölverbrauch werden vorteilhafter Zerstäuber mit mechanischem Kraftaufwand verwendet.

C. Die Ölfeuerungen mit mechanischem Kraftaufwand.

Allgemeines. Bei diesen Feuerungen wird mechanische Arbeit benutzt, um das Öl fein zu zerstäuben, d. h. um die Kohäsion der Flüssigkeitsteilchen zu überwinden. Diese Funktion wird durch einen Konstruktionsteil verrichtet, der mit den Namen Zerstäuber, Zerstäuberbrenner oder auch kurz Brenner bezeichnet wird.

Bei den sogenannten Druckzerstäubern wird diese Arbeit von der Strömungsenergie des ausströmenden Öles geleistet, bei den Luft- bzw. Dampfzerstäubern wird diese Arbeit der Strömungsenergie der in der Düse entspannten Verbrennungsluft bzw. des Dampfes entnommen. Das so zerstäubte Öl muß in der Feuerung nunmehr vergast und verbrannt werden. Die Vergasung erfolgt durch die Hitze der Flamme selbst bzw. durch die Wärmeausstrahlung der die Flamme umgebenden Wand. Es ist wichtig, um die denkbar höchste Ausnutzung des Brennstoffs zu ermöglichen, daß das Ölgas möglichst rasch und vollkommen mit der Verbrennungsluft gemischt wird. Erfahrungsgemäß ist bei der Verfeuerung mit geringem Luftüberschuß besonders darauf zu achten, daß die notwendige Durchmischung vor der Verbrennung beendigt ist. Der Punkt, an dem die Verbrennung des Gasluftgemisches einsetzt, ist dadurch gekennzeichnet, daß an ihm die Strömungsgeschwindigkeit im Düsenkanal gleich der Zündgeschwindigkeit des Gemisches ist. Abb. 9 stellt diesen Vorgang schematisch dar.

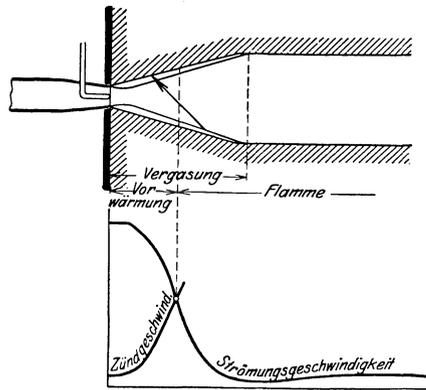


Abb. 9.

Der obere Teil der Abbildung zeigt links des schwarzen Striches, der etwa eine Kesselwand veranschaulicht, die Düse, rechts des Striches den sich anfänglich konisch erweiternden Düsenkanal. Unter dieser schematischen Skizze ist ein Diagramm aufgezeichnet, das die Strömungsgeschwindigkeiten und die Zündgeschwindigkeit des Gemisches an den jeweils darüber liegenden Punkten darstellt.

Hieraus ist ersichtlich, daß das Gemisch mit einer die Zündgeschwindigkeit erheblich überschreitenden Strömungsgeschwindigkeit in die Feuerung eingeführt werden muß, weil sonst die Flamme unmittelbar an der Düse einsetzen würde und dem Gase damit keine Gelegenheit zur Durchmischung mit der Luft gegeben wäre. Da in den meisten Fällen zur Erreichung einer so hohen Strömungsgeschwindigkeit der natürliche Zug nicht ausreicht, ist der Aufwand von mechanischer Arbeit notwendig. Die Strömungsgeschwindigkeit, die durch die Größe der Arbeit und die Abmessung der Düse gegeben ist, nimmt infolge der Ausbreitung des Strömungsquerschnittes rasch ab, während die Zündgeschwindigkeit infolge der Steigerung der Temperatur rasch zunimmt. Von dem Punkte an, wo die Zündgeschwindigkeit gleich der Strömungsgeschwindigkeit wird, der in dem Diagramm durch den Schnittpunkt beider Kurven gekennzeichnet ist, erstreckt sich nach rechts die Flamme.

Links des Schnittpunkts liegt die Vorwärmzone, in welcher das Öl-

luftgemisch teils direkt durch die Rückstrahlung der Flamme, teils indirekt (s. Pfeil) durch die Strahlung der durch die Flamme hoch erhitzten Kanalwände vorgewärmt wird. Diese Vorwärmung bewirkt eine teilweise Verdampfung der kleinsten Flüssigkeitsteilchen. Diese Verdampfung oder Vergasung ist jedoch am Ende der Vorwärmungszone noch nicht beendet, erstreckt sich vielmehr bis in die Flamme hinein, und zwar um so weiter, je größer die Öltröpfchen, d. h. je unvollkommener die Zerstäubung ist. Bei der Verdampfung jedes Öltröpfchens verdampfen zuerst die leicht flüchtigen Bestandteile, dann die schwer flüchtigen, schließlich bleibt ein feines Kohlenstoffteilchen übrig, welches durch den Luftsauerstoff verbrannt wird. Trifft daher ein solches Ölteilchen vor seiner Verdampfung auf die glühenden Kanalwände auf, so wird durch die Hitze dieser Wände eine Verdampfung der flüchtigen Bestandteile stattfinden und ein Kohlenstoffteilchen als Rückstand sich an der Wand festsetzen, und erfahrungsgemäß auch bei großem Luftüberschuß nicht mehr verbrennen, vielmehr bei weiterem Betrieb sich zu einem Koksneß von unter Umständen beträchtlicher Größe auswachsen. Es muß daher beachtet werden, daß bei Zerstäuberbrennern kein unverdampftes Öl mit den heißen Ofenwänden in Berührung kommt.

Von Wichtigkeit ist auch die Form des Düsenkanals. Wird er nach Abb. 10 ausgeführt, so entsteht am Anfang ein toter Raum, in welchem

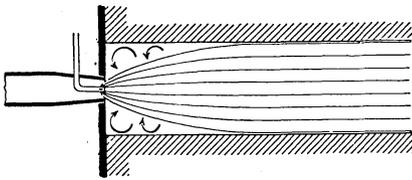


Abb. 10.

bei Beginn des Anheizens verbrannte Gase, durch die kalten Kanalwände abgekühlt, dem eintretenden Ölluftgemisch sich beimischen, die Zündgeschwindigkeit herabsetzen und dadurch die Flamme zum unruhigen Brennen und zum Abreißen bringen. Erfahrungsgemäß ist das Ingangsetzen einer Düse bei derartiger Kanalausführung wesentlich schwieriger als bei richtiger Ausführung nach Abbildung 9.

Bisweilen wird nur ein Teil der zur Verbrennung erforderlichen Luft am äußeren Ende des Düsenkanals zugeführt, der Rest als Sekundärluft, meist durch einen Rekuperator oder Regenerator vorgewärmt, an einer weiter innen gelegenen Stelle. In diesem Falle tritt im vorderen Teil des Düsenkanals eine nur teilweise Verbrennung des Öls auf; es stellt also der vordere Teil des Düsenkanals gewissermaßen einen Generator dar, bei dem jedoch der Kohlenstoff in Rußform im Gas enthalten ist. Diese Art der Verfeuerung von Heizöl hat den Vorteil, daß die Temperatur im Düsenkanal erniedrigt wird und dementsprechend die Abkühlungsverluste hier geringer sind. Die höchste Temperatur kann an derjenigen Stelle erzielt werden, wo sie gebraucht wird. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, daß die Mischung von Luft und Öl niemals so vollkommen wird, wie bei der Zuführung der gesamten Ver-

brennungsluft durch die Düse. Infolgedessen tritt ein Nachbrennen der Flamme, unter Umständen bis in den Abzug hinein, ein. Das Verfahren wird daher nur bei größeren Öfen angewandt, wo ein hinreichend langer Entwicklungsraum für die Flamme zur Verfügung steht.

Steigert man bei einem in Betrieb befindlichen Ölzerstäuber die Ölzufuhr erheblich, ohne gleichzeitige Vermehrung der Verbrennungsluft, so findet eine unvollkommene Verbrennung statt, wobei sich, je nach dem Verhältnis Luft : Öl und der chemischen Zusammensetzung des letzteren, nebeneinander folgende Bestandteile in den Feuergasen vorfinden: Luftstickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, gasförmige Kohlenwasserstoffe, Kohlenstoff (Ruß). Dieses Gasgemisch kann durch sekundäre Zuführung von Luftsauerstoff verbrannt werden. Da im allgemeinen an eine derartige Vergasung sich gleich die Verbrennung durch Zufuhr von Sekundärluft anschließt, würde man richtiger von Ölhalbgasfeuerungen sprechen. Angewandt werden solche Feuerungen seltener. Sie bieten folgende Vorteile: Wenn Stichflammenbildung vermieden werden soll, kann man den Zerstäuber mehr entfernt vom Nutzraum anordnen und das von ihm erzeugte Halbgas mit milder Flamme im Nutzraum verbrennen. Bei der Heizung von sehr langen oder sonst räumlich sehr ausgedehnten Öfen kann man mit einem Zerstäuber auskommen, indem man das von diesem erzeugte Halbgas an mehreren Stellen dem Ofen unter Zuführung der entsprechenden Sekundärluft zuleitet. Hierbei muß man natürlich dafür Sorge tragen, daß in dem das Halbgas führenden Kanal möglichst geringe Wärmeverluste auftreten. Als untere Temperaturgrenze für Erzeugung eines gleichmäßigen Halbgasen kann etwa 700° — 800° gelten. Dementsprechend kann die Ölzufuhr bis auf das 5fache der für vollständige Verbrennung zulässigen gesteigert werden, d. h. man muß mindestens 15—20% der Gesamtluft als Primärluft zuführen. Hierbei muß natürlich auf eine besonders gute Zerstäubung geachtet werden, damit keine Koksabscheidung stattfindet. Es empfiehlt sich daher, die Zerstäubung durch Preßluft von 1 Atm. aufwärts.

Die Größe des zur Verbrennung notwendigen Raumes hängt neben der zu verfeuernden Ölmenge wesentlich von der Intensität der Zerstäubung ab, was aus folgender Überlegung ersichtlich ist.

Die Verbrennung bzw. Vergasung eines Ölteilchens erfordert eine gewisse Zeit, welche um so größer ist, je größer der Durchmesser des Ölteilchens. Schreibt man

$$t = c_1 \cdot d,$$

wobei t die Verbrennungszeit, c_1 eine Konstante, d den Durchmesser eines Ölteilchens bedeutet, so ergibt sich der Weg, den das Ölteilchen, von der Verbrennungsluft mit der Geschwindigkeit v getragen, vom Beginn bis zum Ende seiner Verbrennung zurücklegt, zu

$$s = v \cdot t = v \cdot c_1 \cdot d.$$

Ist ferner f der Querschnitt des Verbrennungskanals, so ergibt sich einerseits die in der Zeiteinheit verbrannte Ölmenge zu

$$Q = f \cdot v \cdot c_2,$$

wobei c_2 wiederum eine Konstante bedeutet, andererseits der Raum, in dem diese Ölmenge verbrannt wird, zu

$$V = f \cdot s = f \cdot v \cdot c_1 \cdot d.$$

Hieraus ergibt sich

$$V = \text{Konst. d. Q.},$$

d. h. der zur Verbrennung erforderliche Raum wächst mit der Größe der zu verbrennenden Ölmenge und wird um so kleiner, je kleiner die einzelnen Öltröpfchen. Wenn auch die oben gemachte Annahme $t = c_1 \cdot d$ quantitativ nicht genau zutrifft, so wird doch qualitativ an dem Resultat der Berechnung nichts geändert.

Bei sehr guter Zerstäubung durch Preßluft läßt sich pro dm^3 Verbrennungsraum bis zu 2 kg Öl stündlich verbrennen, bei Verwendung von Gebläsewind von 500 mm WS bis zu 1 kg stündlich.

Wird der Verbrennungsraum zu klein bemessen, so tritt eine Koks-ausscheidung ein.

Über den Kraftaufwand bei der Zerstäubung läßt sich folgendes sagen:

Die Zerstäuberdüse stellt gewissermaßen eine Maschine dar, und man kann von einem größeren oder kleineren Wirkungsgrad derselben sprechen, je nachdem eine größere oder kleinere Arbeit zur Zerstäubung von 1 kg Öl notwendig ist. Die absolute Größe dieses Wirkungsgrades ist zwar nicht festzustellen, da, wie oben erwähnt, die Größe der theoretisch notwendigen Zerstäubungsarbeit unbekannt ist. Es ist jedoch interessant, die Wirkungsgrade der beiden genannten hauptsächlichsten Zerstäubungsverfahren zu vergleichen.

Angenommen, ein Zentrifugalzerstäuber erfordere zur Zerstäubungsarbeit einen Öldruck von 5 kg/cm^2 . Dieser entspricht einer Förderhöhe von 50 m WS. Um also 1 kg Öl zu zerstäuben, ist eine Arbeit von $50 \times 1 = 50 \text{ mkg}$ aufzuwenden.

Ein gut konstruierter Niederdruckzerstäuber vermag Heizöl mit günstigenfalls 100 mm Wassersäule Windpressung vollkommen zu zerstäuben, wenn die Zerstäubungsluft mindestens 50% der gesamten Verbrennungsluft beträgt. Da für 1 l Heizöl rund 10 cbm Luft erforderlich sind, so beträgt, die Zerstäubungsarbeit für 1 l Öl 500 mkg, wie aus der folgenden Berechnung ersichtlich:

Da die Zerstäubungsarbeit in diesem Falle von der komprimierten Luft geleistet wird, so ist hierbei die Arbeit zu berechnen, um 5 cbm Luft von 1 Atm. abs. auf 1,01 Atm. abs. zu komprimieren.

$$L = \int_{v_2}^{v_1} P \cdot dv$$

$$P \cdot v = P_1 \cdot v_1$$

$$P = \frac{P_1 \cdot v_1}{v}$$

$$\begin{aligned}
 L &= P_1 \cdot v_1 \int_{v_2}^{v_1} \frac{dv}{v} = P_1 \cdot v_1 \ln \frac{v_1}{v_2} \\
 &= P_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{p_2}{p_1} \\
 &= 50000 \cdot \ln 1,01 \\
 L &= 500 \text{ mkg}
 \end{aligned}$$

Die an einen Zerstäuberbrenner zu richtenden Anforderungen sind folgende:

1. die Zerstäubung soll eine vollkommene sein,
2. der Brenner soll eine möglichst weitgehende Regulierbarkeit aufweisen,
3. die Verbrennung des Öles soll eine vollkommene und rauchfreie sein,
4. das Auftreten einer Stichflamme soll vermieden werden,
5. die Inbetriebsetzung soll eine einfache und sichere sein.
6. Die zur Zerstäubung erforderliche Arbeit soll möglichst gering sein.

Die Lage des Brenners ist im allgemeinen so, daß seine Achse, d. h. die Richtung der austretenden Flamme, horizontal ist. Diese Anordnung ist diejenige, welche am einfachsten durchzuführen ist. Die stehende Anordnung, wobei der Brenner von unten nach oben bläst, hat vor allem den Nachteil, daß bei nicht vollkommenster Zerstäubung Öltropfen in die Düse zurückfallen und in die Luftleitung zurückfließen, so daß sich in derselben im Laufe der Zeit beträchtliche Ölmengen ansammeln können, welche den Luftdurchtritt erschweren und den Brenner verschmutzen. Bei hängender Anordnung ergibt sich der Nachteil, daß bei abgestellter Düse die im Ofen befindlichen heißen Gase aufsteigen, den Brenner ausglühen und in demselben etwa enthaltene Ölreste zum Verkoken bringen. Auch im Betriebe ist die Erhitzung des Brenners bedeutend stärker als bei liegender Anordnung.

Ein Verkoken von Öl tritt unter Umständen, d. h. bei starker Rückstrahlung der glühenden Ofenwände, in dem abgestellten Brenner auch bei horizontaler Brenneranordnung ein. Deswegen werden gewisse Brennerkonstruktionen mit einem besonderen Preßluft- oder Dampfanschluß ausgerüstet, welcher es gestattet, nach Außerbetriebsetzung des Brenners die Ölkanäle auszublasen. Vor allem ist dies wichtig bei solchen Brennerkonstruktionen, welche eine veränderliche Austrittsöffnung aufweisen und daher bewegliche Teile enthalten. Die Anordnung dieser beweglichen Teile soll hierbei derart sein, daß sowohl im Betriebe wie im Stillstand ein Benetzen mit Öl der aneinander gleitenden Flächen der beweglichen Teile ausgeschlossen ist, da sonst mit der Zeit ein Festbrennen dieser Teile unvermeidlich ist.

Bei der Anbringung und der Konstruktion der Brenner muß auch der ungleichmäßigen Wärmeausdehnung derselben Rechnung getragen werden. Die Wärmeausdehnung ist naturgemäß besonders stark an der

Mündung, welche durch die strahlende Wärme der Flamme und der glühenden Ofenwände stark erhitzt wird.

Bei solchen Heizölen, welche einen starken Säuregehalt aufweisen, ist es erforderlich, diesem Umstand durch eine geeignete Legierung des Materials der ölführenden Teile Rechnung zu tragen; evtl. müssen solche Teile, welche durch die Säure oder die starke Erhitzung einer besonderen Abnutzung unterworfen sind, auswechselbar gemacht werden. Neuerdings wird im allgemeinen als Material für den Brenner selbst Gußeisen, für die ölführenden Teile Bronze und Nickelstahl bevorzugt.

Die Zerstäuberbrenner für Druckzerstäuber werden auch teilweise aus keramischem Material hergestellt.

Die Verfahren zur Zerstäubung des Öles lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

1. Reine Zerstäuberfeuerungen (Druckzerstäuber).
2. Die Zerstäubung durch strömende Gase (Druckluft oder Dampf).
3. Kombination dieser beiden Arten.

Reine Druckzerstäuber. Bei der reinen Druckzerstäubung wird der Brennstoff durch eine besondere Pumpe auf einen Überdruck gebracht und mit diesem Druck unmittelbar in die Düse befördert, wo durch geeignete Maßnahmen die Zerstäubung vorgenommen wird. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich hierfür Drücke von 5—12 Atm. am besten eignen. Unter den Druck von 5 Atm. zu gehen ist nicht ratsam, da dann eine rauchfreie Verbrennung nicht mehr gewährleistet wird. Die Leistungsreglung findet in diesem Falle durch Reglung des Pumpendruckes statt. Bei Berücksichtigung einer maximalen Spannung von 12 Atm. und einer minimalen Spannung von 5 Atm. ist eine Leistungsverminderung bei diesem System bis zu zirka 60% möglich und dadurch bei Einbau von nur einem Brenner die größte Reguliermöglichkeit gegeben. Aus praktischen Gründen lassen sich Druckzerstäuber nur von 50 kg Stundenleistung an ausführen.

An sich genügt für den Betrieb einer reinen Druckfeuerung zur Zuführung der Verbrennungsluft ein genügend starker Schornsteinzug, wodurch besondere Gebläse und Rohrleitungen für die Preßluftherzeugung und Zuführung überflüssig werden. Bei Schornsteinzug findet die Luftregulierung durch Luftschieber statt. Ist jedoch einerseits der Schornsteinzug zur Ansaugung der notwendigen Luft nicht ausreichend oder will man eine gleichmäßige Regulierbarkeit des Verbrennungsvorganges mit dauerndem kleinsten Luftüberschuß erreichen, so wird man nicht darauf verzichten können, die Verbrennungsluft zwangsläufig zuzuführen, d. h. man wird in diesem Falle einen Ventilator aufstellen, der die erforderliche Verbrennungsluft erzeugt. Der Druck dieser Luft kann jedoch in diesem Falle niedrig gehalten werden, da die Zerstäubungsarbeit selbst durch die Ölpumpe geleistet wird. In der Praxis genügen schon 25—50 mm WS, um eine schnelle und genügende Vermischung der Verbrennungsluft und des Ölnebels zu erreichen.

Die Form der Flamme eines solchen Druckzerstäuber ist eine kurze Rundflamme von verhältnismäßig großem Durchmesser. Die Ausdehnung

der Flamme, verbunden mit den bei geringem Luftüberschuß auftretenden hohen Verbrennungstemperaturen kann leicht zu einer Überanstrengung der in der Verbrennungszone liegenden Kesselteile führen, insbesondere bei engen Verbrennungsräumen, z. B. Flammrohrkessel mit geringen Flammrohrdurchmessern. Außerdem ist an den Stellen, an denen die Flamme die Wandungen berührt, durch die starke Abkühlung Koksbildung zu befürchten.

Wie bereits erwähnt, ist es zur Zerstäubung des Öles notwendig, daß durch gewisse Kräfte der zusammenhängend aus der Ölaustrittsöffnung ausfließende Ölstrom in eine große Anzahl kleinster Flüssigkeitströpfchen zerlegt wird. Daraus geht hervor, daß diese Kräfte senkrecht zur Bewegungsrichtung des Ölstroms wirken müssen. Die wichtigste und wirksamste der senkrecht zur Strahlachse wirkenden Kräfte ist die Zentrifugalkraft: Wird dem Ölstrahl außer seiner axialen Bewegung durch geeignete Leitvorrichtungen gleichzeitig eine drehende Bewegung von genügender Größe erteilt, so wird die Zentrifugalkraft die Kohäsion der Flüssigkeitsteilchen überwinden und den Ölstrom zum Auseinanderfliegen bringen. Je höher das Öl vorgewärmt ist, desto dünnflüssiger ist es und desto leichter wird die Zentrifugalkraft die Kohäsion überwinden. Gleichzeitig hat die Ölvorwärmung noch eine zweite, die Zerstäubung fördernde Wirkung zur Folge: Die meisten Heizöle stellen ein Gemisch von Ölen verschiedenen Siedepunkts dar. Wird daher das Heizöl auf eine Temperatur vorgewärmt, die zwischen dem Siedepunkt der leichtest siedenden Bestandteile bei Atmosphärendruck und dem Siedepunkt derselben bei dem in der Düse herrschenden Druck liegt, so tritt bei Entspannung des Öls im Zerstäuber eine explosionsartige Dampfbildung ein, welche den Ölstrahl auseinanderreißt und die Wirkung der Zentrifugalkraft unterstützt. Diese Wirkung wird um so höher sein, je höher das Öl vorgewärmt ist. Als obere Grenze für die Vorwärmung muß diejenige Temperatur gelten, bei der gerade noch eine Dampfbildung in der Rohrleitung unterbleibt.

Die rotierende Bewegung des Ölstrahls kann auf verschiedene Weise erzielt werden. Die einfachste Form eines derartigen Zerstäubers zeigt Abb. 11¹⁾. Der Zerstäuber besteht aus einem Rohr, dessen eines Ende durch eine vermittelst einer Überwurfmutter gehaltene Platte aus 0,5 mm Blech verschlossen ist. In der Mitte dieser Platte befindet sich ein kreisrundes Loch von 1,5 mm ϕ auf der Innenseite, das sich nach der Außenseite der Platte zu stark konisch erweitert. Eine derartige Öffnung hat einen sehr geringen Ausflußkoeffizienten, d. h. die in der Zeiteinheit ausfließende Menge bleibt wesentlich hinter der theoretischen zurück oder mit anderen Worten, die tatsächliche Ausflußgeschwindigkeit ist kleiner als die theoretische. Gleichzeitig tritt eine starke Drehung des Ölstrahls auf. Die

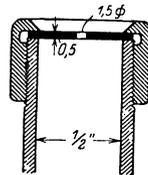


Abb. 11.

¹⁾ S. Essich: Über Öldruckzerstäuber, Feuerungstechnik 1915, S. 67.

Differenz zwischen der aus der theoretischen Ausflußgeschwindigkeit errechneten kinetischen Energie und der aus der tatsächlichen axialen Ausflußgeschwindigkeit sich ergebenden kinetischen Energie stellt die Rotationsenergie des austretenden Strahles dar. Je kleiner also der Ausflußkoeffizient, desto stärker die Rotation des Strahles und desto stärker die zerstäubende Wirkung. Versuche mit einem derartigen Zerstäuber von den angegebenen Abmessungen ergaben, daß derselbe bei einem Druck von nur $2,5 \text{ kg/cm}^2$ stündlich 30 kg Teeröl von 15° C zu zerstäuben vermochte. Eine zweite Ausführung zeigt Abb. 12. Auch hier ist das Ende des Zerstäubers durch eine eingeschweißte Platte mit sich stark erweiterndem, innen scharfkantigem Loch verschlossen. Die Drehbewegung des Ölstrahles wird hier dadurch gefördert, daß das Öl bereits vor dem Durchtritt durch dieses Loch eine Drehbewegung erhält, indem das Öl in tangentialer Richtung in den vor dem Loch befindlichen kreisrunden Raum eintritt. Das Zerstäuberrohr sitzt axial im Konus eines Hahns, durch dessen Drehung der Ölzufluß reguliert bzw. abgesperrt werden kann.

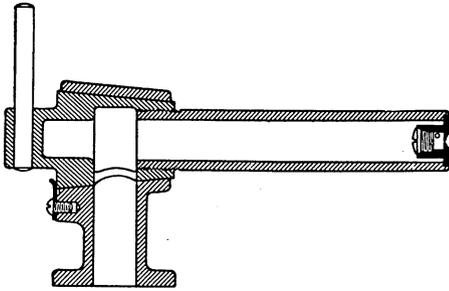


Abb. 12.

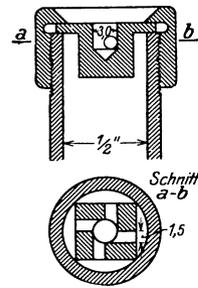


Abb. 13 u. 14.

Eine weitere Ausführung zeigen Abb. 13 und 14¹⁾. Der Zerstäuber besteht aus einem durch eine Überwurfmutter im Zuleitungsrohr gehaltenen Einsatzstück, welches eine nach außen offene Bohrung von 3 mm Durchmesser enthält. Tangential in diese Bohrung münden vier Bohrungen von $1,5 \text{ mm}$ Durchmesser vom Zuführungsrohr her. Das durch diese Bohrungen in die Düse eintretende Öl erteilt dem Ölstrom eine lebhaftere Drehbewegung, welche ihn nach Verlassen der Düse zum Auseinanderfliegen bringt.

Abb. 15 zeigt die Konstruktion des Zentrifugalzerstäubers der Westfälischen Maschinenbau-Industrie (Lizenz Körting), welcher im wesentlichen mit dem Körtingschen Zentrifugalzerstäuber übereinstimmt. Der Zerstäuber enthält in seinem Mundstück einen zentralen, mit Schraubengängen versehenen Dorn. Das durch die Düse strömende Öl wird durch die Schraubengänge zu einer Drehbewegung gezwungen, welche nach dem

¹⁾ S. Essich: Über Öldruckzerstäuber, Feuerungstechnik 1915, S. 67.

Verlassen der Düse den Ölstrahl zerstäubt. Das Ölzuführungsrohr ist außen durch einen Wärmeschutzmantel gegen Überhitzung geschützt. Der Zerstäuber ist durch einen aufklappbaren Bügel mit Druckschraube gehalten und nach Lösen dieser Schraube leicht auszuwechseln. Die

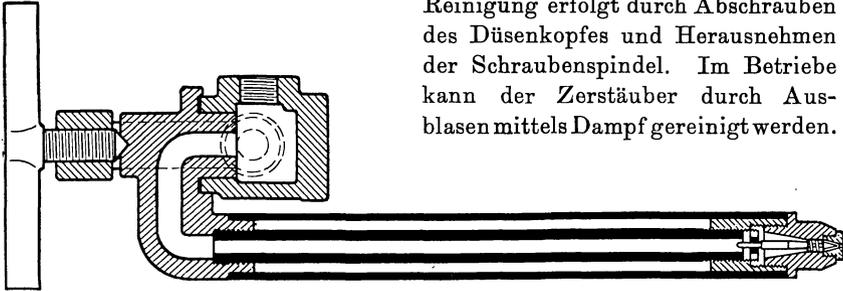


Abb. 15.

Reinigung erfolgt durch Abschrauben des Düsenkopfes und Herausnehmen der Schraubenspindel. Im Betriebe kann der Zerstäuber durch Ausblasen mittels Dampf gereinigt werden.

Bei dieser Zerstäuberkonstruktion treibt die Zentrifugalkraft den ganzen austretenden Strahl auseinander und begünstigt dadurch eine hohlkegelartige Ausbreitung des Öls, welche in gewissen Fällen nicht erwünscht ist; durch eine Ausbildung des Mundstücks nach Abb. 16 kann dieser Mißstand behoben werden. Der durch die hohle Schraubenspindel austretende axiale Ölstrahl füllt bei einer Zerstäubung und Verdampfung den Innenraum des Zerstäubungshohlkegels aus.

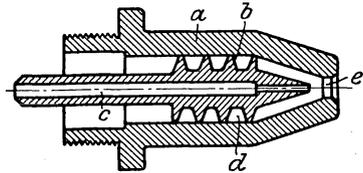


Abb. 16.

Abb. 17 zeigt einen fertig zusammengesetzten Brenner. Die Luftzuführung wird durch Verstellung der Luftschlitze in einem kegelstumpfförmig den Zerstäuber umgebenden Blechmantel vermittelt Handrad und Zahnkranz geregelt. Wichtig ist bei Anwendung von Druckzerstäubern für Industrieofenfeuerungen eine hohe Vorwärmung der Verbrennungsluft, durch welche eine momentane Vergasung der in den Luftstrom geschleuderten feinen Ölteilchen und dadurch eine rasche und vollkommene Verbrennung erzielt wird. Die Vorwärmung wird bei Anwendung von Regeneratoren unter Umständen bis auf 100°C getrieben.

Abb. 18 zeigt den Babcock und Wilcox-Zerstäuber. Derselbe besteht aus einem Gehäuse *b*, welchem das Öl bei *c* zugeführt wird. An dem Gehäuse *b* befindet sich das Mundstück *a* mit der Ölaustrittsöffnung *e*. Zentrisch im Gehäuse ist eine bei Drehung einer Kappe *d* axial verschiebbare Spindel *f* angeordnet. Diese besitzt an ihrem vordersten Ende Gewindegänge, durch welche das Öl eine Drehbewegung erhält. Durch diese Gewindegänge hindurch sind Längsnuten *g* gefräst, welche ebenfalls dem Öl Durchtritt gewähren. Durch die sich nahezu im Winkel von 90° kreuzenden Ströme soll eine besonders gute Zerstäubungswirkung

erreicht werden. Die Regulierung erfolgt durch Drehung der Spindel f , indem die Stirnfläche dieser Spindel der Öffnung e mehr oder weniger genähert wird und sie dadurch mehr oder weniger verschließt.

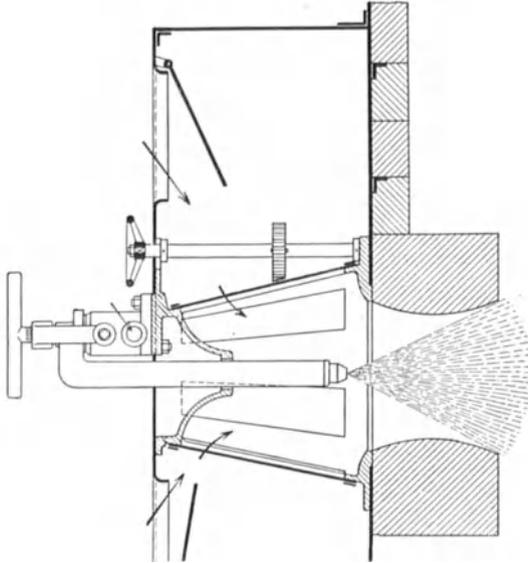


Abb. 17.

Die Verbindung eines Zentrifugalzerstäubers mit künstlicher Luftzufuhr zeigt Abb. 19. Diese Feuerung ist besonders als Reserve für eine Kohlenstaubfeuerunggedacht. Bei Nichtbenutzung kann die Ölfeuerung aus der Luftzuführung herausgezogen werden ¹⁾.

Zerstäubung durch strömende Gase. Bei der Zerstäubung durch strömende Gase strömt das Öl drucklos der Düse zu, während durch besondere Gebläsekomprimierte Luft bzw. bei Dampfzerstäubung der hochgespannte Dampf die Energie zufüh-

ren, die zur Zerstäubung notwendig ist. Die mit einer wesentlich größeren Geschwindigkeit strömenden Luft (bzw. Dampf) reißen dabei den Flüssigkeitsstrom in viele kleine Teilchen. Entsprechend dem von S. 18

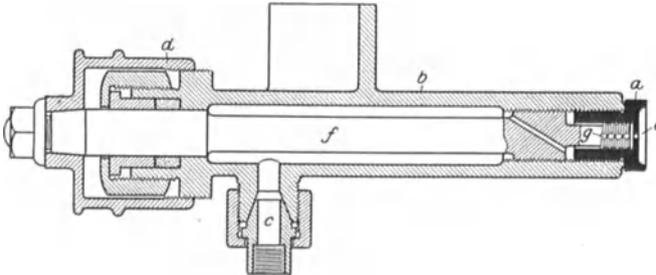


Abb. 18.

Gesagten, müssen diese Brenner Anwendung finden, wenn die zu zerstäubende Ölmenge unter 50 kg Stundenleistung sinkt.

Im Gegensatz zu der bei reinen Zentrifugalbrennern auftretenden breiten Rundflamme hat die Flamme bei diesen Brennern eine lange, schmale Form. Man unterscheidet je nach der Art der angewandten Zer-

¹⁾ St. u. E., 1915, S. 969.

stäubungsart Hochdruckzerstäuber, Niederdruckzerstäuber und Dampfzerstäuber.

Bei Druckluftzerstäubern unterscheidet man zwischen Hochdruck- und Niederdruckzerstäubern. Die Zerstäubungsarbeit kann entweder, wie beim Hochdruckbrenner durch eine kleine Luftmenge von großer Pressung, oder wie beim Niederdruckbrenner durch eine große Luftmenge von kleiner Pressung geleistet werden. Die Vor- und Nachteile beider Arten sind folgende:

Beim Hochdruckzerstäuber wird gewöhnlich ein kleinerer Teil der gesamten Verbrennungsluft zur Zerstäubung benutzt als beim Niederdruckzerstäuber. Aus dieser Tatsache ergibt sich die im allgemeinen größere Regulierbarkeit des Hochdruckbrenners, was aus folgendem Beispiel ersichtlich ist:

Ein Hochdruckbrenner, der nach Annahme mit einer Preßluftmenge von 10% der notwendigen Gesamtluft arbeitet, läßt die Regelung der Ölzufuhr auf $\frac{1}{10}$ der normalen Ölzufuhr zu, ohne daß bei gleichbleibender Zerstäubungsluftmenge ein Luftüberschuß bei der Verbrennung auftreten kann. Berücksichtigt man die weitere Regulierungsmöglichkeit, die über dieses Maß hinaus noch in der praktisch möglichen Veränderung der Zerstäubungsluftmenge liegt, so ist eine weitere zusätzliche Leistungsänderung möglich. Die Regulierungsmöglichkeit durch Veränderung der Zerstäubungsluftmenge ist abhängig von dem kleinsten Luftdruck, mit welchem noch eine einwandfreie Zerstäubung durch die Düse erreicht wird. Bezeichnet man diesen Druck durch p_{\min} , mit p den zur Verfügung stehenden Normaldruck, so ist die Regulierfähigkeit nach unten, in Prozent der vollen Brennerleistung ausgedrückt, angenähert

$$x = 100 \sqrt{\frac{p}{p_{\min}}}$$

Bei derartigen Hochdruckbrennern wird der restliche Teil der Verbrennungsluft, der nicht bereits als Zerstäuberluft zugeführt ist, in den meisten Fällen durch natürlichen Zug angesaugt. Nur bei hochforcierten Anlagen (z. B. Schiffskesselanlagen auf Torpedobooten usw.) wird die zusätzliche Verbrennungsluft durch besondere Gebläse erzeugt und dem Öl-brenner zugeedrückt. Die dafür in Frage kommenden Drucke liegen etwa zwischen 200—500 mm WS. Außer dem Nachteil, daß die Zuführung der gesamten Verbrennungsluft als Preßluft den Vorteil der guten Regulierbarkeit der Hochdruckbrenner hinfällig machen würde, werden durch ein solches Verfahren die Betriebskosten unnötig gesteigert.

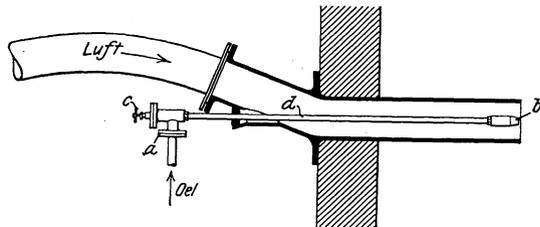


Abb. 19.

Im Gegensatz dazu muß bei Niederdruckbrennern ein größerer Teil der gesamten Verbrennungsluft zur Zerstäubung herangezogen werden, bei einigen Konstruktionen wird hierfür sogar die gesamte Verbrennungsluft benutzt. Aus den obenstehenden, bei den Hochdruckbrennern angestellten Überlegungen ergibt sich ohne weiteres, daß hierdurch die Regulierbarkeit dieser Feuerungen geringer ist. Immerhin ist bei gut durchdachten Konstruktionen auch bei Niederdruckbrennern eine Regulierfähigkeit bis auf 25% der vollen Leistung möglich. Mit solchen Regulierungsmöglichkeiten ist in den meisten Fällen auszukommen. Ein Vorteil des Niederdruckbrenners dagegen gegenüber den Hochdruckbrennern ist seine infolge der geringeren Strömungsgeschwindigkeit leichtere Inbetriebsetzung, die Möglichkeit der Verwendung von einfachen, billig arbeitenden Ventilatoren (Kapselgebläse), die verringerte Stichflammenbildung sowie das geringe Geräusch im Betriebe. Die Niederdruckbrenner werden insbesondere überall da angewendet, wo es sich um die Verbrennung kleinerer Ölmenge handelt.

Ganz allgemein sei darauf hingewiesen, daß sich die Kosten für Niederdruckzerstäuber sowohl was Anschaffung wie auch was den Betrieb anbetrifft, billiger stellen als die Hochdruckbrenner. Es ist auch bequemer mit niedrigen Drücken zu arbeiten, da die Möglichkeiten von Störungen in demselben Maße steigen, wie der Druck erhöht wird; letzteres ist besonders wichtig, weil in der Regel zur Bedienung von kleineren Ölfeuerungen nur ungeschultes Personal zur Verfügung steht. Bei Niederdruckbrennern kann der Düsendurchmesser in Millimetern nach der angenäherten Erfahrungsformel

$$D = \frac{K \cdot \sqrt{Q \cdot a}}{\sqrt[4]{p_0}}$$

ermittelt werden, wobei p_0 den Druck vor der Düse in mm WS, Q die stündliche Ölmenge in kg, a das Verhältnis der durch die Düse gehenden zur gesamten Verbrennungsluft bedeutet. Der Faktor K ist bei stoßfreier Luftführung in der Düse mit 35, bei Düsen mit tangentialer Luftbewegung mit bis zu 38 einzusetzen.

Dampfzerstäubung wird im allgemeinen nur bei Kesselfeuerungen angewendet, weil dort Dampf ohnehin zur Verfügung steht, und die Verringerung der Flammentemperatur durch den Dampfzusatz hier weniger schädlich ist als bei Industriefeuerungen. Wichtig ist aber auch bei Dampfzerstäubern eine möglichst hohe Überhitzung des Dampfes. Nicht nur wird dadurch der prozentuale Dampfbedarf verringert, sondern es wird auch eine heißere Flamme erzielt. Naßdampf ist auf jeden Fall zu vermeiden.

Die nachstehenden Abbildungen geben eine größere Anzahl von ausgeführten Brennerkonstruktionen wieder. Abb. 20 zeigt den Bueßbrenner, eine der ältesten deutschen Konstruktionen. Derselbe besteht im wesentlichen aus drei ineinandergesteckten Düsen. Die innerste ist axial verstellbar und regelt dadurch den Ölzufluß. Sie ist durch ein

biegsames Rohr mit dem an die äußerste Düse angeschlossenen Hauptluftanschluß verbunden. Die Anordnung ist also derart, daß der Ölstrom von innen und außen durch die Luft erfaßt und zerstäubt wird. Der Brenner ist an seinem Mundstück mit einem kegelartig geformten Draht-

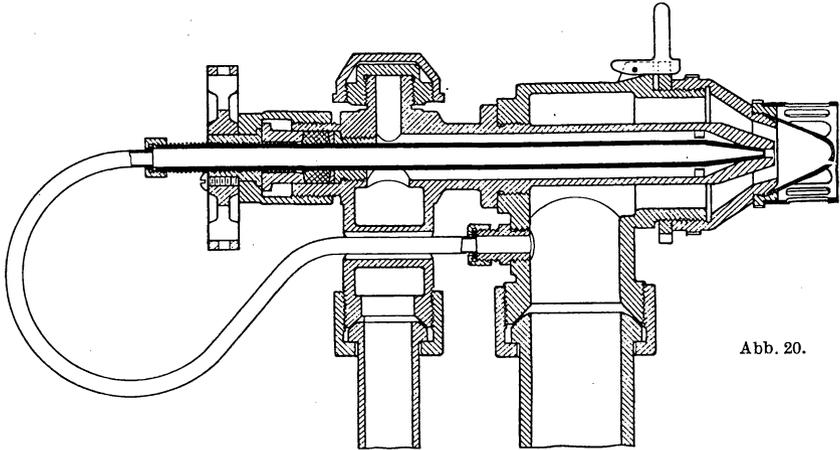


Abb. 20.

sieb ausgestattet, welches eine Dämpfung des infolge der hohen Luftpressung starken Geräusches bewirkt. Dieses Sieb ist an einem Ring befestigt und abschraubbar. Wenn der Brenner gereinigt werden soll, wird die Siebkappe durch eine geschlossene Kappe ersetzt, die Luft tritt dadurch in die Ölleitung zurück und bläst dieselbe aus. Der Brenner arbeitet mit Luftpressungen von 0,3 Atm. aufwärts.

Eine weitere Konstruktion eines Hochdruckbrenners zeigt Abb. 21. Derselbe besteht aus einem inneren Luftrohr, welches in eine Laval-Düse

mündet. Das mantelförmig das Luftrohr umgebende Öl fließt dieser Düse an der engsten Stelle durch kleine Bohrungen radial zu. Die Regulierung der Preßluftzufuhr erfolgt durch einen in der Brennerachse angeordneten Hahnkonus. Dieser Konus wird durch eine Feder in seine

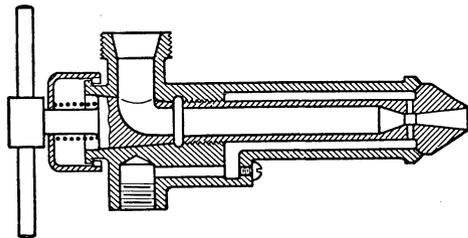


Abb. 21.

Bohrung gepreßt. Die Feder wiederum ist durch eine vermittelt eines Bajonettverschlusses in einfachster Weise gesicherte Überwurfkappe gehalten. Durch einfaches Drehen des Bajonettverschlusses kann der Hahnkonus herausgenommen und die Düse gereinigt werden. Der Zerstäuber arbeitet mit Pressungen von 0,1 Atm. aufwärts.

Abb. 22 zeigt eine mit Preßluft oder Dampf arbeitende Zerstäuberdüse, welche infolge Rotation des Dampf- bzw. Preßluftstrahls eine stark

streuende Flamme ergibt. Der Zerstäuber besteht aus einem Gehäuse, an welches eine Preßluft- oder Dampfleitung angeschlossen ist. Axial im Gehäuse befindet sich ein vorn erweitertes Ölrohr, dessen Ölzufuß durch ein Nadelventil regulierbar ist. Unmittelbar hinter der Erweiterung des Ölrohrs münden in dieses vom Luftraum her vier tangentielle Bohrungen, so daß in dieser Erweiterung ein stark wirbelnder Preßluft-

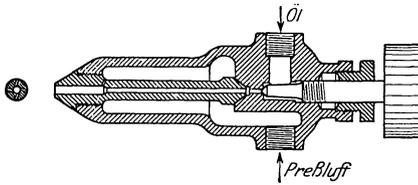


Abb. 22.

bzw. Dampfstrahl entsteht, welcher nicht nur eine äußerst feine Zerstäubung herbeiführt, sondern auch sich nach Verlassen der Düse schnell ausbreitet und dadurch eine kurze, heiße Flamme erzeugt. Zum Betriebe genügt Preßluft von 0,15—0,25 Atm.

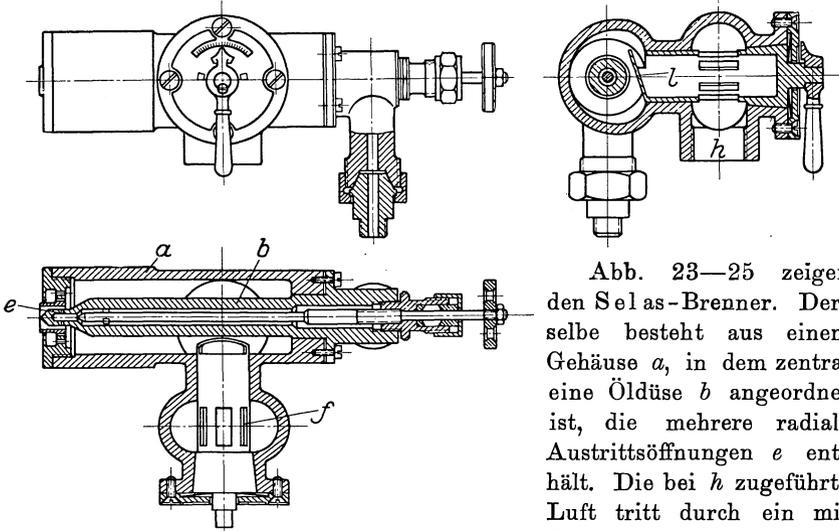


Abb. 23 bis 25.

Abb. 23—25 zeigen den Selas-Brenner. Derselbe besteht aus einem Gehäuse *a*, in dem zentral eine Öldüse *b* angeordnet ist, die mehrere radiale Austrittsöffnungen *e* enthält. Die bei *h* zugeführte Luft tritt durch ein mit Schlitz *f* versehenes Rohr,

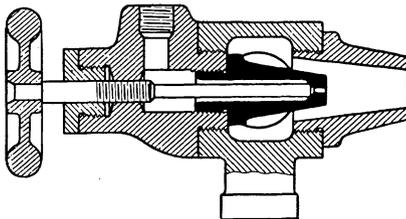


Abb. 26.

welches drehbar angeordnet ist, in das Gehäuse ein. An der Austrittsseite des Zerstäubers sind konzentrisch zwei Düsen angeordnet; durch die innere Düse, in welcher die Zerstäubung erfolgt, tritt ein Ölluftgemisch aus, welches durch die äußere Düse mit einem reinen Luftmantel umgeben wird. Wenn das Rohr *f* die in der Abbildung

gezeichnete Stellung hat, so erhält die Luft im Gehäuse durch die Zunge *l* eine rotierende Bewegung, so daß sich eine stark streuende Flamme er-

gibt. Wird das Rohr f um 90° gedreht, so hört diese rotierende Bewegung der Luft auf und es ergibt sich eine langgezogene Flamme. Das Ölrohr b ist zwecks Reinigung der Düse e herausnehmbar. Der Brenner arbeitet mit Luft von 1500 mm WS.

Abb. 26 zeigt den DeFries-Brenner. Dieser besteht aus einem auswechselbaren Mundstück, in welchem zentral eine durch ein Nadelventil regelbare Öldüse angeordnet ist. Der Brenner arbeitet mit einem Luftdruck von 1500 mm WS.

Eine zweite Konstruktion derselben Firma zeigt Abb. 27. Diese Konstruktion besitzt mehrere ineinander liegende Düsen l , k , b und s , zwischen welchen drei ringförmige und ein innerer kreisförmiger Querschnitt verbleiben. Durch das innerste Rohr sowie durch die beiden äußeren ringförmigen Querschnitte tritt Luft aus, durch den zwischen den Rohren b und s befindlichen ringförmigen Raum Öl. Das Luftrohr s besitzt an seinem äußeren Ende einen mit einer scharfen Kante versehenen Kopf. Durch Drehung des Handrades m läßt sich dieser Kopf verschieben und die Ölmenge regeln. Durch Drehung des Handrades v wird die durch das zentrale Luftrohr strömende Luftmenge verändert. Die Mischung von Luft und Öl findet im vordersten Teil der Düse statt.

Abb. 28 und 29 zeigen den Boye-Brenner. Derselbe besteht aus einem durch ein Handrad regelbaren Nadelventil, an welches sich ein nach der Düse führendes Ölrohr anschließt. Dieses Ölrohr ist an seinem äußersten Ende stark verdickt und mit einer konischen Dichtungsfläche versehen. Diese Dichtungsfläche bewegt sich gegen eine entsprechende Fläche des verschiebbaren Brennermundstücks, wodurch die aus-

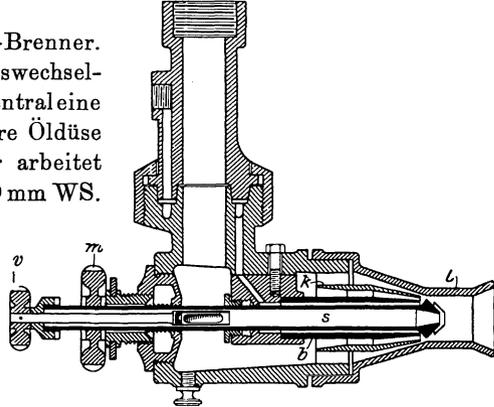


Abb. 27.

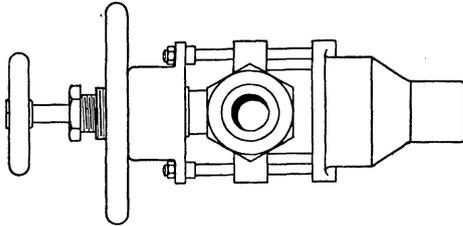
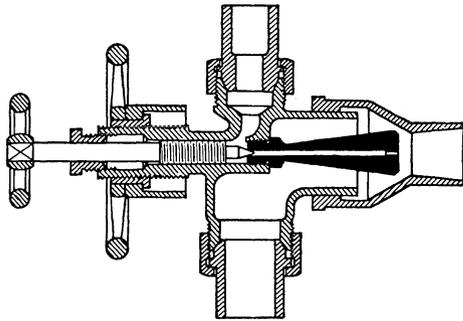


Abb. 28 und 29.

tretende Luftmenge geregelt werden kann. Die Verschiebung des Brennermundstück erfolgt durch das größere Handrad, welches durch zwei Zugstangen seine axiale Bewegung auf das Mundstück überträgt. Der Brenner arbeitet mit Preßluft von 1000 bis 2000 mm WS und ist besonders zur Beheizung kleinerer Öfen vielfach ausgeführt worden.

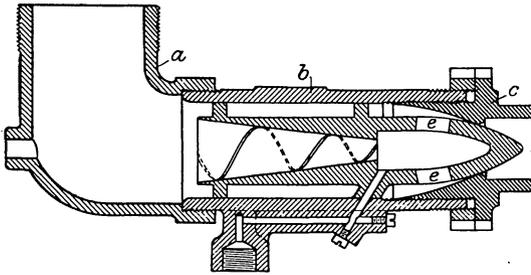


Abb. 30.

Abb. 30 zeigt den Poetter-Brenner. Er besteht aus einem winkelförmigen Gehäusestück *a*, an welches sich ein zylindrischer Teil *b* anschließt. Letzterer besitzt an seinem vorderen Ende ein Mundstück *c*, welches mit Gewinde eingesetzt ist und durch Drehung in axialer Richtung verschoben werden kann. Im Gehäuse *b* befindet sich eine sich konisch verengende und mit Innengewinde versehene Büchse, in der die Luft eine schraubenförmige Bewegung erhält. In den vorderen weiteren

Teil dieses Einsatzes tritt von untenher Ölein und wird in lebhaftem Wirbelung versetzt und zerstäubt. Der Ölluftnebel tritt durch Schlitze *e* in den äußeren Ringraum

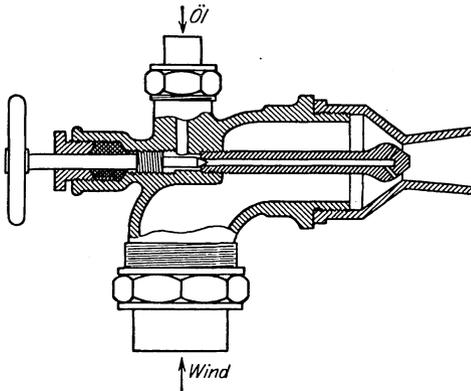


Abb. 31.

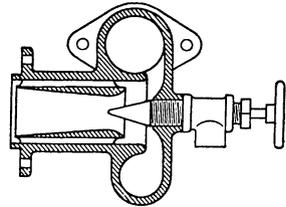


Abb. 32.

aus, wo er von einem äußeren Luftmantel erfaßt wird und sich mit diesem mischt. Der Brenner arbeitet mit einer Luftpressung von 400 mm WS.

Abb. 31 zeigt den Pierburg-Brenner. Die Konstruktion ist ähnlich wie die des Boye-Brenners. Sie ist lediglich einfacher gehalten, insofern als die axiale Verschiebung des Mundstücks und damit die Regulierung der Luftmenge durch einfaches Drehen des mit Gewinde versehenen Mundstücks erfolgt. Der Brenner arbeitet mit 1000 mm WS Windpressung.

Eine weitere Brennerkonstruktion zeigt Abb. 32. Dieselbe besitzt ein um ein zylindrisches Gehäuse angeordnetes Spiralrohr, welches der

Luft im Gehäuse eine rotierende Bewegung erteilt. Im Gehäuse befindet sich eine zweite konzentrische Düse. In dieser inneren Düse ist eine Öldüse angeordnet. Die Ölmenge wird durch ein Nadelventil reguliert. Das in der inneren Düse zerstäubte Öl wird bei seinem Austritt durch einen Mantel von reiner Zusatzluft umgeben, durch welchen das vom Rande der inneren Düse etwa abtropfende Öl in die Flamme geblasen wird.

Abb. 33—35 zeigen den Schmidt-Brenner. Derselbe besteht aus einem Gehäuse *k*, welchem die Luft durch eine Drosselklappe *g* regulierbar zugeführt wird. Im Gehäuse befindet sich eine äußere Düse *p* und eine innere Düse *n*. Letzterer strömt die Luft durch Tangentialschlitz *r*

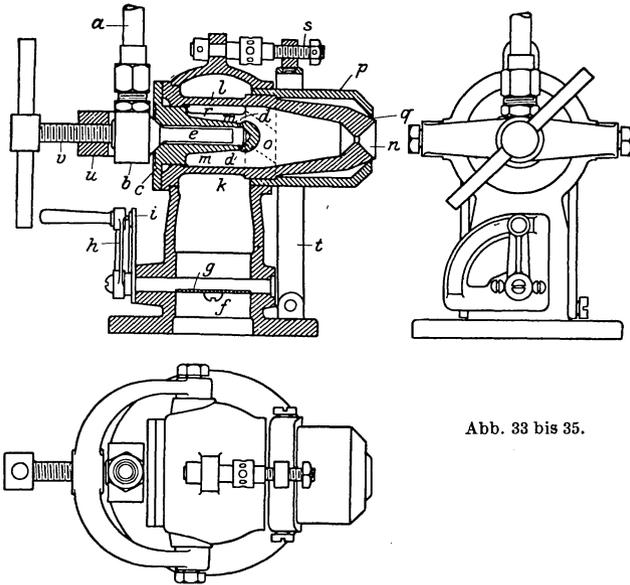


Abb. 33 bis 35.

zu. In den zwischen beiden Düsen befindlichen Ringraum tritt die Luft durch Kanäle *o*. Das bei *a* zugeführte Öl tritt nach Passieren eines Filters *e* durch eine Anzahl feiner Bohrungen *d* in den inneren Düsenraum, wo es durch die wirbelnde Luft erfaßt und zerstäubt wird. Der bei *n* austretende Ölnebel wird durch den ringförmigen Schlitz *q* mit einem Zusatzluftmantel umgeben. Die Größe dieses Schlitzes und damit die Menge der Zusatzluft läßt sich durch axiale Verschiebung der Düse *p* vermittelst Drehung der Schraube *s* regeln. Nach Lösung der Knebel-schraube *v* und Zurückklappen des Bügels *n* kann die Ölzuleitung samt dem Ölsieb *e*, der Öldüse *m* und der inneren Luftdüse *l* herausgezogen und gereinigt werden.

Abb. 36—38 zeigen den Haßler-Brenner. Derselbe besteht aus einem Gehäuse *a*, welches ein axial verschiebbares Düsenrohr *e* enthält. Letzteres ist außen mit einem ventilartigen Flansch *g* versehen. Durch

das Rohr *e* wird der Luftstrom in einen äußeren und inneren Strom unterteilt. Der äußere Strom kann vermittelt axialer Verschiebung des Düsenrohres *e* geregelt werden. Vor dem Ende des Düsenrohres *e* befindet sich ein Rohr *c*, dessen Ende *f* flachgedrückt und fächerartig abgeschnitten ist. Das bei *h* zutretende Öl wird vermittelt der durch

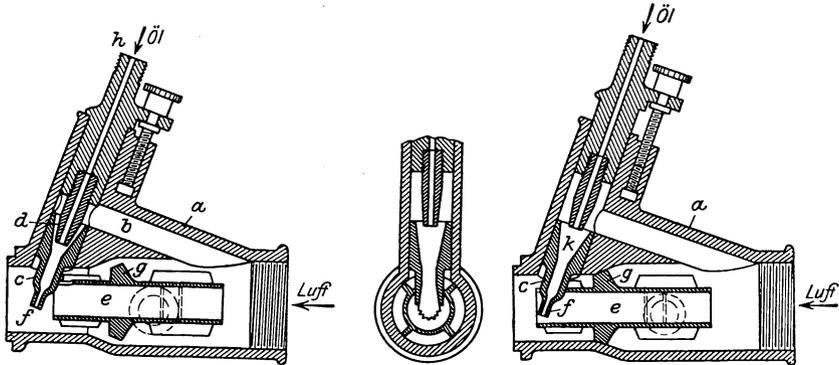


Abb. 36 bis 38.

den Umföhrungskanal *b* und den ringförmigen Düsenraum *d* strömenden Luft injektorartig angesaugt. Die im Düsenrohr *e* strömende Luft wird durch das vor der Öfönung befindliche Rohr *f* auseinandergetrieben, ergibt also, wenn das Ventil *g* (s. Abb. 37) geschlossen ist, eine stark streuende Flamme. Ist *g* geöfönet, so werden die auseinanderstrebenden Luftströme durch den axial gerichteten ringförmigen Luftstrom wieder

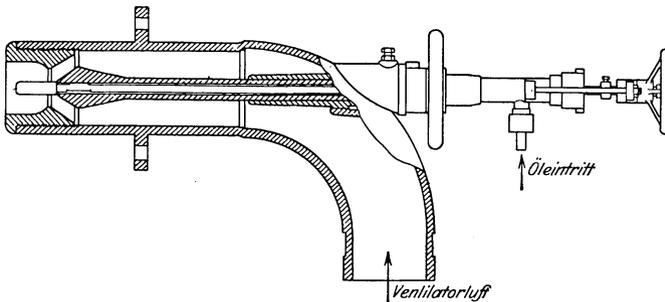


Abb. 39.

der axialen Richtung genähert, so daß sich eine lange, wenig streuende Flamme ergibt.

Abb. 39 zeigt den Humboldt-Brenner. Derselbe besitzt eine regelbare Luftaustrittsöfönung. Das der zentral angeordneten Öldüse zufließende Öl kann durch ein Nadelventil geregelt werden.

Abb. 40—43 zeigen den Custodis-Brenner. Derselbe ist als Flachbrenner ausgebildet. Er besteht im wesentlichen aus einem feststehenden und einem beweglichen Teil. Durch seitliches Ausschwenken des oberen,

die eigentliche Düse enthaltenden beweglichen Teils wird gleichzeitig die Luftzufuhr abgesperrt. Die von oben erfolgende Ölzufuhr kann durch

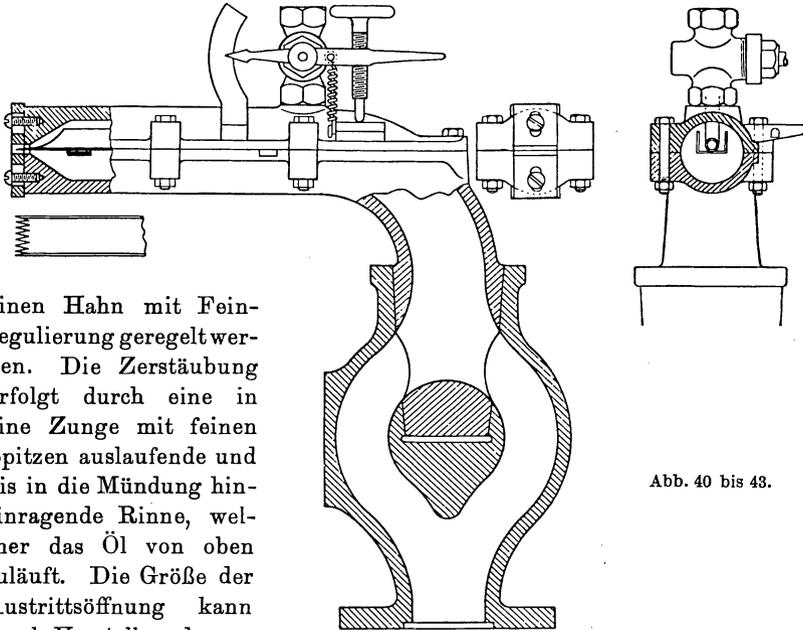


Abb. 40 bis 43.

einen Hahn mit Feinregulierung geregelt werden. Die Zerstäubung erfolgt durch eine in eine Zunge mit feinen Spitzen auslaufende und bis in die Mündung hineinragende Rinne, welcher das Öl von oben zuläuft. Die Größe der Austrittsöffnung kann durch Verstellen der an der Mündung angeordneten Platten geregelt werden.

Eine weitere Konstruktion eines Flachbrenners zeigen die Abb. 44 und 45. Vom Anschlußflansch des Brenners aus geht der Querschnitt allmählich aus der runden Form in die flachrechteckige Form über, wobei sich der Querschnitt in der Austrittsöffnung auf $\frac{1}{3}$ des runden Querschnitts verringert. Dadurch, daß, von oben gesehen, die beiden äußersten Fäden des die Düse verlassenden Luftstroms einen Winkel von etwa 60° miteinander bilden, wird erreicht, daß, im Gegensatz zu der vorher erwähnten Brennerkonstruktion, sich tatsächlich hier eine fächerförmig sich ausbreitende Flamme ergibt. Die gleichmäßige Verteilung des Öls über die ganze Breite erfolgt durch einen über der Düse liegenden Kanal, welcher eine größere

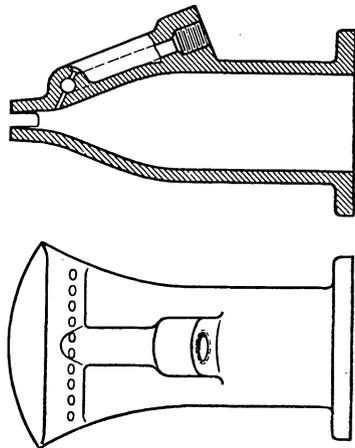


Abb. 44 und 45.

Anzahl feiner, schräg nach unten gerichteter Austrittsöffnungen besitzt.

Den Niederdruckbrenner von Essich mit regelbaren Düsenöffnungen

zeigt Abb. 46. Derselbe besteht aus dem Hauptgehäuse, welches in seinem der Feuerung zugekehrten Teil eine feuerfeste Ausfütterung besitzt, um eine zu starke Erhitzung des Brenners zu vermeiden. Diese feuerfeste Ausfütterung schließt gleichzeitig den Düsenkanal nach außen ab. Durch eine Öffnung in der feuerfesten Ausfütterung, welche gewöhnlich durch

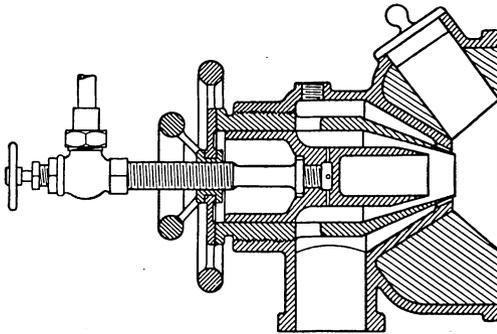


Abb. 46.

einen Deckel verschlossen ist, kann zur Inangangsetzung des Brenners eine Lunte eingeführt sowie die Flamme beobachtet werden. Innerhalb der eigentlichen Düse befindet sich eine zweite, welche an ihrem hinteren Ende in eine mit Gewinde versehene Buchse ausläuft, die vermittelst des großen Handrades gedreht und somit in der Längsrichtung verstellt werden kann. Diese

Buchse besitzt mehrere am Umfang angeordnete tangentiale Schlitzte, durch welche die Luft in tangentialer Richtung in diese Düse eintritt. Die Austrittsöffnung dieser inneren Düse wird geregelt durch einen in ihr zentrisch geführten Ventilkörper, welcher innerhalb der Düse durch Drehung des kleineren Handrades axial verschiebbar ist.

Die Ölzuführung erfolgt zentral in den Ventilkörper, in welchem das Öl durch mehrere radiale Bohrungen gleichmäßig verteilt wird. Die Arbeitsweise des Brenners ist derart, daß die von unten eintretende Luft zum Teil durch die tangentialen Schlitzte in die innere Düse eintritt, wo sie infolge ihrer lebhaften Rotation das Öl mitreißt und zerstäubt und als kegelförmiger Strahl die innere Düse verläßt. Der übrige Teil der Luft tritt unmittelbar durch den zwischen der inneren und äußeren Düse verbleibenden ringförmigen Spalt aus. Durch Drehung des großen Handrades kann die Stärke dieses Luftmantels, durch Drehung des kleineren Handrades die Menge der die innere Düse verlassenden Luftmenge geregelt werden. Da durch Verschiebung des Ventiltellers nach der Düsenöffnung zu nicht nur die Austrittsöffnung der inneren Düse, sondern auch im gleichen Verhältnis die tangentialen Schlitzte verengert werden, so ist das Verhältnis der axialen Geschwindigkeit zur tangentialen Geschwindigkeit bei allen Belastungsverhältnissen des Brenners konstant, so daß sich auch der Winkel, unter dem die Flamme sich ausbreitet, nicht ändert, was für die Wärmeverteilung bei vielen Öfen von Vorteil ist.

Da dieser Brenner infolge seiner regelbaren Öffnung auch bei Teilbelastung mit dem vollen zur Verfügung stehenden Druck arbeiten kann, so ist es möglich, mit dem Zerstäubungsdruck sehr weit herunterzugehen.

Bei einer Vorwärmung von Teeröl auf 50° ergibt ein Winddruck von 80 mm WS noch eine befriedigende Zerstäubung.

Abb. 47 zeigt den Teerbrenner von Lipinski, der besonders für die Verfeuerung minderwertiger, zähflüssiger Brennstoffe bestimmt ist.

Derselbe besteht aus zwei ineinander angeordneten Rohren, von denen das äußere sich verengt, das innere sich nach der Mündung zu erweitert. Durch Zwischenräume zwischen dem äußeren und dem inneren Rohr strömt der Gebläsewind. Im inneren Rohr

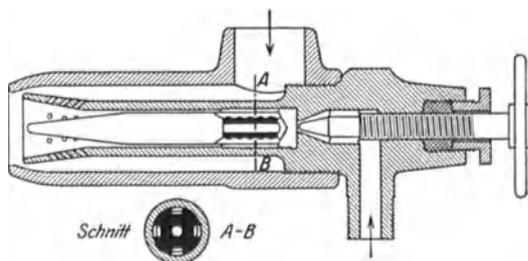


Abb. 47.

ist mit geringem Spiel ein spitz zulaufender Dorn zentrisch befestigt. Durch den verbleibenden engen, ringförmigen Querschnitt strömt, durch ein Nadelventil regelbar, das Heizöl. Im vorderen sich erweiternden Teil des inneren Rohres sind mehrere zur Achse des Brenners geneigte Öffnungen angeordnet, durch welche der größte Teil der Verbrennungsluft in den Ölkanal über-

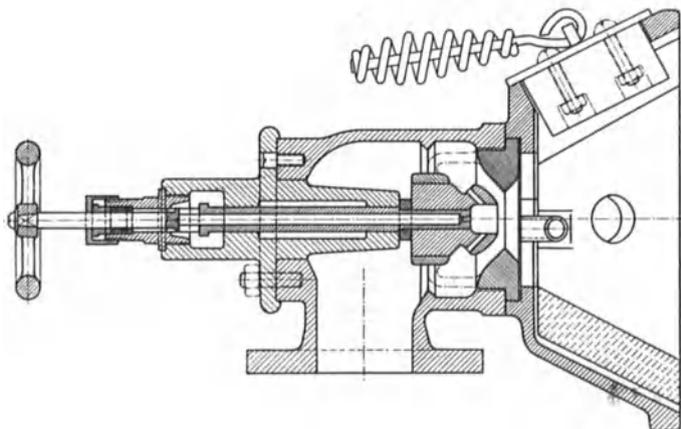


Abb. 48.

tritt. Durch die starke Unterteilung des Luftstroms wird der Luft eine künstlich stark vergrößerte Angriffsfläche auf das Öl geschaffen und selbst bei niedriger Windpressung eine befriedigende Zerstäubung des Öls erreicht. Der erforderliche Winddruck beträgt bei einer Vorwärmung von Teer auf 70° C 500 mm WS.

Abb. 48 zeigt einen Niederdruckzerstäuber der Firma Körting, der in mehreren Größen hergestellt wird mit einem Leistungsbereich von 3 bis 135 kg Öl pro Stunde. Diese Brenner werden normal mit einer Luftpressung von 400 mm Wassersäule betrieben. Hierbei wird die gesamte

Verbrennungsluft (d. h. Zerstäuberluft und Verbrennungsluft) durch den unteren Stutzen zugeführt. Das Öl tritt aus einem zentral gelegenen Kopf aus und seine Menge ist durch eine Regulierspindel einstellbar.

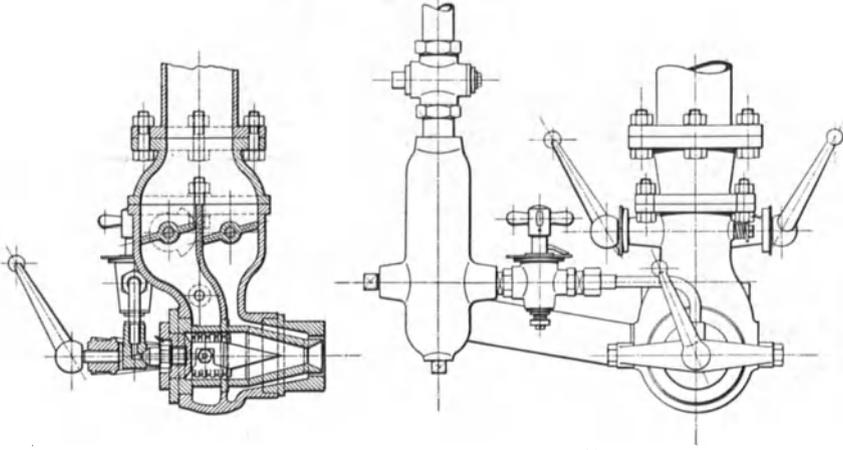


Abb. 49.

Abb. 50.

Der Brenner ist an einer mit Schamottsteinen ausgelegten Düse befestigt, welche unmittelbar an der Feuerstelle sitzt. Im oberen Teil dieser Düse befindet sich ein abnehmbarer Deckel, durch welchen die Feuerung entzündet wird. Die Brenner arbeiten bei allen Belastungen vollständig

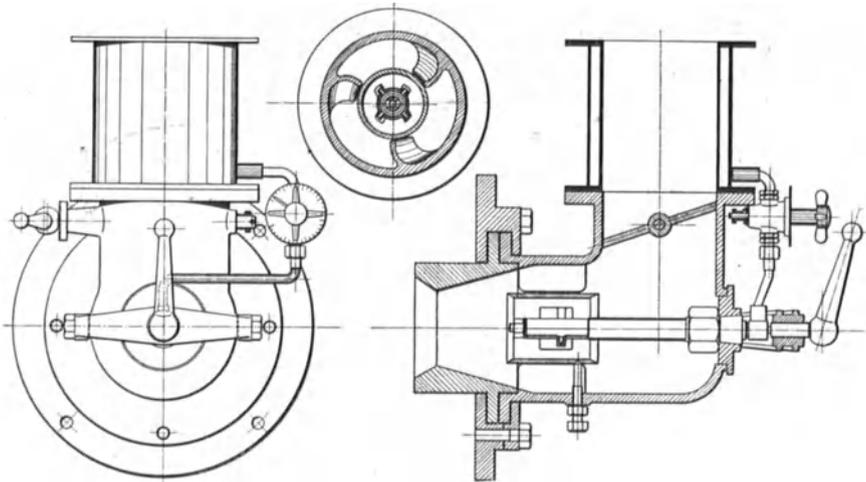


Abb. 51 bis 53.

rauchfrei. Der Brenner ist, wie die Abbildung zeigt, sehr leicht auseinander zu nehmen, zu reinigen und instand zu halten.

Abb. 49 u. 50 zeigt einen Niederdruckbrenner System „Fulmina“, gebaut von dem Ölfeuerungswerk Fulmina G. m. b. H.

Bei diesem Brenner liegt die Öldüse zentral und wird von der Luftdüse umschlossen. Der Luftstrom ist jedoch so geführt, daß er senkrecht zur Ölauftrittsöffnung um den Düsendorn rotiert. Hierdurch werden lange Zerstäubungswege erzielt. Um das aus der inneren Düse austretende

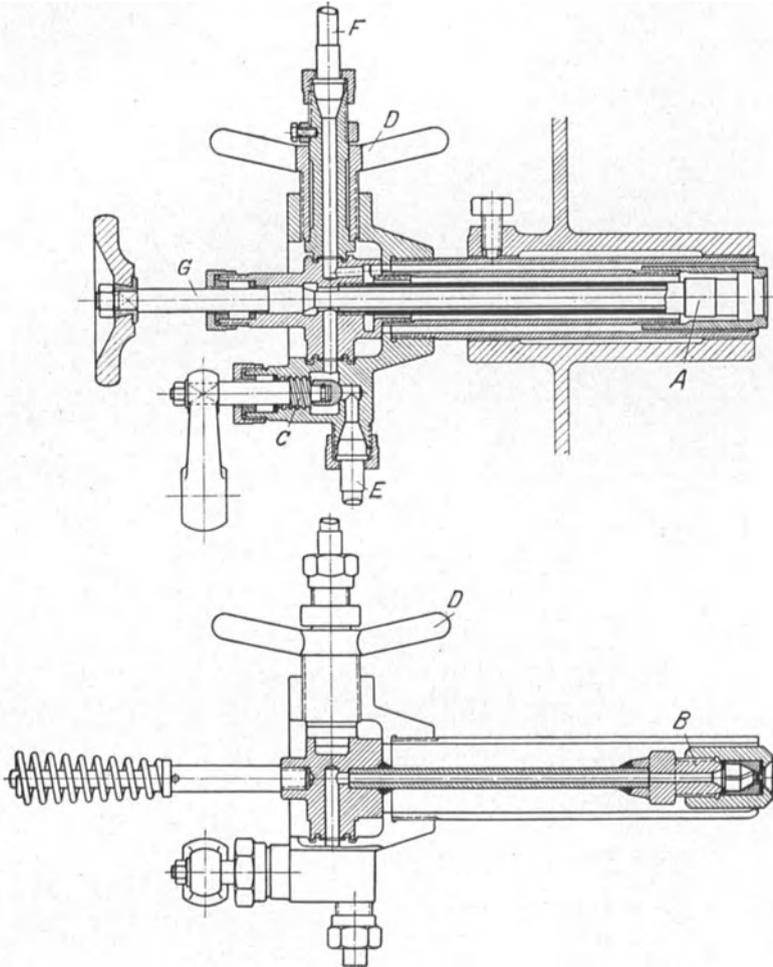


Abb. 54 und 55.

Ölluftgemisch legt sich in Form eines Luftmantels die aus einer zweiten ringförmigen Öffnung austretende restliche Verbrennungsluft. Während bei dieser Ausführung die Öldüse feststeht, zeigt die Abb. 51—53 eine Konstruktion derselben Firma, bei der die Öldüsen im Luftstrom rotieren. Hierdurch wird mit Hilfe der Zentrifugalkraft feinste Zerstäubung auch bei den größten Mengen erreicht. Der Luftdruck schwankt zwischen 25 und 70 cm Wassersäule, je nach Größe und Leistung des Brenners. Der Brenner

brennt infolge der geringen Windpressung ohne störende Geräusche. Durch die günstige Zerstäubung können auch schwerflüssige Öle rasch und rußfrei verbrannt werden. Der Brenner ist in weiten Grenzen regulierbar und wird ausgeführt für Leistungen von 2—200 l Öl pro Brenner und Stunde.

Abb. 54 u. 55 zeigt einen Zerstäuber für Dampf oder Preßluft von den Vulkanwerken Hamburg und Stettin, A.-G. Das Öl kommt durch die Leitung *E* in den Zerstäuber. Dampf oder Luft gelangen durch die Rohrleitung *F* in den Zerstäuberkopf und bewirken in dem Zerstäuber *A* die Zerstäubung des Öles. Der Brenner ist so konstruiert, daß er nach Schließung des Schnellschlußventiles *C* und Lösung der Knebelschraube *D* ausgewechselt werden kann. In das Gehäuse des Zerstäubers läßt sich ein Druckkölzerstäuber einschieben, der in einfachster Weise wiederum durch die Knebelschraube befestigt wird. Dieser Zerstäuber findet in der Haupt-

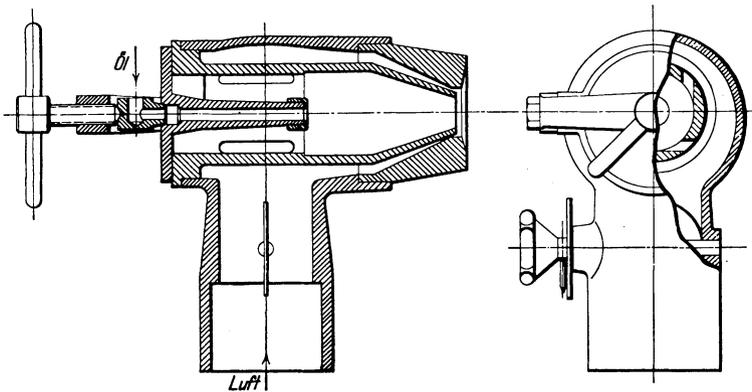


Abb. 56 und 57.

sache im Schiffsbetriebe Anwendung und hat den Zweck bei großen Dampfkesselanlagen mit Druckkölzerstäubung die Kessel, wenn sie außer Betrieb sind und kein Dampf zum Betrieb der Pumpen zur Verfügung steht, ganz langsam anzuheizen oder warm zu halten. Der Preßluftzerstäuber wird dann so lange benutzt, bis der Dampfdruck des Kessels zur weiteren Zerstäubung des Öles ausreicht. Für den normalen Betrieb werden dann diese Dampf- bzw. Preßluftzerstäuber ausgewechselt.

Abb. 56 u. 57 zeigt einen Brenner der Karl Schmidt G. m. b. H. Diese stellen eine Spezialkonstruktion für schwer vergasbare Heizöle dar und erzeugen, im Gegensatz zu anderen Systemen, keine Stichflamme, sondern eine lebhaft wirbelnde Flamme.

Die Luft wird tangential in den Brenner geführt, während das Öl aus einem 2—3 m hoch gelegenen Behälter dem Brenner zufließt. Bereits im Brennerinnern wird ein inniges Gemisch von Luft und Öl erzeugt; die Flamme tritt als lebhafter Wirbel aus dem Brenner und entwickelt sich sofort zur höchsten Weißglut.

Durch die sehr bequeme und leichte Regulierbarkeit der Brenner

ist es ohne weiteres möglich, der Flamme eine konstante neutrale oder reduzierende Wirkung zu geben, was z. B. bei Schmelzprozessen für die Qualität der Metalle und Gase der Ausbeute ausschlaggebend sein kann.

Die Abb. 58 u. 59 zeigt einen Niederdruckölbrenner-Industriehut.

Bei diesem Brenner wird die gesamte zur Verbrennung erforderliche und gleichzeitig zur Zerstäubung dienende Luft durch den Stutzen *m* zugeführt und mittels Drosselklappe reguliert. Die Ölleitung wird bei *f* angeschlossen. Die Ölzerstäubung erfolgt im Mischrohr *g*, welches mit mehreren in die Rohrwandung gefrästen schraubenförmigen Schlitten für den Luftdurchgang versehen ist. Der auf diese Weise im Mischrohr entstehende starke Luftwirbel bewirkt die Zerstäubung des bei *a* austretenden Öles. Die durchgehende Spindel *n* kann nach Be-

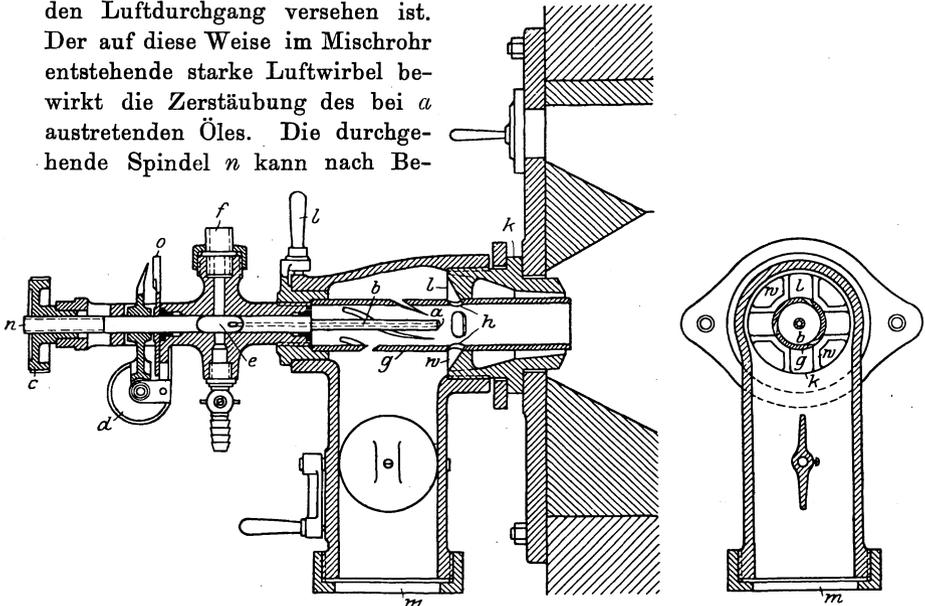


Abb. 58 und 59.

darf durch Drehen des Handrädchens *c* vor- oder zurückgezogen werden, so daß bei gedrosselter Luftzufuhr der jeweils für die Zerstäubung günstigste Punkt für den Ölaustritt eingestellt werden kann. Durch axiale Drehung des ganzen Mischrohrs *g* findet eine weitere Einstellung zur Erzielung der besten Ölzerstäubung statt. Durch die Drehung werden die Langlochbohrungen *h*, welche ebenfalls dem Luftdurchgang dienen, mehr oder weniger verschlossen oder geöffnet, je nachdem ob die Öffnungen den Auskerbungen *w* oder den Zwischenwandungen *l* des Mundstückes *k* gegenüberstehen. Das aus dem Mischrohr ausgetretene Gemisch wird von einem äußeren Zusatzluftmantel umgeben. Die Regulierung der Ölzufuhr erfolgt durch teilweise axiale Drehung der im vorderen Teil durchbohrten Spindel *n* mit Hilfe eines kleinen Schneckengetriebes *d*. Durch einen hiermit verbundenen Zeiger wird auf der Skala *o* die zugehörige Querschnittsöffnung bei *e* markiert. Die Spindel *n* ist an

der Kreuzbohrung *e* auf eine gewisse Länge auf den halben Querschnitt verringert, so daß bei der Drehung ein Durchgangsquerschnitt für das Öl in Form eines Kreisabschnittes frei wird, der im Höchsthalle gerade die Form eines Halbkreises erreicht.

Einen Brenner mit getrennter Zuführung von Zerstäubungs- und Verbrennungsluft zeigt Abb. 60. Der Brenner besteht aus einem Ge-

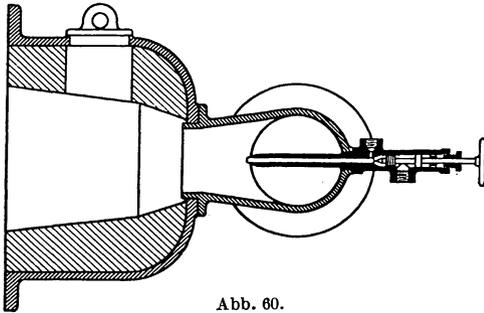


Abb. 60.

häuse, welches an einem feuerfest ausgefütterten, zum Abschluß des Düsenkanals dienenden gußeisernen Stutzen befestigt ist. In dieses sich konisch verengende Gehäuse, dem die Verbrennungsluft durch eine seitliche Öffnung zugeführt wird, ist der eigentliche Zerstäuber, welcher mit Preßluft oder Dampf betrieben wird, eingebaut. Der

Zerstäuber besteht aus einem verhältnismäßig engen, geraden Rohr, in welches, durch ein nicht gezeichnetes Nadelventil regelbar, von oben das Öl eintritt. Die Preßluft tritt von unten ein; die Preßluftmenge wird ebenfalls durch ein Nadelventil geregelt. Auf der Spindel dieses Nadelventils sind Gewindegänge angeordnet, durch welche die Preßluft in lebhaftere Rotation versetzt wird. Dies hat zur Folge, daß sich der Ölnebel

beim Verlassen des Zerstäubers rasch über den ganzen Querschnitt der Verbrennungsluftdüse ausbreitet. Die Zündung der Flamme erfolgt durch eine oben in dem gußeisernen Stutzen angeordnete Zündöffnung.

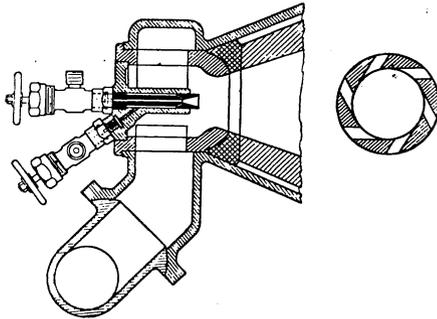


Abb. 61 und 62.

Der Ardel-Brenner (Abb. 61 und 62) hat mit der vorerwähnten Konstruktion die Trennung von Zerstäubungs- und Verbrennungsluft gemeinsam. Der

Brenner besteht aus einem Gehäuse, in welchem eine Buchse mit tangentialen Schlitzen angeordnet ist, welche sich nach der Feuerung zu düsenartig verengt. Durch die tangentialen Schlitze erhält die Verbrennungsluft eine wirbelnde Bewegung. Zentral in dieser Buchse ist der eigentliche Zerstäuber angeordnet. Er besteht aus zwei ineinandergesteckten Rohren, von denen das innere, welches sich nach der Feuerung zu konisch erweitert, die Preßluft, das äußere das Heizöl zuführt. Der Eintritt des Öls in die Luftdüse erfolgt an der Stelle, wo die konische Erweiterung der letzteren beginnt.

Abb. 63 und 64 geben die Konstruktion eines tragbaren Brenners wieder. Dieses sog. Muffelfeuer besteht aus einem feuerfest ausgefütterten Zylinder, an dessen einem Ende sich die Düse befindet. Durch einen langen hohlen Schaft ist die Düse mit den Regulierorganen verbunden. Der links oben sichtbare Hahn dient zur Regelung der Luftmenge, der untere Hahn zur Regelung der Ölmenge. Öl und Luft sind durch biegsame Schläuche angeschlossen. Durch eine Glocke von halbkugelförmiger Form sind die Regulierorgane vor Beschädigungen geschützt. Der Zerstäuber

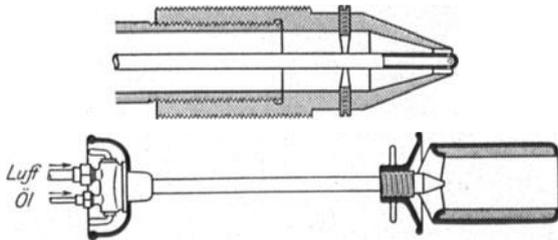
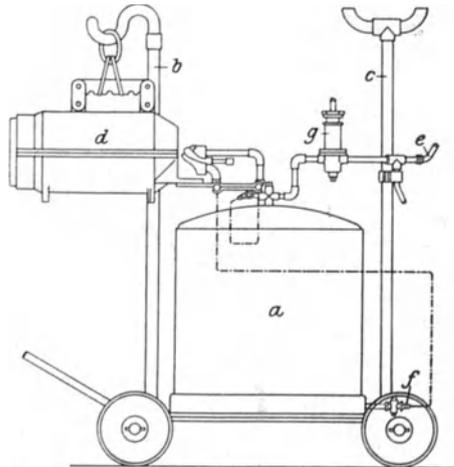


Abb. 63 und 64.

saugt sich durch das offene hintere Ende der Muffel Zusatzluft an, deren Menge durch ein Tellerventil, welches mit Gewinde auf dem Zerstäuber befestigt ist, geregelt werden kann. Die Konstruktion des Zerstäubers selbst zeigt Abb. 63. Er besteht im wesentlichen aus einer Luftdüse, in deren Mündung das Ölrohr hineinragt. Das Ölrohr ist am Ende verschlossen und mit vier seitlichen kleinen Ölaustrittsöffnungen versehen. Durch drei Schrauben wird das Ölrohr in der Luftdüse zentriert.



Eine zweite Konstruktion eines transportablen Muffelfeuers zeigen Abb. 65 und 66. Dieses Muffelfeuer, welches von der Firma Brüder Boye in Berlin hergestellt wird, besteht aus einem Ölbehälter *a*, welcher durch eine Ölleitung *f* mit dem Zerstäuber verbunden ist. Diesem Zerstäuber wird vermittelt des beweglichen Schlauchanschlusses *e* Preßluft zugeführt. Die Preßluft dient gleichzeitig dazu, das Öl aus dem Behälter *a* in die Düse zu fördern. Die Flamme der Düse entwickelt sich in der feuerfest ausgefütterten Muffel *d*, wobei die

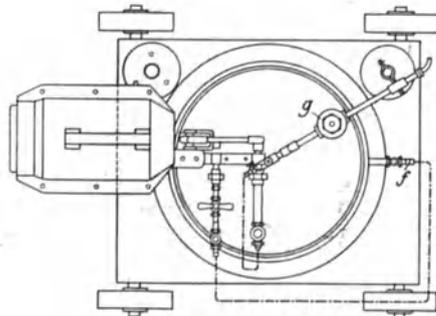


Abb. 65 und 66.

Flamme gleichzeitig injektorartig Nebenluft ansaugt; *g* ist ein Druckreduzierventil. Mit einem derartigen Muffelfeuer hat Hartmann¹⁾ Vergleichsversuche zur Erwärmung von Kesselblechen vorgenommen, welche ergaben, daß sich die Kosten für die Erwärmung von 1 qm Blech von 16 mm Stärke bei Verwendung von Gaskoks auf 0,25 Pf., von Holzkohle auf 0,3 Pf., von Öl auf 0,2 Pf. stellten, wobei sich außerdem bei Ölfeuerung eine wesentliche Abkürzung der für die Erwärmung notwendigen Zeit ergab.

Im folgenden werden nunmehr einige Beispiele für Zerstäuberbrenner gezeigt, die mittels Dampf betrieben werden.

Abb. 67²⁾ zeigt einen Dampfzerstäuber der Westfälischen Maschinenbau-Industrie. Durch den unteren Anschluß wird Dampf zugeführt.

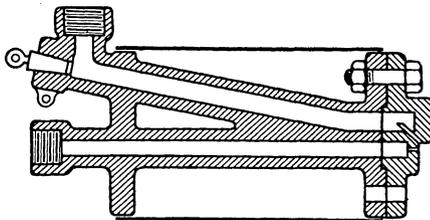


Abb. 67.

Der Dampf tritt in einem rechts angeordneten Düsenkopf, welcher auswechselbar ist, durch einen schmalen, horizontalen Schlitz aus. Oberhalb desselben tritt das Öl ebenfalls durch einen Schlitz aus; die Öltröpfchen werden von dem Dampfstrahl erfaßt und zerstäubt. Ein in der Achse der

Ölzuleitung angeordneter eingeschliffener Stopfen gestattet eine Reinigung der Düse. Der Zerstäuber ist durch einen Wärmeschutzmantel gegen Überhitzung geschützt.

Eine zweite Konstruktion derselben Firma zeigt Abb. 68. Diese Konstruktion enthält zunächst einen Injektor, vermittelt dessen der Dampf ein gewisses Quantum Luft ansaugt und komprimiert. Dieses Dampfluftgemisch tritt wieder in einem schmalen Schlitz aus, wodurch das von oben auf diesen flachen Dampfstrahl

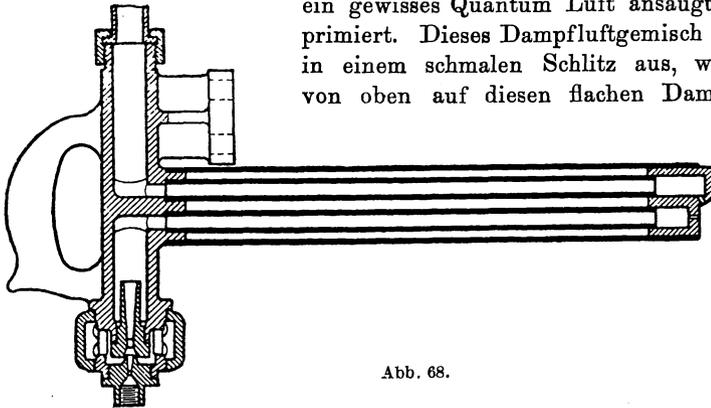


Abb. 68.

auftretende Öl zerstäubt wird. Die Luftzutrittsöffnungen sind zur Schalldämpfung mit einem gelochten Mantel umgeben. Dampf- und Ölzuführung sind mit einem Wärmeschutzmantel geschützt. Dieser Zer-

1) Hartmann: Versuch mit einem Calorex-Muffelfeuer, Z. d. V. d. I., 1911, S. 311.

2) Meier: Gas- und Ölfeuerungen, Techn. Mitteilungen, 1915.

stäuber erfordert natürlich eine wesentlich höhere Dampfpressung, da ein großer Teil des Drucks im Injektor verloren geht.

Eine weitere Zerstäuberkonstruktion zeigt Abb. 69 u. 70. Das Öl strömt, durch ein Nadelventil regelbar, zentral dem Zerstäuber zu. Dieses zentrale Rohr läßt sich durch eine Überwurfmutter, welche in eine Ringnut des Ölrohres eingreift, axial verschieben, da das Ölrohr durch eine Schraube und Längsnut an einer Drehung verhindert ist. Hierdurch läßt sich vermittelst des konischen Kopfes am Ölrohr der Dampfaustritt regeln. In den konischen Ventilsitz münden eine Anzahl feiner Bohrungen, durch welche das Öl an der Stelle größter Dampfgeschwindigkeit austritt. Durch diese Ausbildung des Düsenkopfes erhält die Flamme eine hohlkegelige Form.

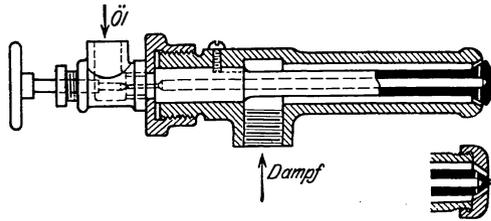


Abb. 69 und 70.

Durch eine zweite Ausbildung des Düsenkopfes nach Abb. 70, welche nach einem ähnlichen Prinzip erfolgt, wird ebenfalls eine kegelige Form der Flamme erzielt. Der Zerstäuber kann auch mit Luft betrieben werden, er arbeitet mit Luftpressungen von 0,08 Atm. aufwärts.

Abb. 71¹⁾ zeigt den Wolff-Zerstäuber, welcher

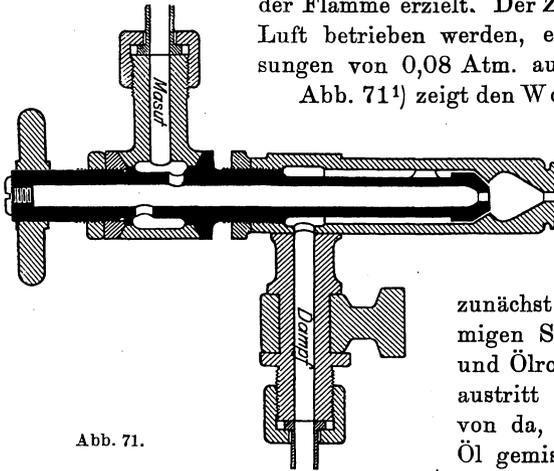


Abb. 71.

mit Heißdampf betrieben wird. Das Heizöl wird zentral dem vorderen Teil des Zerstäubers zugeführt.

Der Dampf strömt zunächst durch einen ringförmigen Schlitz zwischen Gehäuse und Ölrohr in einen vor dem Ölaustritt befindlichen Raum und von da, mit dem feinerstäubten Öl gemischt, durch einen flachen Schlitz in die Feuerung. Der

Dampfbedarf beträgt etwa 0,235 kg pro kg Öl. Er wird um so niedriger, je höher Dampfpressung und Überhitzung.

Abb. 72²⁾ zeigt den Dragu-Zerstäuber, welcher in großem Maßstabe bei Lokomotivfeuerungen der rumänischen Staatsbahnen Verwendung gefunden hat. Der Zerstäuber gehört zu den Konstruktionen mit regelbarer Dampf- und Ölaustrittsöffnung. Er besteht aus einer Dampföse, welche mit einem Außengewinde im Gehäuse drehbar gelagert ist und daher durch Drehung in

¹⁾ Glasers Annalen, 15. 1. 1918.

²⁾ Sußmann: Ölfeuerung für Lokomotiven.

axialer Richtung verschoben werden kann, wodurch eine Regelung des Ölausflusses bewirkt wird. Die Dampfmenge wird durch eine in der Dampfdüse zentral angeordnete Nadel, deren hinteres Ende ebenfalls mit Gewinde versehen ist, geregelt. Die Ausnutzung der kinetischen Energie des Dampfes im

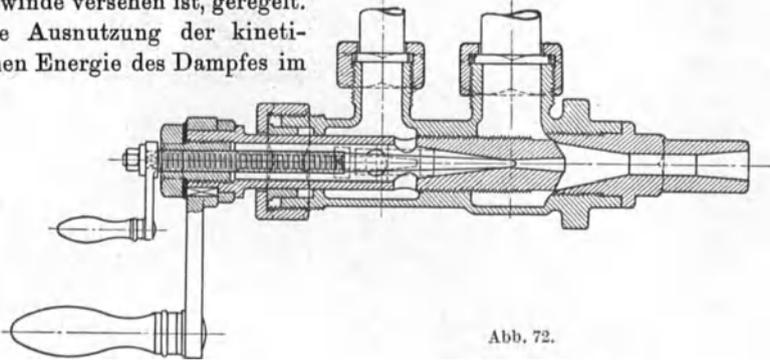


Abb. 72.

Dragu-Zerstäuber ist verhältnismäßig günstig, da die Düse auf weitestgehende Umsetzung des Drucks in Geschwindigkeit berechnet ist.

Anstatt den Brenner so auszubilden, daß er eine Reinigung der verschiedenen feinen Öffnungen während des Betriebes ermöglicht, ist

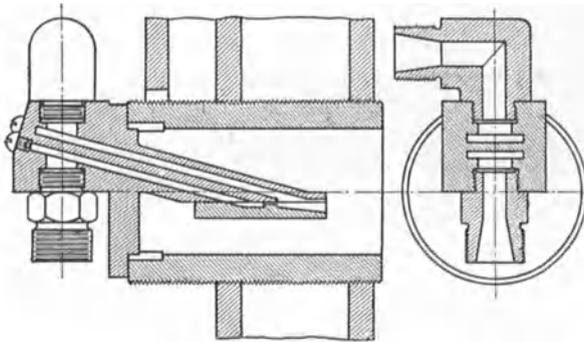


Abb. 73 und 74.

es unter Umständen richtiger, ihn bzw. die ganze Ölfeue-
rungsanlage so aus-
zuführen, daß ein
Verstopfen über-
haupt nicht möglich
ist. Der Zerstäuber
hat dann den Vor-
teil, daß er über-
haupt keiner War-
tung bedarf. Ein
Beispiel einer der-
artigen Ausführung zeigen Abb. 73 und 74¹⁾. Der Sußmann-Zerstäuber besteht aus einem Düsenkörper, in welchem übereinander zwei Kanäle von rechteckigem Querschnitt liegen. Durch den unteren strömt Dampf, durch den oberen Öl. Auf der Mündungsseite ist der Zerstäuber durch eine Platte verschlossen, welche, wenn sie abgenutzt ist, ausgewechselt werden kann. Durch einen schmalen Schlitz tritt der Dampf aus und erfaßt das von oben auf ihn herabfließende Öl.

Mit diesem Brenner hat Sußmann eine größere Anzahl von Versuchen an preußischen Staatsbahnlokomotiven ausgeführt und gute Ergebnisse erzielt.

Abb. 75 u. 76 zeigt einen Zerstäuber von Essich. Er besitzt eine Expansionsdüse für den Dampf, deren Querschnitt durch eine Spindel mit

¹⁾ Sußmann: Ölfeuerung für Lokomotiven.

schlankem Konus geregelt wird. Der Dampf wird ihr durch tangentielle Schlitze angeführt, welche durch eine zur Düse konzentrische Buchse teilweise abgedeckt werden können. Hierdurch kann die Streuung des Dampfstrahles nach Verlassen des Zerstäubers geregelt werden. Das Öl wird an der Stelle größter Geschwindigkeit dem Dampfstrahl an mehreren Stellen angeführt.

Abb. 77 und 78 zeigt einen Dampfzerstäuber, Bauart Holden, wie er bei den Österreichischen Staatsbahnen eingeführt ist.

Er besteht aus einem Gehäuse *a*, welches ein gußeisernes flaches Mundstück *b* besitzt. Im Gehäuse befinden sich drei konzentrische Düsen; der zwischen der inneren und mittleren strömende Dampf saugt durch die innere Düse Luft an, und das so gebildete Dampf-Luftgemisch reißt

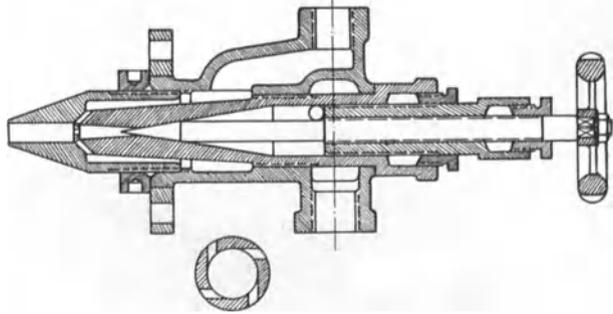


Abb. 75 und 76.

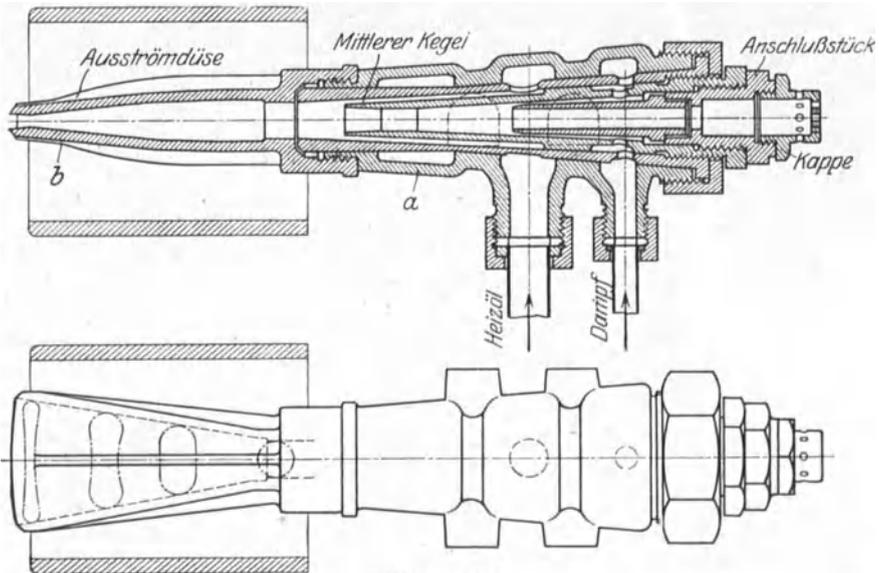


Abb. 77 und 78.

das Öl, welches zwischen der äußeren und mittleren Düse strömt, mit sich und schleudert es fein verteilt in die Feuerung, wobei durch das flache Mundstück eine fächerförmige Flamme erzielt wird.

Einige weitere Konstruktionen der Firma Gebr. Körting Aktiengesellschaft zeigen die Abbildungen 79—84.

Die Abbildungen 79—82 zeigen zwei Ausführungsformen des Dampfstrahlzerstäubers. Bei beiden tritt das Öl aus einer zentral gelagerten Düse aus. Die Zuführung des Zerstäubungsdampfes bzw. Luft wird bei dem Zerstäuber nach Abb. 79 u. 80 durch eine Anzahl kreisförmig um die Öldüse herum gelagerter Bohrungen bewirkt. Im Gegensatz hierzu tritt bei dem Zerstäuber nach Abb. 81 u. 82 der Zerstäubungsdampf aus einer Ringdüse heraus. Der erstgenannte Zerstäuber ergibt eine weiche Flamme, da die Energie des Dampfstrahles kurz hinter dem Zerstäuber

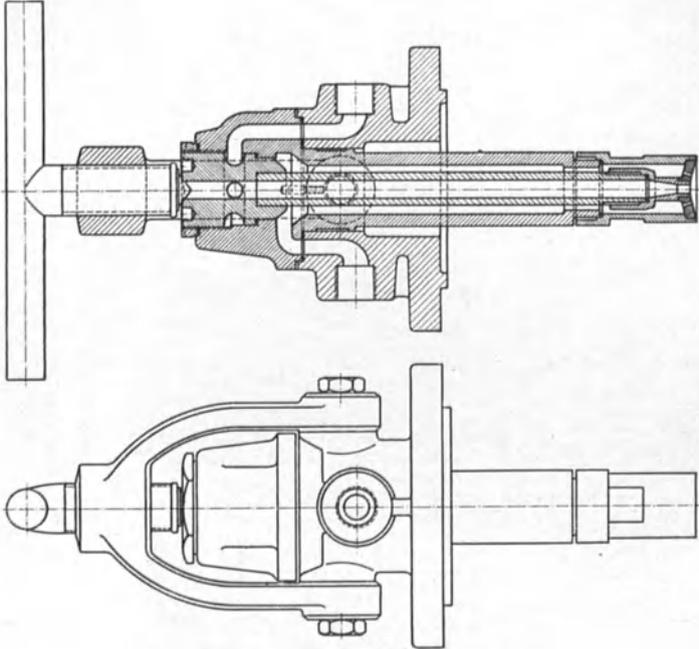


Abb. 79 und 80.

bereits gebrochen ist. Die Flamme muß hierbei also sehr gut geführt sein. Sie ist verhältnismäßig kurz und geeignet für kurze Verbrennungsräume. Im Gegensatz hierzu ergibt der Zerstäuber nach Abb. 81 u. 82 eine lange, verhältnismäßig steife Flamme.

Der in Abb. 83 u. 84 dargestellte Brenner ist ein Dampfstrahl-Zentrifugalzerstäuber, der aber auch mit Druckluft betrieben werden kann. Es wird bei ihm also sowohl das Zerstäubungsmedium als auch das Öl selbst unter Druck zugeführt. Dieser Brenner vereinigt in sich die Vorteile der reinen Zentrifugal- und reinen Dampfstrahlzerstäubung. Gegenüber der reinen Zentrifugalzerstäubung hat er den Vorteil einer größeren Regulierfähigkeit, da mit Rücksicht auf die Mitwirkung des Dampfes bei der Zerstäubung mit dem Pumpendruck ganz erheblich weiter heruntergegangen werden kann. Die Flamme bei dem Dampfstrahl-Zentrifugalzerstäuber ist viel stabiler als bei der reinen Zentrifugalzerstäubung.

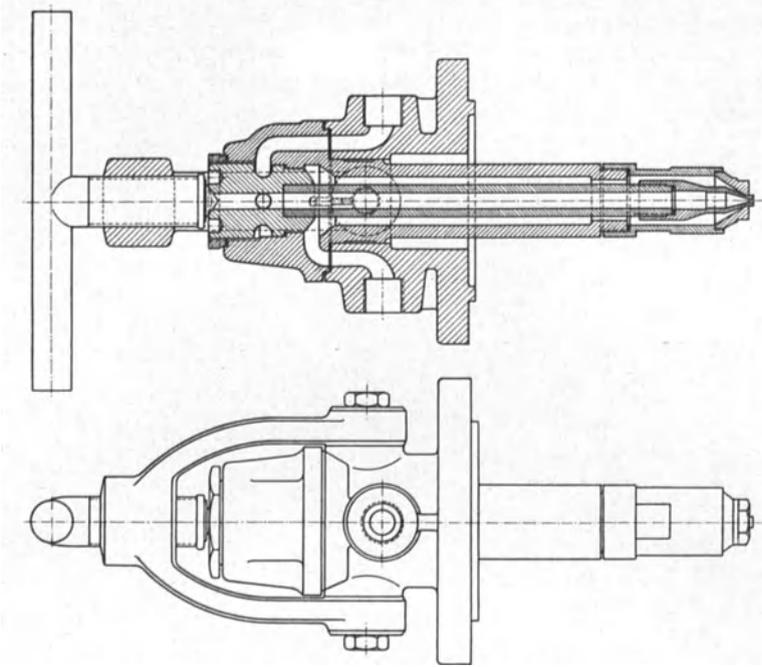


Abb. 81 und 82.

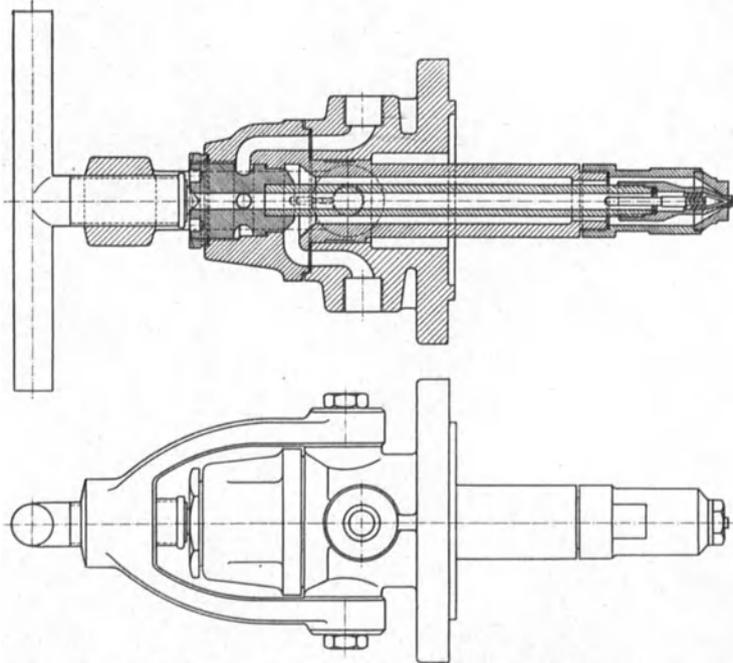


Abb. 83 und 84.

IV. Die Hilfsmaschinen und Apparate der Ölfeuerungs-technik.

Ölbeförderung. Die Beförderung des Öles geschieht, soweit nicht Tankschiffe in Frage kommen, durch besonders konstruierte Kesselwagen oder Fässer. Diese Kesselwagen fassen 15—17000 kg Öl. Nach den behördlichen Vorschriften muß der Laderaum voll ausgenutzt werden. Die Kesselwagen sind meistens mit einem Ablaufstutzen von 100 mm l. W. ausgestattet und haben eine Heizvorrichtung, deren Anschlüsse nach den Normalien der Reichseisenbahn durchgebildet sind, zum Anwärmen des Öles bei kalter Temperatur. Das Anwärmen ist nötig, um ein vollständiges Entleeren des Kesselwagens zu ermöglichen. Von der Heizeinrichtung muß vor Beginn des Entleerens bei kalter Witterung Gebrauch gemacht werden. Die Auskristallisationen, welche bei Abkühlung und längerer Lagerung im Kesselwagen entstehen, sind natürliche und wertvolle Bestandteile des Öles, die sich durch Erwärmen auf ungefähr 60° und Umrühren leicht wieder verflüssigen lassen.

Ölbehälter. Naturgemäß muß jede Ölfeuerungsanlage auch eine entsprechende Tankanlage haben, die zweckmäßig unterirdisch angebracht wird und so groß zu bemessen ist, daß auch beim Ausbleiben einer Öllieferung eine genügende Reservemenge an Brennstoff vorhanden ist. Bei Kesselwagenbezug ist eine Mindestgröße von etwa 20—25 cbm erforderlich. Die Lage der Behälter ist so zu wählen, daß das Heizöl durch eine einfache Rinne mit natürlichem Gefälle vom Kesselwagen in die Behälter fließen kann. Als Vorratsbehälter eignen sich gebrauchte Dampfkessel, die nach Entfernung der Flammrohre öldicht gemacht werden. Es empfiehlt sich, die Ölbehälter mit einem säurefesten Anstrich zu versehen, da fast alle Öle einen gewissen Gehalt an Säuren besitzen.

Da speziell Steinkohlenteeröl einen größeren Gehalt an Naphthalin aufweist, welches sich bei Abkühlung in Kristallform ausscheidet, so sind die Behälter mit einer Heizung, möglichst auch mit einem Rührwerk zu versehen, damit eine Ausscheidung des Naphthalins im Behälter vermieden und ein gleichmäßig auf alle Jahreszeiten verteilter Naphthalin-gehalt erreicht wird.

Bei kleinen Anlagen wird zweckmäßig außer dem Hauptbehälter ein kleinerer Behälter, welcher den Tagesbedarf faßt, über der betreffenden Feuerstelle angeordnet. Die Versorgung dieses Behälters mit Heizöl kann durch eine einfache Handpumpe erfolgen. Bei größeren Anlagen wird in einer gewissen Höhe über den Feuerstellen ein Zwischenbehälter angeordnet, welcher durch eine maschinell betriebene Pumpenanlage ständig mit Heizöl versehen wird, wobei der Flüssigkeitsspiegel durch eine von diesem Zwischenbehälter zum Hauptbehälter zurückführende Überlaufleitung geregelt wird. Derartige Zwischenbehälter werden, wenn sie nicht allzu große Dimensionen aufweisen, zweckmäßig geschweißt und verzinkt ausgeführt. Auch diese müssen mit einer Heizung versehen

werden, um eine Ausscheidung von Naphthalin, welches die Rohrleitungen schließlich verstopfen würde, zu vermeiden.

An jeder Stelle, wo Öl aus der Leitung in einen Behälter übertritt, ist ein herausnehmbares Sieb anzuordnen, dessen Maschenweite etwa 1 mm beträgt.

Bei Verfeuerung von Naphthalin, welches in festem Zustand in den Behälter gegeben wird, ist eine besonders kräftige Heizung des Behälters auszuführen und derselbe außerdem nach außen mit Wärmeschutzmasse zu umkleiden.

Die Höhe, in welcher solche Zwischenbehälter angeordnet werden, ist nach folgenden Grundsätzen zu bemessen: Bei großen Gefällhöhen und kleinen in der Zeiteinheit zu verfeuernden Ölmengen ergeben sich für die zur Ölregelung dienenden Nadelventile so kleine Durchgangsverschnitte, daß diese durch die im Öl frei schwebenden kleinen Naphthalinkristalle, welche an der Stelle engsten Querschnitts sich stauen, immer mehr verengt werden, so daß mit der Zeit eine starke Verringerung der Ölzufuhr eintritt, welche unter Umständen zu einem Erlöschen der Flamme führen kann. Aus diesem Grunde soll je nach der betreffenden stündlich zu verfeuernden Ölmenge das Gefälle eine gewisse Höhe möglichst nicht überschreiten. Umgekehrt ergeben sich bei größeren zu verfeuernden Ölmengen und kleinem Gefälle unnötig große Ventilverschnitte. Zweckmäßig wird die Gefällhöhe nach folgender Formel bemessen:

$$h = 0,05 Q,$$

wobei h in m, die stündliche Ölmenge Q in kg gemessen ist. h soll nicht kleiner als 0,2 m gewählt werden. Bei einer großen Ölfuerungsanlage mit mehreren Feuerstellen ergibt sich hieraus für jede Feuerstelle eine andere Gefällhöhe, was praktisch nicht ausgeführt werden wird. Es wird hier zweckmäßig sein, die kleinste errechnete Gefällhöhe auszuführen und damit zugunsten der Betriebsicherheit der kleineren Feuerstellen eine etwas teurere Ausführung der Regulierungsorgane der größeren Brenner in Kauf zu nehmen.

Ölleitungen. Die Weite der Ölleitungen soll für kleine Anlagen nicht unter $3/8''$ betragen. Diese Abmessung genügt bis zu 40 kg Öl stündlich. Bei schwer flüssigen Brennstoffen mit mangelhafter Vorwärmung ist natürlich eine weitere Leitung zu verwenden. Alle Ölleitungen sollen möglichst heizbar gemacht werden. In einfachster Weise geschieht dieses dadurch, daß man parallel zu der Ölleitung eine Dampfleitung legt und diese gemeinsam mit einer Isolierung umgibt. Die Verbindungsstellen der kleinen Rohrleitungen werden durch Rohrverschraubungen mit Metallkonus hergestellt. Bei Flanschrohrleitungen benutzt man zweckmäßig als Dichtungen in Leim getränkte Pappe oder Asbest; Gummi darf keinesfalls verwandt werden, da das Material durch Öl stark angegriffen wird. Als Dichtungsmaterial für Muffenrohre hat sich eine Mischung von Bleiglätte und Glycerin bewährt. Für biegsame Leitungen, welche in einzelnen Fällen nötig sind, sollte nur Metallschlauch verwandt werden, der von vielen Spezialfirmen hergestellt wird.

Ölventile. Zur Regelung des Ölzufflusses werden bei kleineren Ölmengen unter 50 kg pro Stunde Nadelventile mit einem Erzeugungswinkel des Dichtungskegels von 20—45° verwendet. Als Material für die Ventilsitze empfiehlt sich Bronze, für die Nadel Stahl.

Wenn die Bemessung des Ölgefälles nach der oben erwähnten Formel $h = 0,05 Q$ erfolgt, so ist die lichte Weite des Ölventils in mm nach folgender Formel zu bemessen:

$$d = \sqrt[4]{Q}$$

Um nicht zu kleine Öffnungen, welche aus den früher erwähnten Gründen leicht einem Verstopfen ausgesetzt wären, zu erhalten, empfiehlt es sich, bei kleinen Ölmengen auch kleine Ölgefälle zu verwenden. Bei sehr geringen Ölmengen (unter 3 kg pro Stunde) werden bisweilen, um eine Rückwirkung der Niveauschwankung des Behälters auf die Ausflusmenge zu vermeiden, in der Ölleitung

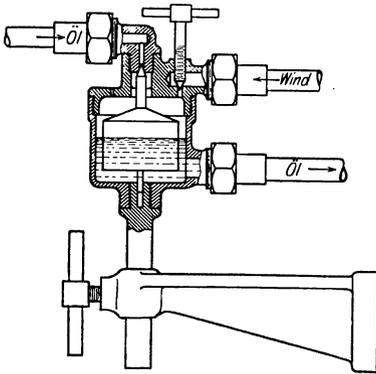


Abb. 85.

in der Ölleitung Schwimmer mit selbsttätiger Niveauregulierung nach Abb. 85 angeordnet, und zwar so, daß der Spiegel des Schwimmtopfes auf dem Niveau der Ölausflußöffnung des Zerstäubers liegt. Der Regler besteht aus einem Gehäuse, in welchem ein Schwimmer angeordnet ist, dessen Nadel, wie bei einem Vergaser, bei erreichtem Niveau den Ölzuffuß absperrt. Wird dann der in der Abbildung rechts oben sichtbare Anschluß mit dem unter Luftdruck stehenden Gehäuse des Zerstäubers verbunden, so wirkt der Druck, dessen Größe durch ein Nadelventil geregelt werden kann, auf den Flüssigkeitsspiegel, so daß, wenn mittelst des Nadelventils die Ölzufuhr zum Zerstäuber einmal eingestellt ist, das Verhältnis Luft zu Öl bei jeder Veränderung des Winddrucks konstant bleibt. Es genügt also in diesem Falle, zur Regulierung der Leistung des Brenners den Luftdruck zu verändern, während sich die Ölmenge selbsttätig der Luftmenge anpaßt.

Bei solchen Feuerungsanlagen, welche eine genaue Einstellung erfordern, die möglichst dauernd beibehalten werden soll, empfiehlt es sich, die Regelung von der Absperrung der Ölzufuhr zu trennen, d. h. für beide Zwecke gesonderte Organe zu verwenden. Es kann dann die einmal eingestellte Größe der Ölzufuhr, welche möglichst aus einer Skala zu ersehen sein soll, dauernd beibehalten werden. Die Außerbetriebsetzung erfolgt dann nicht durch das Regelventil, sondern durch das Absperrventil.

Abb. 86 und 87 zeigen ein Ölregelventil für Lokomotivölfuerung Bauart Holden.

Die meisten Ölbrenner werden mit einem besonderen Ölreguliertventil geliefert, für welches viele Firmen ihre besondere Konstruktion haben.

Da die Ölventile eine sehr genaue Einstellung zulassen müssen, die in der Regel auf einer Skala sichtbar ist, ist es zweckmäßig, eine volle Umdrehung der Spindel für die Regulierung zu verwenden.

Ölpumpen. Soweit Anlagen, welche nicht mit Öldruckzerstäubern arbeiten, in Frage kommen, dienen die Ölpumpen lediglich zum Fördern in den Zwischen- bzw. Tagebehälter. Hierfür werden für kleinere Anlagen von Hand betätigte Flügelpumpen, beispielsweise Allweiler Pumpen, verwendet. Bei Anlagen, welche mit Preßluft oder Gebläsewind von mehr als 1000 mm WS arbeiten, kann auch die Preßluft als Fördermittel benutzt werden, indem das in einem geschlossenen Behälter unter der Feuerstelle befindliche Öl dem Zerstäuber zugeführt wird. Ebenfalls läßt sich Kohlensäure in Flaschen in Verbindung mit einem Reduzierventil zur Förderung des Öls benutzen. Bei großen Anlagen, insbesondere bei solchen mit Druckzerstäubern, werden mit Dampf betriebene Plunger Pumpen verwandt, weniger Zentrifugalpumpen.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß die Pumpen, von deren guter Funktion der ganze Betrieb der Ölfeuerung abhängt, außerordentlich betriebssicher sind. Deswegen ist es bei großen Anlagen unbedingt sicherer, mit zwei Pumpen zu arbeiten, welche wechselseitig eingeschaltet werden können, damit bei dem Versagen einer Pumpe die andere in Betrieb gesetzt werden kann. Bei Schiffsölfeuerungen sind ohnehin immer Reservepumpen nötig.

Ölfilter. Von großer Wichtigkeit für dauernd störungsfreies Arbeiten einer Ölfeuerungsanlage ist die Anordnung von Filtern zur Zurückhaltung des in dem Öl enthaltenen Schmutzes und etwaiger Naphthalinkristalle. Man unterscheidet Grobfilter, Mittelfilter und Feinfilter. Die Grobfilter werden überall da angeordnet, wo das Öl aus Kesselwagen oder Fässern in die Hauptbehälter eingefüllt wird. Diese Grobfilter müssen in einfacher Weise herausnehmbar und reinigbar sein.

Schon bei Übernahme des Öles aus dem Kesselwagen sollte ein Übernahmefilter eingeschaltet werden, damit keine Verunreinigungen in den Vorratsbehälter kommen. Eine sehr zweckmäßige Konstruktion eines solchen Übernahmefilters von den Vulkanwerken zeigt Abb. 88. Solche Filter werden von 60 mm l. W. bis 200 mm l. W. gebaut. Das Filter ist zylindrisch, wie strichpunktiert gezeichnet, und durch Lösen der Deckelschrauben leicht nach oben herauszuziehen und zu reinigen.

Die Mittelfilter werden in den Hauptleitungen oder in den Zweigleitungen angeordnet. Es ist von großer Wichtigkeit, daß sie möglichst während des Betriebes gereinigt werden können. In diesem Falle

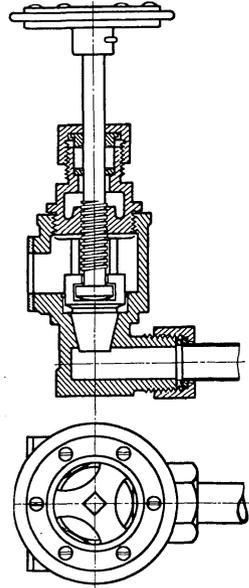


Abb. 86 und 87.

müssen sie paarweise angeordnet und durch entsprechende Ventile oder Hähne abwechselnd aus- und einzuschalten sein. Die Konstruktion eines solchen Filters zeigt Abb. 89. Der Filter besteht aus einem Gehäuse, welches einen kegelförmigen Siebeinsatz enthält. Das Gehäuse

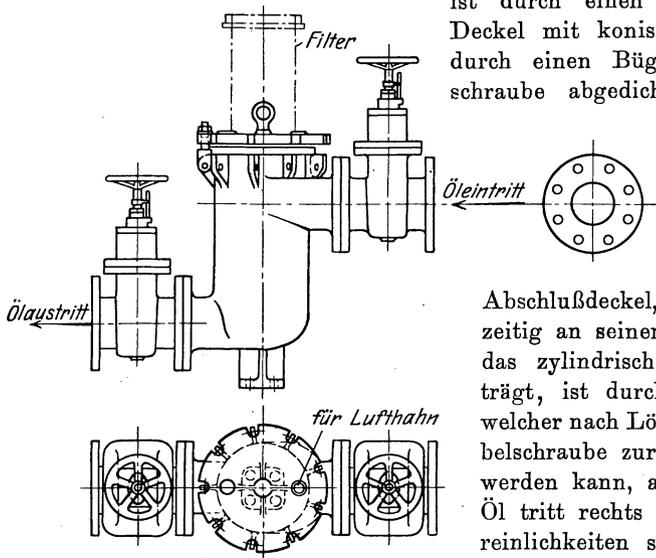


Abb. 88.

ist durch einen eingeschliffenen Deckel mit konischem Sitz, der durch einen Bügel mit Druckschraube abgedichtet wird, verschlossen. Eine weitere Konstruktion eines Mittelfilters zeigt Abb. 90. Der

Abschlußdeckel, welcher gleichzeitig an seinem unteren Ende das zylindrisch geformte Sieb trägt, ist durch einen Bügel, welcher nach Lösung einer Knebelschraube zur Seite geklappt werden kann, angepreßt. Das Öl tritt rechts unten ein, Unreinlichkeiten setzen sich also an der Außenseite des Filters ab, das gereinigte Öl tritt im

oberen Teil des Gehäuses aus. Ein unterer durch einen Stopfen oder Hahn verschlossener Anschluß dient zum Ablassen des Schmutzes.

Feinfilter werden zweckmäßig vor jedem Brenner angeordnet. Ihre

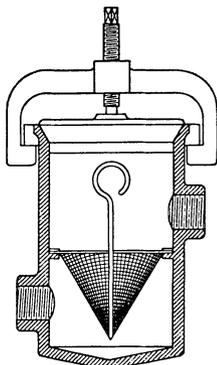


Abb. 89.

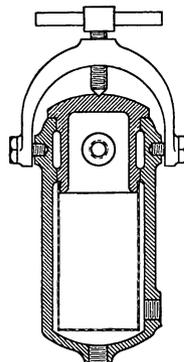


Abb. 90.

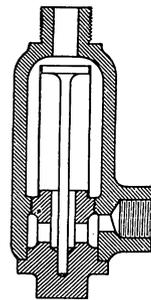


Abb. 91.

Maschenweite soll 70—100 pro Zoll betragen. Abb. 91 zeigt die Konstruktion eines derartigen Feinfilters. Das Gehäuse ist nach unten verschlossen durch einen Stopfen, welcher mit Gewinde versehen ist. In

diesem Stopfen befindet sich ein Stift, welcher an seinem oberen Ende einen Teller trägt. Der Teller ist mit dem Stopfen durch ein aufgelötetes

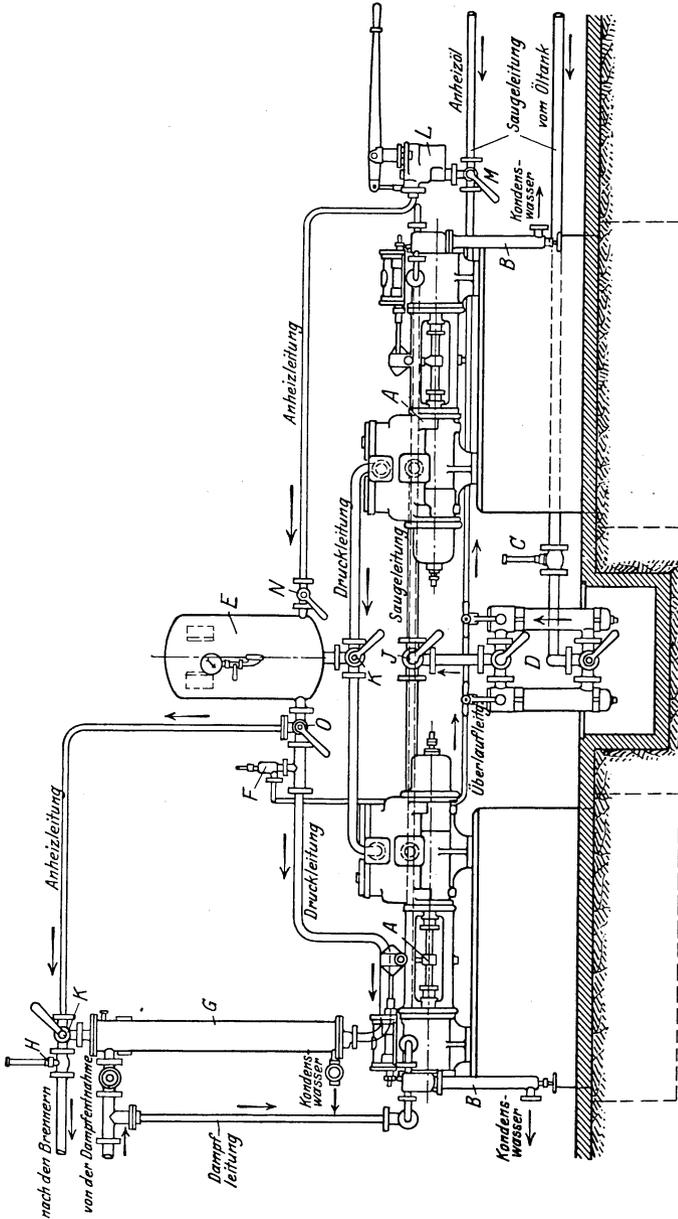


Abb. 92.
 A Ödampfpumpe, B Wasserabscheider mit Kondenswasserableiter, C Thermometer i. d. Saugleitung, D Filtersystem mit 2 Dreiweghähnen, E Druckwindkessel mit Manometer, F Überdruckventil, G Ölvorwärmer, H Thermometer i. d. Druckleitung, J Dreiweghahn i. d. Saugleitung, K Handpumpe i. d. Druckleitung, L Dreiweghahn i. d. Handpumpen-Saugleitung, M Handpumpe zum Anheizen, N Dreiweghahn i. d. Druckleitung, O Dreiweghahn i. d. Druckleitung.

zylindrisches Sieb verbunden. Das Öl tritt von oben in den Filter ein, durchströmt das Sieb von außen nach innen und strömt durch eine in

dem Stopfen angeordnete Bohrung nach einem zwischen Gehäuse und Stopfen befindlichen Ringraum, welcher mit der Abflußöffnung durch eine Bohrung in Verbindung steht. Der Stopfen ist an seinem unteren Ende mit einem Vierkant versehen; nach Heraus-schrauben des Stopfens nebst Sieb läuft der angesammelte Schmutz nach unten ab.

Die Anordnung einer Filter- und Pumpenanlage für Ölfeuerung System Körting an einem Schiffskessel zeigt Abb. 92.

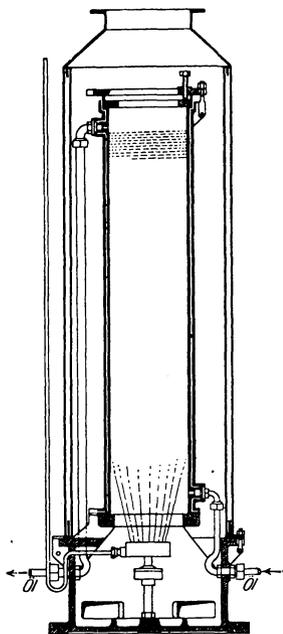


Abb. 93.

Vermittels einer durch Dampf angetriebenen Plungerpumpe wird das Öl vom Tank durch einen Filter gesaugt und nach dem Windkessel gedrückt. Von dort strömt es durch einen mit Dampf geheizten Vorwärmer zu den Zerstäubern. Zuviel gefördertes Öl fließt durch ein Überlaufventil vom Windkessel nach der Saugleitung zurück. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit sind Pumpen und Filter doppelt ausgeführt und können durch Dreiweghähne eingeschaltet bzw. zur Reinigung ausgeschaltet werden.

Ölvorwärmer. Bei Ölfeuerungsanlagen, bei denen es sich um die Notwendigkeit schneller Inbetriebsetzung handelt, wird vor dem Anheizen zweckmäßig nicht das gesamte im Behälter enthaltene Öl vorgewärmt, sondern lediglich die jeweils zum Brenner fließende Menge. Abb. 93 zeigt die Konstruktion eines derartigen Anheizvorwärmers der Westfälischen Maschinenbau-Industrie in Neubeckum. Der Vorwärmer enthält in seinem unteren Teil die Heizflamme und wird mit Petroleum beheizt. Der wesentliche Teil desselben besteht aus zwei ineinandergesteckten Rohren, von denen das innere mit einer gewindeartig eingeschnittenen Spirale versehen ist, durch welche das vorzuwärmende Öl strömt. Ist der Vorwärmer verschmutzt, so können die beiden Rohre auseinandergezogen und gesäubert werden.

Einen Ölvorwärmer für große Leistung zeigen Abb. 94—96¹⁾.

Abb. 97—99 zeigen einen Ölvorwärmer, Bauart Holden, wie er bei der Lokomotivölfeuerung der Österreichischen Staatsbahnen verwendet wird.

Die Gebläse. Als Gebläse zur Lieferung der Zerstäubungs- und Verbrennungsluft finden je nach der Größe der zu erzeugenden Luftpressung und der Luftmenge Ventilatoren, Rootsblower, Kapselgebläse und Kompressoren Verwendung. Ventilatoren werden im allgemeinen nur für Pressungen bis 700 mm WS benutzt und dann meist mit direktem elektrischem Antrieb bei einer Drehzahl von 2900—3000 pro Minute

¹⁾ Schweitzer: Rohölfeuerung in mexikanischen Hüttenwerken, St. u. E. 1916.

ausgeführt. Bei kleineren Luftmengen und bei größeren Pressungen werden auch Kapselgebläse und Rootsblower verwendet. Der Nachteil dieser Gebläse ist, daß sie bei konstanter Tourenzahl eine konstante Luftmenge ergeben und die nicht benötigte Luftmenge durch einen Ablufthahn entweichen muß.

Der hierdurch entstehende Verlust ist verhältnismäßig gering, da ja keine große Energie für die Preßlufterzeugung im ganzen aufgewandt werden muß. Kompressoren finden im allgemeinen für Ölfeuerungsanlagen weniger Verwendung, da sie einmal in der Anschaffung zu teuer sind und außerdem auch mehr Bedienung erfordern.

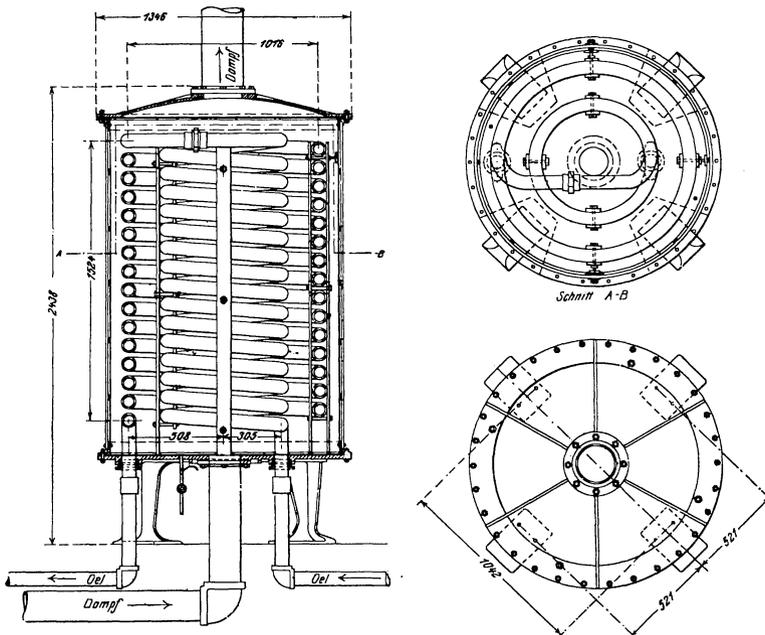


Abb. 94 bis 96.

Bei der Bemessung der Größe der Gebläse ist ein Verbrauch von mindestens 15 cbm Luft pro kg Öl zugrunde zu legen.

Besonders vorteilhaft ist bei mittleren und kleinen Anlagen die Verwendung solcher Zerstäuberbrenner, welche mit einer Pressung von ≤ 100 mm WS arbeiten, weil Ventilatoren mit derartigen Pressungen fast in jedem größeren industriellen Betriebe für Schmiedefeuer Verwendung finden und sich daher in solchen Fällen die Aufstellung besonderer Gebläse für die Ölfeuerung erübrigt.

Luftleitungen. Für mittlere und große Pressungen finden Gasrohre und nahtlose Stahlrohre Verwendung. Für Ventilatorwindleitungen werden gefaltete oder autogen geschweißte Blechrohre handelsüblicher Beschaffenheit verwendet, welche entweder ineinandergesteckt und verlötet oder stumpf aneinandergeschweißt werden.

Die lichte Weite der Windleitungen soll immer reichlich genommen werden, um einen Druckverlust zu vermeiden. Für kurze Leitungen genügt die Anschlußweite des Luftzuführungstutzens am Brenner. Längere Leitungen werden zweckmäßig mit einem größeren Querschnitt ausgeführt. Unter der Voraussetzung, daß der Luftdruck 200 mm nicht übersteigt, gestattet die nachstehende Faustformel den lichten Durchmesser in Millimeter einer Luftleitung zu berechnen.

Es sei Q die stündliche Ölmenge in kg, p der Druckverlust in der Rohrleitung in mm WS, a das Verhältnis der durch die Düse gehenden Luft zur gesamten Verbrennungsluft. Dann ist

$$d = K \frac{\sqrt{Q \cdot a}}{\sqrt[4]{p}} \text{ mm.}$$

Hierbei ist der Faktor K bei kurzer, gerader Leitung mit 60, bei langer Leitung mit Krümmern mit 80 einzusetzen. Der Druckverlust kann bei

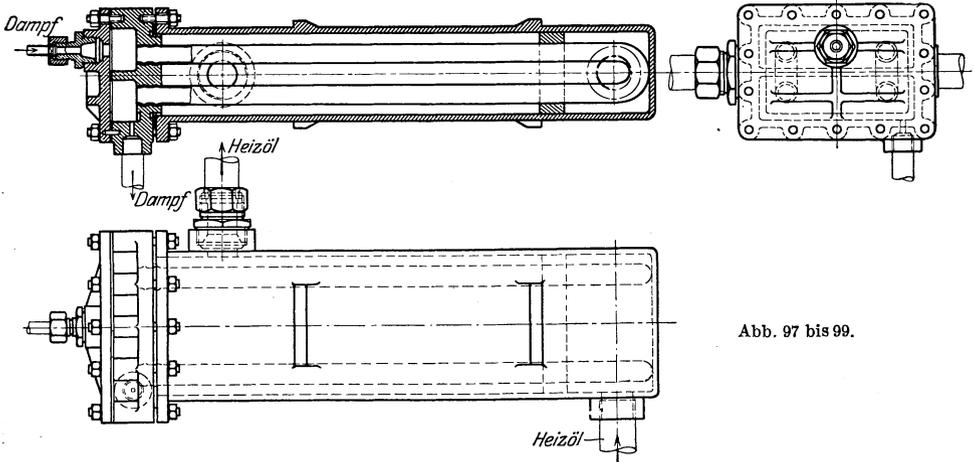


Abb. 97 bis 99.

Ventilatorenbetrieb mit 15—20% der Pressung im Zerstäuber gewählt werden, bei Rootsblowern ist er wegen der stoßweisen Förderung etwas höher.

Zur Regelung der Luftmenge werden sowohl Hähne wie auch Drosselklappen und Ventile verwandt. Die Konstruktion derselben ist, insbesondere bei niedrigen Pressungen, so zu wählen, daß sich bei voller Öffnung ein möglichst geringer Druckverlust durch das Regel- bzw. Absperrorgan ergibt.

Einrichtungen zur Verfeuerung von Naphthalin. Im Prinzip stimmt die Verfeuerung von flüssigem Naphthalin mit der von Heizöl völlig überein; es sind jedoch einige zusätzliche Bedingungen zu beachten, welche gewisse Einrichtungen notwendig machen. Diese dienen im wesentlichen dazu, das Naphthalin zu verflüssigen und das verflüssigte Naphthalin auf seinem Wege vom Tank bis zum Austritt im Zerstäuber am Wiedereinstarren zu verhindern.

Das Naphthalin wird in einem mit einem lose aufgelegten Deckel verschlossenen Behälter geschmolzen. Die Beheizung kann erfolgen durch offenes Feuer, durch Abgase aus Feuerungen, durch Dampfmantel oder endlich durch eine eingebaute Dampfschlange. Naphthalin dehnt sich beim Übergang aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand aus. Dieser Ausdehnung muß Rechnung getragen werden, sonst kann ein Platzen des Behälters eintreten. Bei von außen beheiztem Behälter schmilzt das Naphthalin am Rand zuerst, der feste Klumpen kann sich also ausdehnen. Auch bei Beheizung durch eine Dampfschlange am Boden besteht keine Gefahr, wenn diese nach oben herausgeführt wird und dadurch dem unten schmelzenden Naphthalin eine Ausdehnung längs des Heizrohrs nach oben ermöglicht. Bei Beheizung durch eine Feuerung ist Sorge zu tragen, daß aus dem Behälter aufsteigende Dämpfe oder überfließendes Naphthalin nicht in die Feuerung gelangen können.

Am vorteilhaftesten ist eine Heizung durch eine Wärmequelle, welche unter allen Umständen jederzeit zur Verfügung steht.

Zum Zurückhalten etwaiger Verunreinigungen ist auch bei Naphthalin-feuerungen am Auslauf aus dem Behälter ein reichlich bemessener Filter mit auswechselbarem Einsatz anzubringen.

Die Rohrleitung muß vom Tank bis zum Zerstäuber beheizt werden und ist daher möglichst kurz zu machen. Die Beheizung erfolgt am besten durch parallele Verlegung einer Heizdampfleitung und Umwicklung derselben mit einer gemeinsamen Isolation. Die Beheizung muß sich auch auf eventuell in die Rohrleitung geschaltete Absperrorgane oder sonstige Apparate erstrecken. Die Leitung soll nach dem Zerstäuber zu überall Gefälle haben, damit man bei Außerbetriebsetzung das Naphthalin aus den Rohrleitungen auslaufen lassen kann.

Im Zerstäuber selbst hält sich im Betriebe das Naphthalin von selbst flüssig infolge der Rückstrahlung der Flamme. Beim Anheizen jedoch muß für eine genügende Erwärmung des Brenners Sorge getragen werden. Dies kann z. B. durch eine Lötlampe erfolgen, oder aber durch Beimischung von überhitztem Dampf zur Luft. Die Mischvorrichtung wird zweckmäßig so eingerichtet, daß die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes zum Ansaugen von Luft nutzbar gemacht wird (s. Abb. 100). Bei reiner Dampferzstäubung ist eine besondere Beheizung des Zerstäubers natürlich überflüssig, ebenso, wenn man zum Anheizen Heizöl benutzt und erst später auf Naphthalin umschaltet.

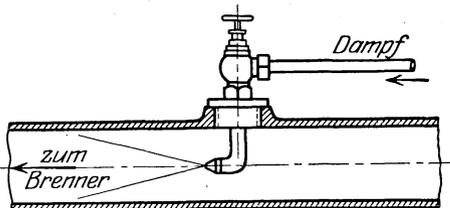


Abb. 100.

V. Kontroll- und Meßapparate.

Es empfiehlt sich, jede Ölfeuerungsanlage so auszustatten, daß eine genaue Betriebskontrolle stattfindet. Zunächst sollte der Verbrauch stets festgestellt werden. Am einfachsten geschieht das dadurch, daß der Tagestank mit einer Skala versehen wird, so daß der Verbrauch täglich abgelesen und in ein Betriebs-Journal eingetragen werden kann.



Abb. 101.

Für die Messung der in der Öldruckleitung jeweils fließenden Ölmenge sind Spezialapparate konstruiert worden. Für die Marine hat in den letzten Kriegsjahren die Firma Gebr. Körting, Akt.-Ges., Körtingsdorf, einen Ölmeßapparat gebaut, welcher die in der Leitung fließende Ölmenge sehr genau anzeigt. Ähnliche Apparate bringt auch die Firma Siemens & Halske in den Handel. — Für kleinere Durchflußmengen hat die Firma Dr. Schmitz & Co., G. m. b. H., Barmen, einen sehr einfachen und zuverlässigen Heizölmesser, Abb. 101, konstruiert, welcher zur ständigen Kontrolle des Ölverbrauchs an Ölöfen oder sonstigen mit Öl gefeuerten Apparaten dienen soll. Er besteht im wesentlichen aus einer parallelwandigen Glasröhre, in die ein Konus eingesetzt ist. Innerhalb der Glasröhre befindet sich ein schwebender Indikator, der durch das die Glasröhre durchströmende Öl gehoben wird. Dieser schwebende Indikator stellt sich stets in diejenige Höhe ein, welche der jeweils durchströmenden Ölmenge entspricht. Die geringste Schwankung oder Veränderung in der Ölleitung wird sofort durch Steigen und Fallen des Schwimmers angezeigt. Letzterer gleitet im Glasrohr absolut reibungslos und ist gut sichtbar. Die Meßskala ist auf das Glasrohr direkt eingätzt. Die Anschlüsse an die Ölleitung werden durch Überwurfmutter hergestellt. Zwecks Reinigung des Apparates können die Überwurfmutter gelöst werden. Das Mittelstück wird herausgenommen und mit etwas Petroleum durchgespült.



Abb. 102.

Diese Durchflußmesser für Heizöl werden in verschiedenen Größen geliefert, und zwar genügt der kleinste Apparat für 1—10 l, der größte für 5—100 l in der Stunde.

Zu einer ordnungsgemäßen Betriebskontrolle gehört auch eine ständige Beobachtung des Druckes von Öl und Luft bzw. Dampf. Hierfür werden die im Handel üblichen Manometer verwandt. Es gibt aber auch noch einen Spezialapparat für Ölfeuerungen, welcher ebenfalls von der Firma Dr. Schmitz & Co., Barmen, konstruiert ist, s. Abb. 102. Diese Apparate dienen zur Messung des Druckes an Rohrleitungen bis zu 6000 mm WS. Der Einbau wird durch direkte Verschraubung mit der Rohrleitung durch ein Anschlußrohr von $\frac{1}{2}$ " bewirkt. Das Instrument wird mit Quecksilber bis zum Nullpunkt gefüllt nach Abnahme

des Kopfstücks und der Gummidichtung. Damit evtl. Stöße in der Leitung sicher aufgefangen werden, ist es nötig, das Instrument immer für das Doppelte des Betriebsdruckes zu wählen; bei einem Druck von 800—1000 mm nimmt man zweckmäßig einen Messer für 2000 mm.

Zu einer weitergehenden Kontrolle empfiehlt es sich, in die Ölleitung Thermometer üblicher Bauarten einzubauen. Die Untersuchung der Abgase auf Kohlensäure oder freien Sauerstoff wird zweckmäßig durch automatische Kontrollapparate ausgeübt.

VI. Die Anwendungsgebiete der Ölfeuerung.

A. Dampfkesselfeuerungen.

Ortsfeste Kessel. Für die meisten Länder ist Ölfeuerung für ortsfeste Dampfkessel teurer als Kohlenheizung. Trotzdem kommen Ölfeuerungen auch zur Dampferzeugung für ölreiche Länder in Frage. —

Die Konstruktion der Kessel ist im großen und ganzen die gleiche wie bei Kohlenkesseln. Abb. 103 u. 104 zeigen einen ölgefeuerten Dampfkessel, ausgeführt vom Ölfeuerungswerk Fulmina.

Der Raum zwischen Brenner und Feuerbrücke ist so lang gewählt, daß sich die Flamme voll entwickeln kann. Bei der Anordnung der Feuerbrücke ist zu berücksichtigen, daß diese teilweise bei schwer verbrennbarem Öl als Zünder dienen muß und daher so anzuordnen ist, daß sie zu lebhafter Rotglut kommt. Die Führung der Verbrennungsgase erfolgt in üblicher Weise.

Abb. 105—107 zeigen einen mit Schnabel-Bone-Feuerung ausgerüsteten Flammrohrkessel der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G.¹⁾ Das Flammrohr besitzt in seinem vorderen Teil eine zylindrische feuerfeste Ausfütterung und ist mit einem zentral angeordneten Brenner versehen. In einiger Entfernung von der Düse befindet sich ein Gitterwerk aus feuerfesten Steinen, hinter welchem eine Füllung aus unregelmäßigen Stücken von feuerfester Masse angeordnet ist. Durch diese Füllung wird zwar der Widerstand der Heizgase wesentlich vergrößert, andererseits aber bei guter Ausnutzung der Heizgase eine erheblich gesteigerte Verdampfung (bis zu 100 kg pro qm) erzielt.

Einen Versuchskessel derselben Firma mit Ölfeuerung zeigen Abb. 108 und 109. Der Kessel ist als kleiner Lokomotivkessel mit einer Feuerbuchse und dreizölligen Heizrohren ausgeführt. Die Feuerbuchse ist mit hochfeuerfestem Material ausgekleidet und mit drei Zerstäubern versehen. Die Heizrohre sind mit unregelmäßigen Schamottestücken gefüllt, ebenso die Heizrohre der beiden hintereinander angeordneten Vorwärmer. Mit diesem Kessel wurden von Döbelstein mehrere Versuche angestellt, deren Resultate S. 60 wiedergegeben sind.

¹⁾ Mitteilungen der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. April 1914.

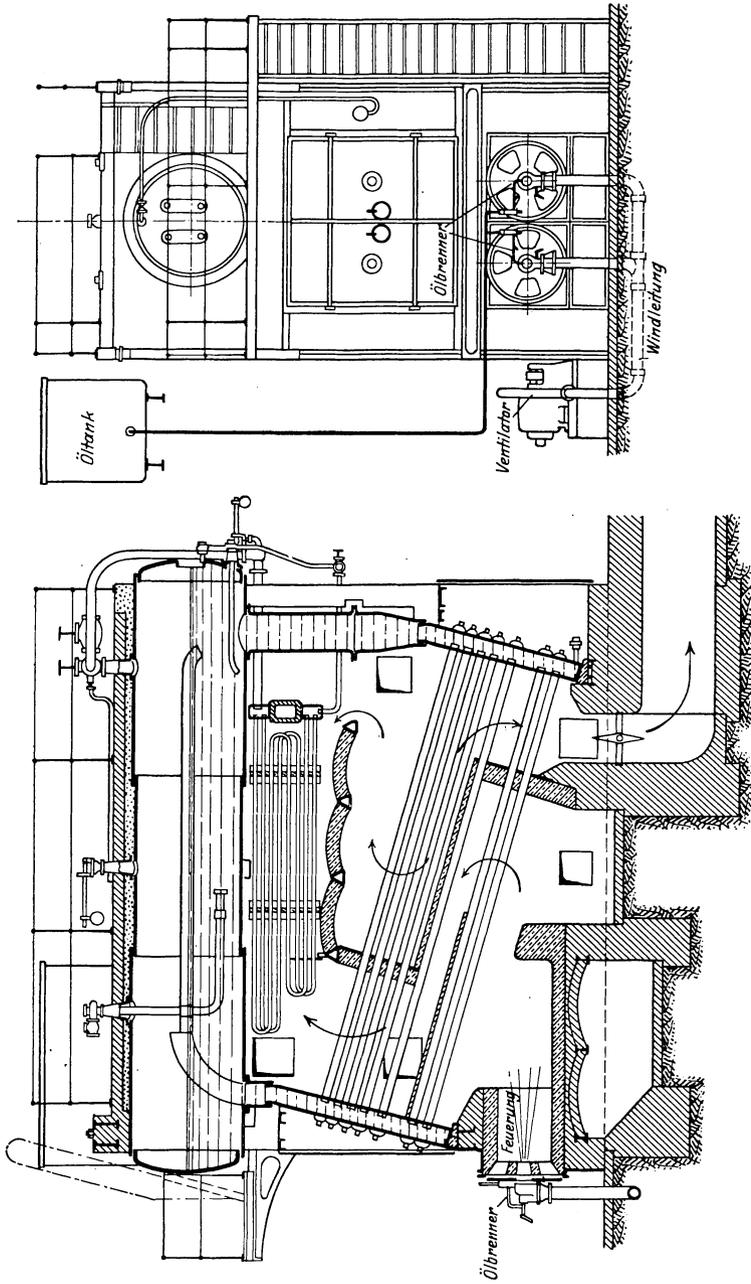


Abb. 103 und 104.

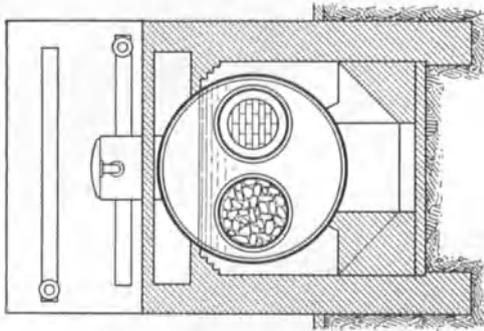
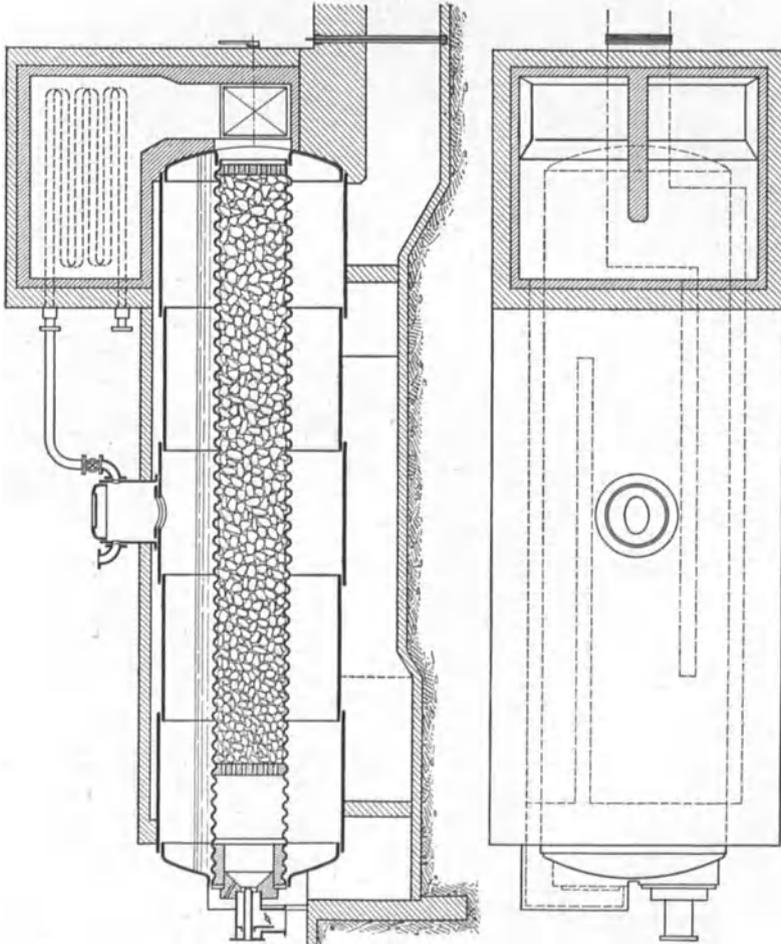


Abb. 105 bis 107.



Datum des Versuchs		5.1. 1914	7.1. 1914	9.1. 1914
Dauer des Versuchs St.		8	7	8
Öl	Verbrauch insgesamt kg	846	821	928
	Verbrauch stündlich kg	105,75	117,3	116
	Heizwert WE/kg	8742	8775	8866
Wasser	Speisetemperatur °C	10	9,6	9,4
	Temp. hinter dem Vorwärmer I . °C	39,4	38,4	37,1
	Temp. hinter dem Vorwärmer II . °C	93,3	94,3	82,6
	Dampfdruck kg/cm ²	11,3	11,3	11,3
	Verdampfung insgesamt kg	10260	9815	11380
	Verdampfung stündlich kg	1282,5	1402	1422,5
desgl. bez. auf Normaldampf von 637 WE kg/St.		1317	1440,7	1462
desgl. desgl. für jeden qm . . kg/St.		109,7	120	121,8
Verdampfungs- verhältnis	effektiv	12,12	11,96	12,27
	bez. auf Normaldampf	12,45	12,28	12,60
Abgase	Temp. hinter dem Kessel °C	380	375	371
	Temp. hinter den Vorwärmern . . °C	196	145	175
	CO ₂ -Gehalt v. H.	14,3	15,3	16
	O-Gehalt v. H.	4	2,7	1,8
	CO-Gehalt v. H.	—	0,9	0,7
Wind	vor den Düsen mm/WS	865	794	768
	in der Vergaskammer . . . mm/WS	340	367	349
	vor den Vorwärmern mm/WS	248	151	123
	Mittlerer Luftbedarf	1,23	1,15	1,09
	Kraftverbrauch KW	9,56	8,41	7,77
	desgl. KW/St. für jede Tonne Normald.	7,26	5,84	5,3
Thermischer Wirkungsgrad . . . vH		90,6	89,2	90,5

Beim zweiten Versuch wurden die Schamottestücke im zweiten Vorwärmer durch regelmäßig geformte Schamottesteine nach Abb. 110 und 111 ersetzt, beim dritten Versuch wurden auch die Rohre des ersten Vorwärmers sowie diejenigen des Kessels bis auf die vordersten 200 mm mit diesen Formsteinen versehen. Die Formsteine selbst bestehen abwechselnd aus Ringwulsten von kreisförmigem Querschnitt und Platten mit Rippen, welche die Distanz sowohl der einzelnen Stücke voneinander, wie auch die Lage der Platten in der Rohrmitte gewährleisten. Durch diese abwechselnde Anordnung von Ringen und Platten werden die heißen Gase gezwungen, immer wieder gegen die Rohrwandungen zu prallen. Durch diese von Essich angegebene Rohrfüllung wurde, wie die Versuche ergaben, trotz wesentlich geringeren Luftwiderstandes, eine höhere Verdampfung bei gleichem Wirkungsgrad erzielt.

Eine kombinierte Feuerung für Öl- und Gasbetrieb von der Westfälischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft zeigt Abb. 112, die direkt oberhalb der Gasfeuerung angebrachten Niederdruckbrenner sind als Zusatzfeuerung für den großen Gasbrenner gedacht.

Schiffskessel. Außerordentlich vorteilhaft ist die Anwendung der Ölfeuerung für Schiffskessel. Trotz des erheblich höheren Preises des

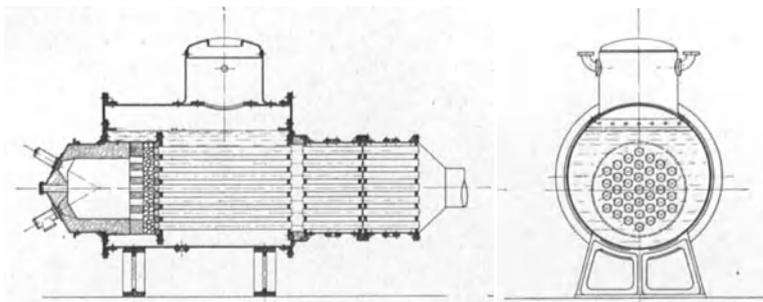


Abb. 108 und 109.

Heizöls gegenüber der Steinkohle ist meistens die Ölfeuerung der Kohlenfeuerung mit Handbeschickung überlegen infolge der vollkommeneren Ausnutzung der Kesselheizfläche und der gleichmäßigeren Dampferzeugung. Auch die Arbeitsbedingungen für die Bedienungsmannschaft sind erheblich günstiger, dazu kommt noch, daß der Bunkerraum verringert werden kann, der Betrieb ein außerordentlich reinlicher ist und daß der Brennstoff leicht übernommen werden kann.

Der Aktionsradius des Schiffes wird durch die größere Lademöglichkeit wesentlich erhöht. Dieser Vorteile halber sind fast sämtliche Kriegsschiffe aller Länder mit Ölfeuerung ausgestattet, und auch die Handelsschiffe erhalten in steigendem Umfange ölgefeuerte Kessel. Durch den Fortfall der bei Kohlenfeuerung notwendigen schweren Arbeitsleistung des Kohlentrimmens, des Reinigens der Feuer, des Ascheziehens, des Auswechslens von verbrannten Rosten und des häufigen Reinigens der Kesselzüge ergibt sich eine erhebliche Verringerung der Bedienungsmannschaft. Der Ölfeuerungsbetrieb verlangt allerdings technisch geschultere Leute, wodurch eine einheitlichere Zusammensetzung der Mannschaft und dadurch eine günstigere Ausnutzung und Wertung der Gesamtanlage gegeben ist. Das Übernehmen des Brennstoffes erfordert bei Ölfeuerung nur einen geringen Teil der bei Kohlenfeuerung notwendigen Zeit. Hierdurch wird eine Verkürzung der Hafentiegezeit und damit die Möglichkeit einer gesteigerten Fahrleistung in gleichen Zeitabschnitten gegeben. —

Bei den großen zur Zerstäubung gelangenden Ölmengen werden heute fast ausschließlich Druckzerstäuber für solche Anlagen verwandt. Abb. 113

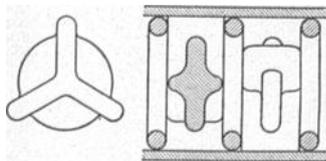


Abb. 110 und 111.

zeigt das Beispiel einer Ölfeuerungseinrichtung, Bauart Vulkan, für einen Wasserrohrkessel.

Bei der deutschen Kriegsmarine ist der Körtingsche Druckzerstäuber sehr verbreitet. Abb. 114 zeigt die Anordnung einer Körtingschen Öl-

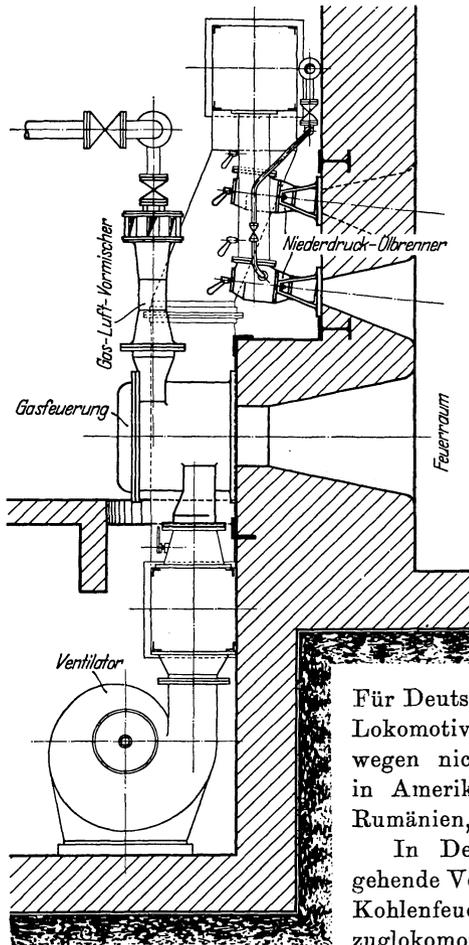


Abb. 112.

feuerungsanlage für Schiffskessel, Abb. 115 und 116 Anlagen der Westfälischen Maschinenbau-Industrie. Die Abb. 115 ist eine Anlage für reine Druckzerstäubung, die Abb. 116 zeigt einen eingebauten Dampfstrahlzerstäuber. Diese Abb. zeigt, in welcher Weise, ehe Dampf zum Anwärmen des Heizöles vorhanden ist, zum Anheizen dünnflüssiges Öl verwandt werden kann. Eine Sicherheitsvorrichtung für Dampfkesselölfeuerungen der Allg. Elektr. Gesellschaft zeigen Abb. 117 u. 118. Sie besteht in einer zwangsläufigen Kupplung zwischen Heizölzufuhr und Kesselspeisung. Bleibt das Kesselspeisewasser aus, so wird die Ölzufuhr selbsttätig abgestellt.

Lokomotiv-Feuerungen.

Für Deutschland kommt die Ölfeuerung für Lokomotiven der hohen Brennstoffkosten wegen nicht in Frage. Sie hat sich aber in Amerika, Rußland, Österreich, Polen, Rumänien, Indien und Japan eingeführt.

In Deutschland hat Sußmann eingehende Versuche mit Zusatzölfeuerung zur Kohlenfeuerung an Schnellzug- und Güterzuglokomotiven gemacht. Der Hauptvorteil der reinen Ölfeuerung ist die Möglichkeit

größter Kesselleistungen, wie sie bei Handbeschickung mit Kohle nicht erreicht werden können. Ölfeuerung kommt ferner in Betracht bei Lokomotiven, welche in Gegenden verkehren, wo die Rauchbelästigung der Umgebung oder die Gefährdung derselben durch Funkenwurf vermieden werden muß; außerdem bei Lokomotiven, welche starke Steigungen zu überwinden haben, zur zeitweisen Erhöhung der Kesselleistung.

Die Zusatzölfeuerung weist nach Sußmann¹⁾ folgende Vorteile auf:

¹⁾ S. Literaturverzeichnis.

1. Die Kesselleistung kann durch Teeröl-Zusatzfeuerung dauernd um 15—20% erhöht werden, und zwar bis an die Grenze der Zylinderleistung und ohne Mehrbeanspruchung des Heizers.

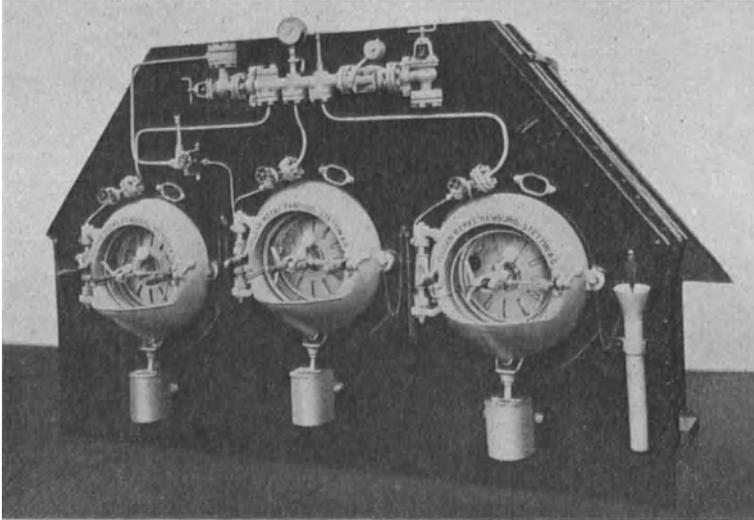


Abb. 113.

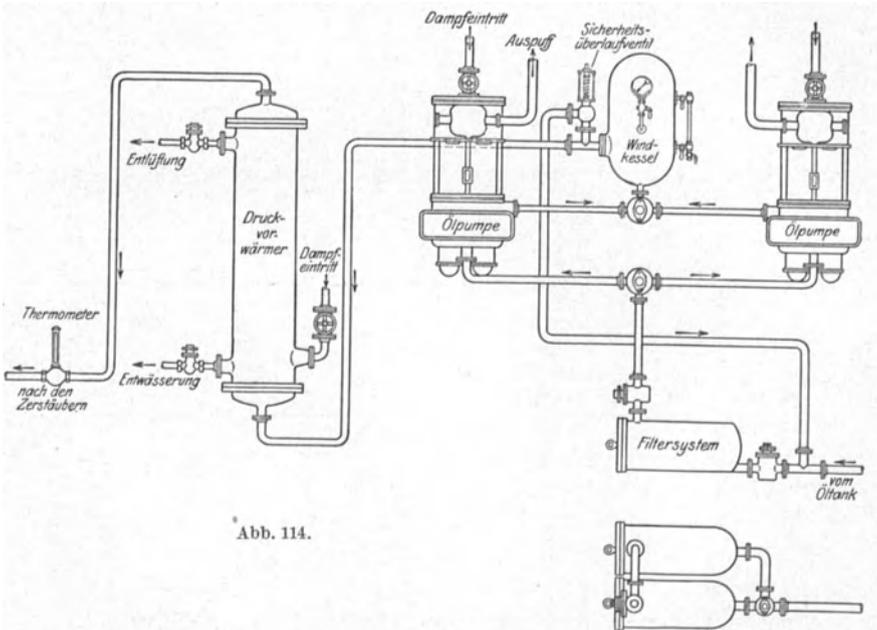


Abb. 114.

2. Dadurch ist eine höhere Belastung der Lokomotiven zulässig, die bei den meisten Lokomotivtypen bis an die Grenze der Maschinen- bzw. Schleppeistung gesteigert werden kann.

3. Störungen infolge Dampf- und Wassermangel, infolge schlechter Kohle, Verschlacken der Roste, Verlegung der Rohre werden verhindert, sofern die Zusatzfeuerung in gut arbeitendem Zustande erhalten wird.

4. Infolge Verringerung der Schlackenbildung und des Verlegens der Rohre und der Rauchkammer durch Zunder und Flugasche fallen Zwischenreinigungen fort; es sind kürzere Wendezeiten möglich, somit höhere Kilometer-Leistungen, bessere Ausnutzung der Lokomotiven (besonders Güterzuglokomotiven) und Durchfahren längerer Strecken ohne Lokomotivwechsel (Schnellzuglokomotiven).

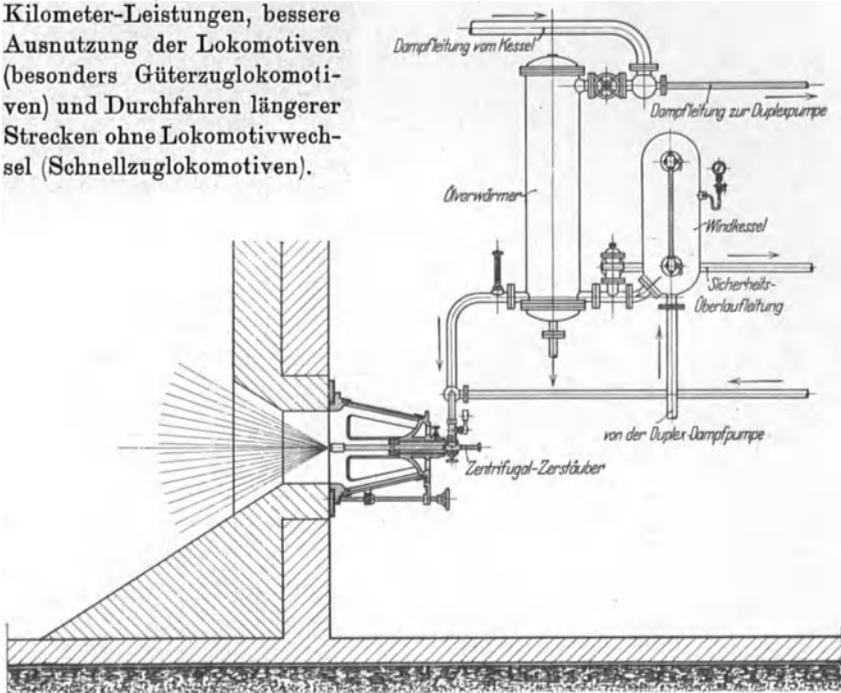


Abb. 119.

5. Qualm wird eingeschränkt und kann auf Bahnhöfen und bei Durchfahrt von Tunnels durch geeignete Behandlung des Feuers ganz vermieden werden.

6. Beschädigung der Feuerkiste und der Feuerlochumgrenzung durch hohes Feuer werden vermieden, eine größere Schonung der ganzen Feuerkiste ist zu erwarten, der Rost bleibt gut erhalten.

7. Der Einbau der Zusatzfeuerung läßt sich im allgemeinen einfach und mit verhältnismäßig niedrigen Kosten durchführen.

8. Die gesamten Feuerungsmaterialkosten stellen sich im Durchschnitt nicht bzw. nicht wesentlich höher als bei reiner Kohlenfeuerung, ausgenommen für die unmittelbare Nachbarschaft der Kohlenreviere.

Eine reine Ölfeuerung für Lokomotiven, wie sie von Dragu für die rumänischen Staatsbahnen ausgeführt wurde, zeigt Abb. 119. Die Bauart der Feuerkiste ist dieselbe wie bei Kohlenfeuerung, sie enthält aber in ihrem unteren Teil eine feuerfeste Ausfütterung. In diese feuer-

festen Ausfütterung schlägt die Flamme, welcher die Luft von rechts und links unten zugeführt wird. Durch die feuerfeste Ausfütterung wird die Flamme gezwungen umzukehren, um über die Ausfütterung hinweg zu den Siederöhren zu gelangen. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einerseits im unteren Teil der Feuerbuchse glühende Massen von hoher Temperatur vorhanden sind, welche eine vollkommene Verbrennung des Öls gewährleisten, nach Betriebspausen ein Wiederentzünden der Flamme ermöglichen und nach Abstellen der Feuerung eine zu scharfe Abkühlung der Rohreinwalzstellen verhindern, andererseits daß die Siederöhren vor einem Verbrennen durch Stichflammen geschützt werden. Abb. 120 zeigt die Ölfeuerung Bauart Holden, welche bei den österreichischen Staatsbahnen eingeführt ist. (Vgl. auch die Abb. 77, 78, 86, 87.)

Durch das Dampf-einlaßventil *A* tritt trockener

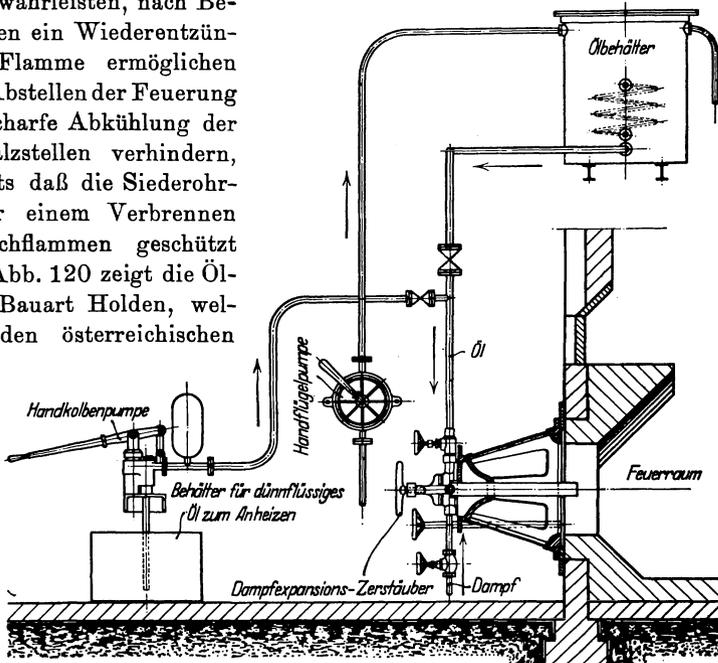


Abb. 116.

Dampf zu dem Dampfverteiler *C*. Dieser besitzt einen Anschlußstutzen *a*, durch welchen bei kaltem Kessel Dampf von einer fremden Dampfquelle zugeführt wird; und drei Hähne bzw. Ventile, von denen *b* den Zerstäuber Dampf, *c* den Dampf zum Ausblasen der Düsen und *d* den Dampf zum Vorwärmen des Öls regelt. Bei *B* befindet sich noch eine seitliche Dampf abzweigung, welche zum Ausblasen der Ölleitung dient. Der Dreiweghahn *D* ermöglicht nach Belieben den Dampf zu dem einen, dem andern oder beiden Bläsern anzustellen. Der Vierweghahn *H* dient dazu, alternativ den Zerstäubern Öl zuzuführen oder Dampf zum Ausblasen. *G* ist das Regelventil für Öl, *F* der Ölvorwärmer, *E* die beiden Zerstäuber, Bauart Holden, welche seitlich der Feuertür in besonderen Durchbrechungen angeordnet sind. Wird nur ein Zerstäuber vorgesehen, so wird derselbe, wie die Abb. 120 rechts oben zeigt, im unteren Teil der Feuertür eingebaut.

1) Technische Mitteil. der k. k. Österr. Staatsbahnen Gruppe 6, Reihe 2, Nr. 1
Essich, Öffeuerungstechnik. 3. Aufl.

Der Heizdampf strömt vom Hahn *d* zum Dreihwehahn *J* und von dort einerseits zum Vorwärmer *F*, andererseits zur Vorwärmleitung *M* des Tanks auf dem Tender.

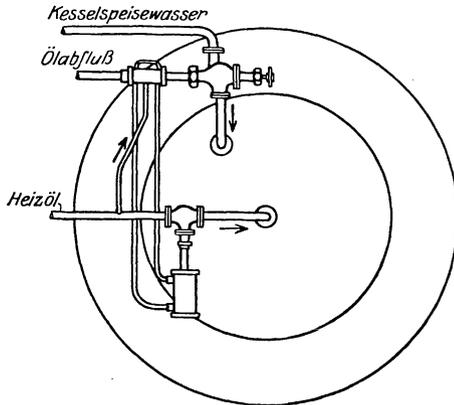


Abb. 117.

unterstützt durch die Konstruktion leicht regulierbarer Brenner für diese Spezialfeuerungen.

Die von Gebrüder Sulzer, Akt. Ges., Winterthur konstruierten Ölbrenner werden heute für Leistungen von ca. 40 kg Öl pro Stunde ausgeführt.

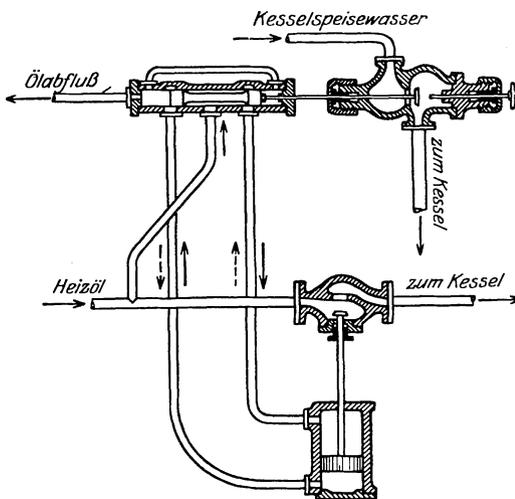


Abb. 118.

Die Feuerbuchse erhält bei der Ölfeuerung Bauart Holden außer dem normalen Feuer-schirm eine Ausmauerung der Rohr-wand von der Oberfläche des Rostes bis zum Feuerge-wölbe.

Zentralheizungsfeuerungen. Ölgeheizte Zentralheizungs-kessel haben sich in ölr-eichen Ländern eingeführt insbe-sondere wegen der erleichterten Bedienung gegenüber anderen Anlagen. Die Einführung wurde

Diese Brenner arbeiten fast geräuschlos und mit kurzer Flamme, sie sind daher für gußeiserne Gliederkessel, wie sie bei Zentralheizun-gen üblich sind, besonders geeignet (s. Abb. 121).

Das Öl wird mittels Druckluft von etwa 350 mm WS zerstäubt, die von einem Zentrifugal-Gebläse geliefert wird.

Die Brenner sind auf einer kleinen, zylindrischen Vorfeuerung montiert, die mit feuerfesten Steinen ausgefüttert ist.

Ferner sind die Brenner schwenkbar angeordnet, so daß eine Kontrolle oder Reinigung jederzeit mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann. Ein mit Ölfeuerung aus-gestatteter Sulzer-Glieder-Kessel kann ohne weiteres auch mit Koks be-schickt werden. Hierzu schwenkt man den Brenner aus und setzt an seine Stelle einen dichtschießenden Deckel.

Einen Kessel mit vorgebauter Feuerung zeigt Abb. 122.

Eine weitere Konstruktion von einer Ölfeuerungs-einrichtung für Zentralheizungskessel zeigt Abb. 123 von Dr. Schmitz & Co., Barmen.

Die Anlage besteht in der Hauptsache aus einem kleinen Elektromotor, der bei kleinen Kesseln nur $\frac{1}{4}$ PS, bei mittleren Kesseln $\frac{1}{2}$ PS und bei größeren Kesseln $\frac{3}{4}$ PS stark ist und mit direkt angetriebener Pumpe zur Zuführung und Zerstäubung des Öles verbunden ist. Gleichzeitig ist der Motor mit einem kleinen Ventilator gekuppelt, der die not-

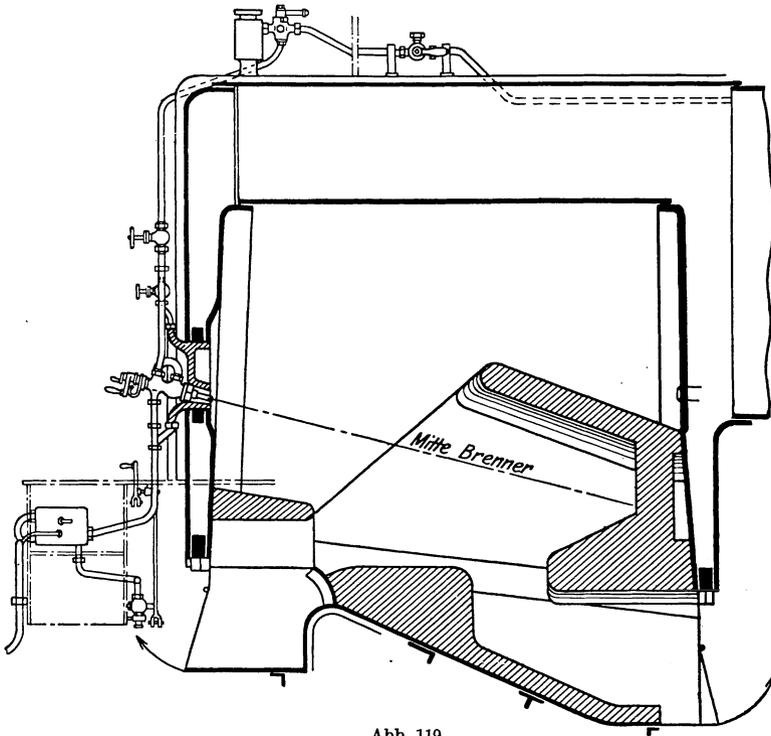


Abb. 119.

wendige Verbrennungsluft mit einer Pressung von nur 15 mm WS zuführt. In dem Ölbrenner selbst brennt ständig eine kleine Leuchtgas-Zündflamme. An dieser kleinen Zündflamme entzündet sich das Öl und brennt dann mit wallender Flamme, also mit keiner Stichflamme.

Die Regulierung des Ölbrenners erfolgt entweder vom Kesselmanometer aus bei Niederdruckdampfkesseln, oder vom Kesselthermometer aus bei Warmwasserkesseln, außerdem aber auch noch von einem Zimmerthermostaten, die den Elektromotor ein- und ausschalten, so daß also stets nur der Brennstoff dem Kessel zugeführt wird, der notwendig ist, um die jeweils verbrauchte Wärmemenge wieder zu ergänzen.

B. Industriefeuerungen.

Allgemeine Einbaugrundsätze. Die beiden wichtigsten bei der praktischen Ausführung von Ölfeuerungsanlagen zu beachtenden Grundsätze sind gute Wärmeausnutzung und richtige Temperaturverteilung. Die Forderung einer guten Wärmeausnutzung bedingt in erster Linie eine zweckmäßige Brennerkonstruktion, außerdem ergibt sich hieraus die Forderung, die zu beheizenden Körper möglichst nicht indirekt, d. h. durch die Abgase, zu beheizen, sondern der Einwirkung der Flamme selbst auszusetzen.

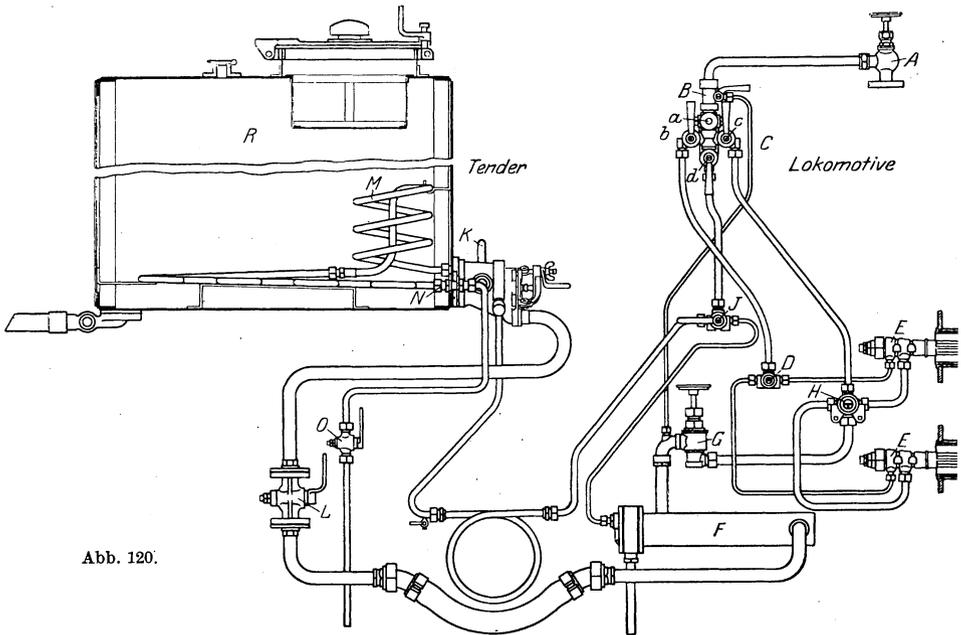


Abb. 120.

Diese Forderung kann nicht in allen Fällen erfüllt werden, vor allem weil die Flammentemperatur zwischen 1600° und 1800° C liegt, während die zu beheizenden Teile in den meisten Fällen wesentlich niedrigere Temperaturen verlangen. Es ergeben sich hieraus zwei Möglichkeiten. Entweder läßt man die Flamme in einem von dem eigentlichen Heizraum getrennten Verbrennungskanal von genügender Ausdehnung brennen, der durch eine größere Anzahl von Öffnungen mit dem Heizraum verbunden ist, so daß die Beheizung nicht durch die Flamme selbst, sondern durch die Abgase erfolgt, wobei die Temperaturverteilung im Heizraum durch die Lage und den Querschnitt der Verbindungskanäle geregelt werden kann. Eine derartige Anordnung, welche sich in manchen Fällen nicht vermeiden läßt, ist jedoch mit erheblichen Wärmeverlusten verbunden. In vielen Fällen ist es aber möglich, die Flamme im Heizraum selbst anzuordnen. Allerdings ist auch hier darauf zu achten, daß die Anordnung der Flamme

und die Führung der Heizgase die gewünschte Temperaturverteilung gewährleistet.

Weiter ergibt sich aus der Forderung einer guten Wärmeausnutzung die Notwendigkeit eines kleinen Luftüberschusses, welcher in erster Linie durch die Wahl des Brenners erreicht wird. Eine weitere Forderung ist die, daß die Verbrennung beendet sein muß, wenn die heißen Gase in den Abzug treten. Es ist daher im allgemeinen nicht zweckmäßig, den Abzug gegenüber dem Brenner anzuordnen, da bei der großen Geschwindigkeit, mit der die Flamme eines mit Gebläseluft betriebenen Brenners den Ofenraum durchheilt, ein Hineinschlagen der Flamme in den Abzug begünstigt.

Um dies zu verhindern, ist es zweckmäßig, entweder genügend lange Flammenwege vorzusehen oder den Abzug neben, über oder unter dem Brenner anzuordnen, so daß die Flamme zur Umkehr gezwungen wird.

Eine gleichmäßige Temperaturverteilung bei mit verschiedener Heizraum- und Flammentemperatur arbeitenden Öfen, bei denen die Flamme im Heizraum selbst anzuordnen ist, kann z. B.

dadurch erreicht werden, daß die zu beheizenden Gegenstände sich auf dem Herd des Ofens befinden, während die Flamme unmittelbar unter dem Gewölbe in der Längsrichtung desselben brennt. Bei nicht zu geringer Höhe des Ofens wird die Wärmestrahlung auf alle Teile des Herdes ziemlich gleichmäßig sein. Es gilt dann lediglich auch die Verteilung der heißen Gase so zu regeln, daß die Temperatur möglichst gleichmäßig ausfällt. Dies kann z. B. dadurch erfolgen, daß die Abgase durch vier in den Ecken befindliche Öffnungen in einen unter dem Herd befindlichen Sammelkanal treten. Durch von außen zugängliche Abdecksteine können diese Öffnungen so eingestellt werden, daß die Temperaturverteilung die gewünschte Gleichmäßigkeit aufweist. Die einmal gewählte Einstellung wird dann im allgemeinen beibehalten werden können. Die Anordnung der Flamme im oberen Teil und des Abzugs im unteren Teil des Ofens hat gleichzeitig den Vorteil, daß die Strömung der heißen Gase, welche durch die Gebläseluft vom Brenner aus ununterbrochen zwangsläufig erneuert werden, entgegengesetzt ihrem Auftrieb erfolgt, so daß die heißen Gase gezwungen werden, den ganzen Ofenraum auszufüllen, und im Ofen ein Überdruck entsteht, welcher das Eindringen falscher Luft verhindert.

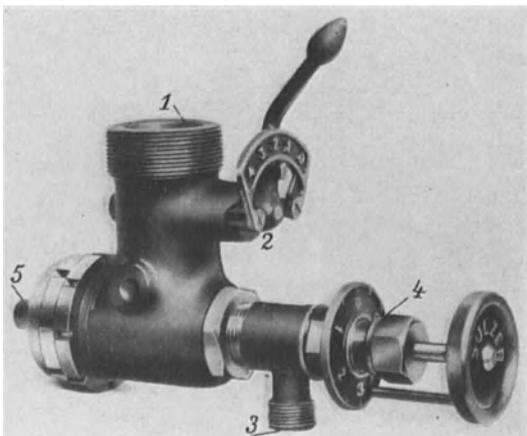


Abb. 121.

Bei großer Ausdehnung des zu beheizenden Raumes, insbesondere bei großer Längsausdehnung, ist es unter Umständen notwendig, zur Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur mehrere Brenner anzuwenden. Bei runden Öfen werden zur Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur häufig ein oder mehrere Brenner in tangentialer Richtung angewandt, so daß im Ofen eine kreisende Flamme entsteht.



Abb. 122.

Endlich ergibt sich aus der Forderung einer guten Wärmeausnutzung die Notwendigkeit, möglichst auch die Abgase auszunutzen, indem sie in einem Regenerator zur Vorwärmung der Verbrennungsluft benutzt werden. Bei den Tropffeuerungen ist, wie dies früher ausgeführt wurde, die Luftvorwärmung unbedingt notwendig. Sie soll in diesem Falle nicht unter 600° , möglichst 1000° C betragen. Die Verwendung hoch vorgewärmter Luft in Zerstäuberbrennern ist im allgemeinen nicht möglich, da dies zur Verkokung des Öls in den ölführenden Kanälen des Brenners führen würde. In diesem Falle muß ein Zerstäuber verwandt werden welcher mit einem möglichst kleinen, mäßig vorgewärmten Teil der Verbrennungsluft das Heizöl zerstäubt, während die Hauptmenge der Verbrennungsluft als hoch erhitzte Zusatz- oder Sekundärluft zugeführt wird. Aus der Notwendigkeit, nur einen kleinen Teil der Verbrennungsluft zur Zerstäubung zu benutzen, ergibt sich, daß eine

verhältnismäßig hohe Luftpressung angewandt werden muß. Im Betriebe wird zwar der Zerstäuber durch die Zerstäubungsluft gekühlt, bei Stillstand jedoch würde er durch die hoch vorgewärmte Verbrennungsluft, in deren Zuführungskanal zum Ofen er eingebaut sein muß, zerstört. Solche Brenner müssen daher entweder ausschwenkbar eingerichtet oder mit Wasserkühlung versehen werden.

Muffelöfen werden im allgemeinen in solchen Fällen verwandt, wo es sich um Glühen und Härten von Qualitätsmaterial handelt, welches mit den Flammgasen nicht in Berührung kommen soll. Für derartige

Öfen ist es meist von Wichtigkeit, die Temperatur genau regeln zu können. Die Ölfeuerung vermag diese Forderung in einfachster Weise vollkommen zu erfüllen. Ein weiterer Vorteil der Ölfeuerung bei Beheizung von Muffelöfen besteht darin, daß die Ölflamme über der Muffel angeordnet werden kann, während dies bei Kohlenfeuerung nicht möglich ist. Mit Kohle beheizte Muffelöfen besitzen im allgemeinen einen unter dem Herd liegenden und von dem Innenraum der Muffel durch eine dicke Mauerschicht getrennten Verbrennungsraum, der mit den seitlich und über der Muffel befindlichen Heizräumen nur durch enge Kanäle in Verbindung steht. Es wird daher im unteren Teile des Ofens ein Hitzezentrum geschaffen, welches nur durch eine dicke Mauerschicht hindurch wirken kann, während die auf die eigentliche dünne Muffel wirkenden Heizgase wesentlich kälter als die Flamme sind. Infolgedessen ist die Ausnutzung der Wärme in einem mit Kohle gefeuerten Muffelofen erheblich ungünstiger.

Die Kohlenfeuerung wird meistens in der Weise betrieben, daß die Kohle im unteren Feuerraum unter Luftmangel verbrannt wird und die restliche Verbrennungsluft in den seitlichen und oberen Kanälen sekundär zugeführt wird und hier die vollständige Verbrennung stattfindet.

Naturgemäß wird bei dieser Art Feuerung einmal durch die entstehende Flugasche und ferner durch die durch stärkere Chamottewände gehende Wärmeübertragung eine höhere Abnutzung des Muffelofens bedingt, weil in den Heizkanälen höhere Temperaturen herrschen müssen. Da die Abgase der Ölflamme die Muffelmaterialien wesentlich weniger angreifen als die der Kohlenflamme, können in den meisten Fällen dünnere und wärmedurchlässigere Materialien bei der Ölfeuerung gewählt werden. Schließlich wird die Wärmeübertragung durch die Muffel bei der Ölfeuerung auch noch dadurch gefördert, daß bei Anordnung der Flamme über der Muffel ein wesentlicher Teil der Wärme durch Strahlung übertragen wird.

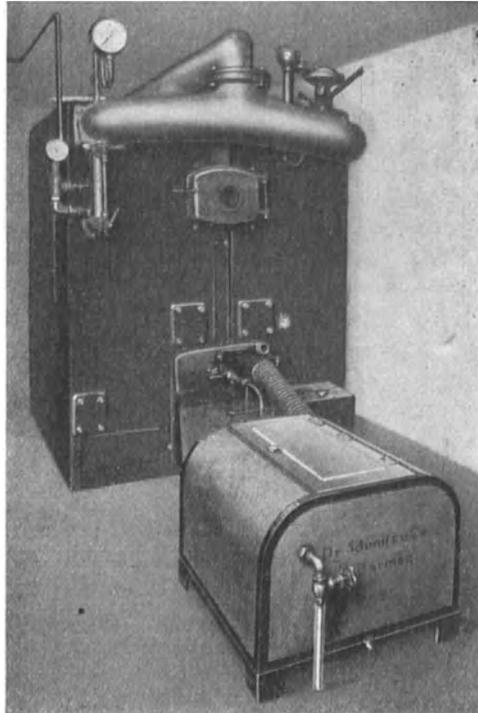


Abb. 123.

Die folgenden Abbildungen geben eine Anzahl ausgeführter Konstruktionen.

Abb. 124 und 125 zeigen einen Muffelofen System Rhein. Vulkan mit

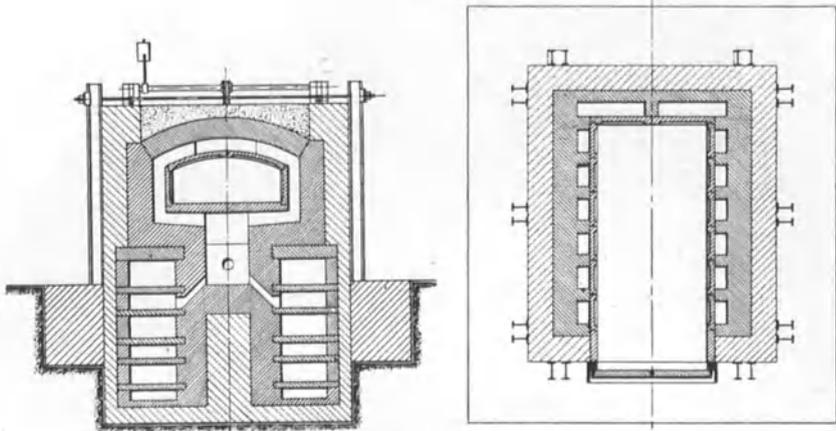


Abb. 124 und 125.

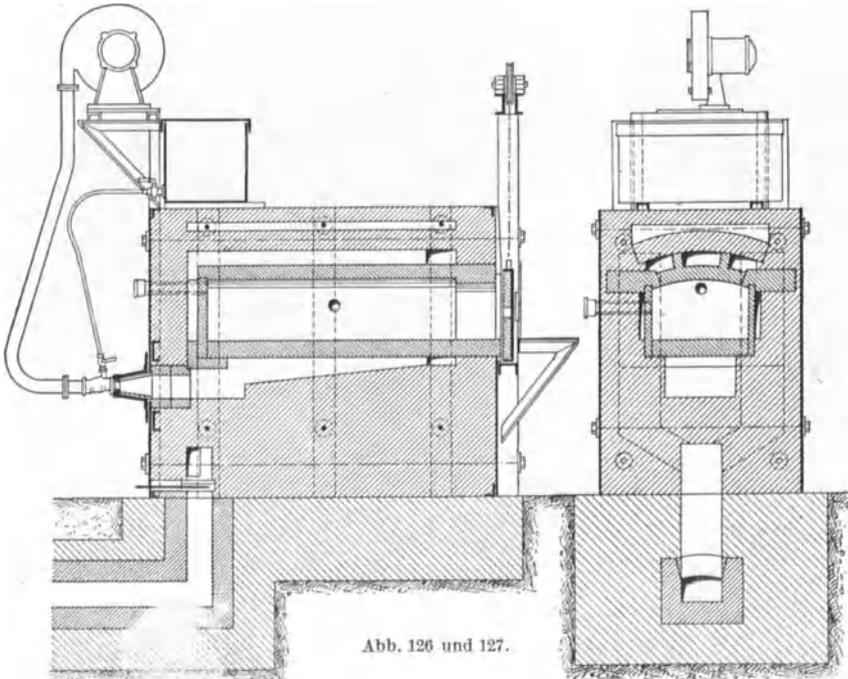


Abb. 126 und 127.

Rekuperator. Die in einem unter der Muffel gelegenen Kanal entwickelte Flamme tritt zu beiden Seiten über die Muffel. Sekundärluft wird aus dem Rekuperator von unten zugeführt.

Abb. 126 und 127 zeigen einen Muffelofen von Huber und Autenrieth. Unter der Herdplatte ist der Verbrennungskanal angeordnet, an dessen einem Ende die Düse sitzt. Durch die Heizkanalführung wird die Flamme gezwungen, die Muffel allseitig zu umspülen und mehrfach umzukehren, wodurch eine gute Ausnutzung der Heizgase erzielt wird. Eine auf dem Boden des Verbrennungskanals befindliche Stufe dient dazu, die anprallende Flamme nach oben abzulenken, um zu verhindern, daß dieselbe infolge ihrer großen Geschwindigkeit am größten Teil der Herdplattenunterseite unausgenutzt vorbeistreicht.

Eine Konstruktion eines Durchlaufofens zum Glühen von Draht und Band zeigen Abb. 128—130¹⁾. Der über 13 m lange Ofen besitzt eine gußeiserne Muffel, welche durch sieben unter derselben angeordnete, in der Querrichtung blasende Brenner beheizt wird. Ungünstig erscheint bei dieser Anordnung die große Anzahl der zu regulierenden Düsen. Erfahrungsgemäß kann man auch bei sehr langen Öfen mit zwei in der Längsrichtung über der Muffel blasenden Brennern auskommen, wie dies Abb. 131 im Querschnitt zeigt. Auch diese Abbildung stellt einen Durchlaufofen für Draht und

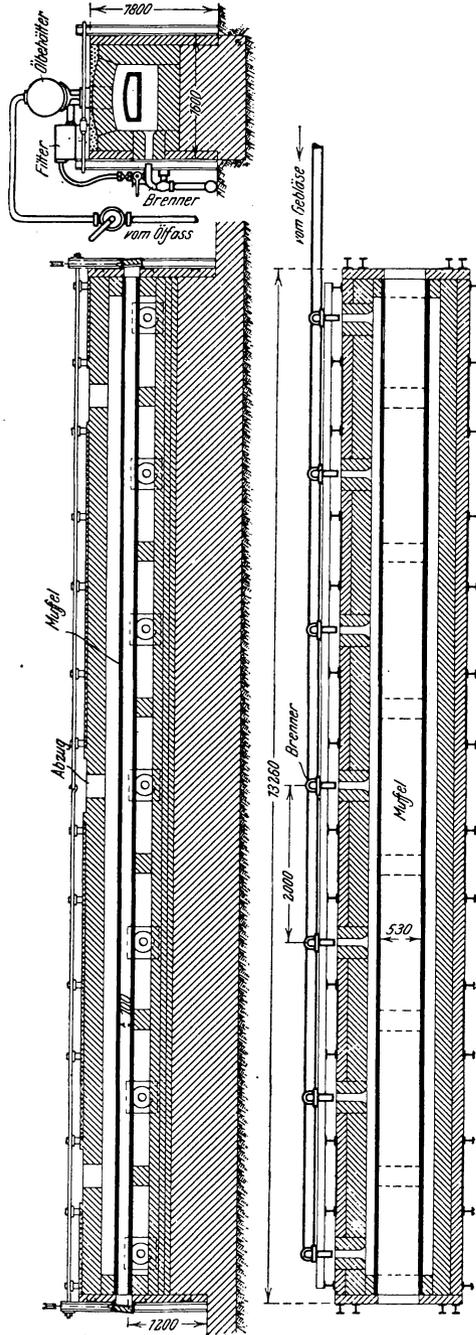


Abb. 128 bis 130.

¹⁾ Hausenfelder: Teerölverwertung für Heiz- und Kraftzwecke, St. u. E., 1912, Nr. 19.

Band mit einer gußeisernen Muffel dar. An den beiden Stirnseiten des Ofens ist unter dem Gewölbe je ein in der Längsrichtung blasender Brenner angeordnet. Unter dem Herd des Ofens ist ein ebenfalls in der Längs-

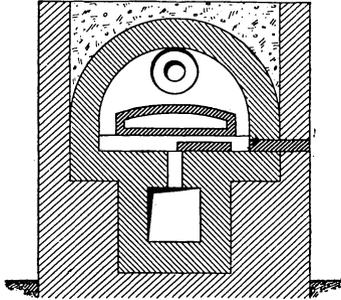


Abb. 131.

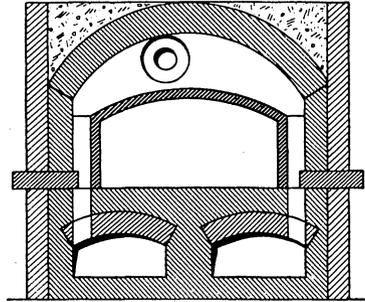


Abb. 132.

richtung durchlaufender Sammelkanal für die Abgase vorgesehen, welcher mit dem Ofenraum durch eine große Anzahl in der Mitte des Querschnitts angeordneter Kanäle in Verbindung steht. Jeder dieser Kanäle ist mit einem verschiebbaren Abdeckstein versehen. Durch geeignete Einstellung

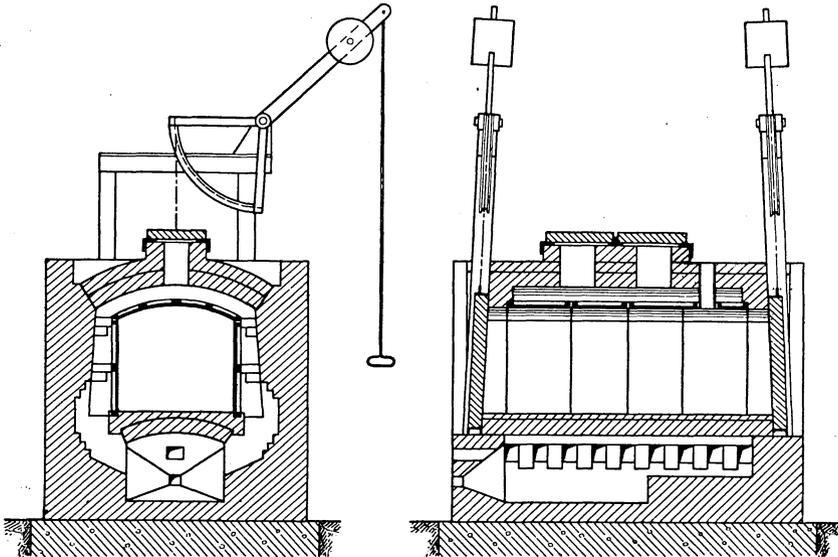


Abb. 133 und 134.

der Abdecksteine kann jede beliebige Temperaturverteilung im Ofen erreicht werden. Die Anordnung der Düse im oberen Teile und des Abzugs im unteren Teile des Ofens hat gleichzeitig den Vorteil, daß die Heizgase gezwungen werden, den ganzen Ofenraum auszufüllen.

Nach demselben Prinzip ist der in Abb. 132 im Querschnitt dargestellte Muffelofen beheizt. Auch hier ist an jeder Stirnseite des Ofens

unter dem Gewölbe ein Brenner angeordnet. Die beiden Brenner sind jedoch aus der Mitte gegeneinander versetzt. Die Abgase sammeln sich in zwei unter dem Herd liegenden Kanälen. Auch hier kann die Wärmeverteilung durch Schieber in diesen Kanälen geregelt werden.

Abb. 133 und 134 zeigen einen Emaillierofen mit Ölfeuerung für Temperaturen bis 1200°C von Pierburg. Der Ofen besitzt eine Muffel, welche beiderseits durch Arbeitstüren verschlossen ist. Unter der Muffel ist ein Verbrennungskanal mit einer die Flamme verteilenden Stufe angeordnet, während sich zwei Abzüge im oberen Teile des Ofens befinden. Der Nutzraum des Ofens ist $2000 \cdot 1000 \cdot 800$ mm.

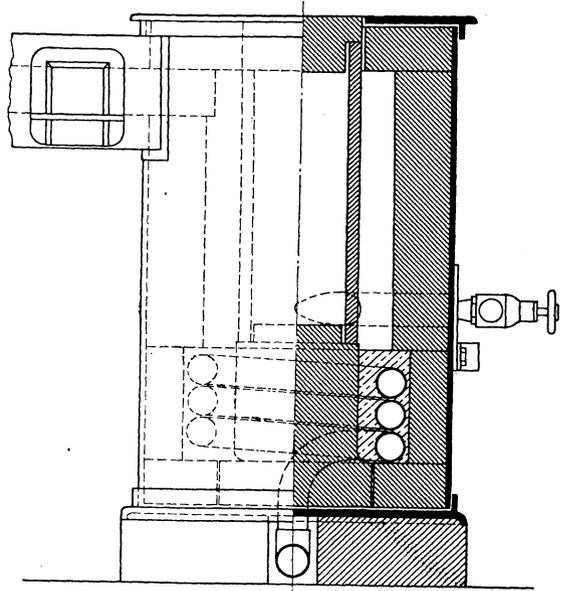


Abb. 135 und 136 zeigen einen stehenden Härteofen mit zylindrischer Muffel von de Fries. Der Brenner ist tangential und offen angeordnet und saugt sich injektorartig Zusatzverbrennungsluft an. Die Abgase entweichen im oberen Teile des Ofens, im Sockel befindet sich in Schamotte eingebettet eine Vorwärmchlange für die Zerstäubungsluft.

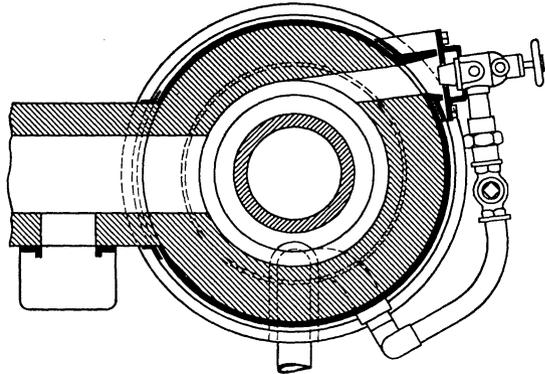


Abb. 135 und 136.

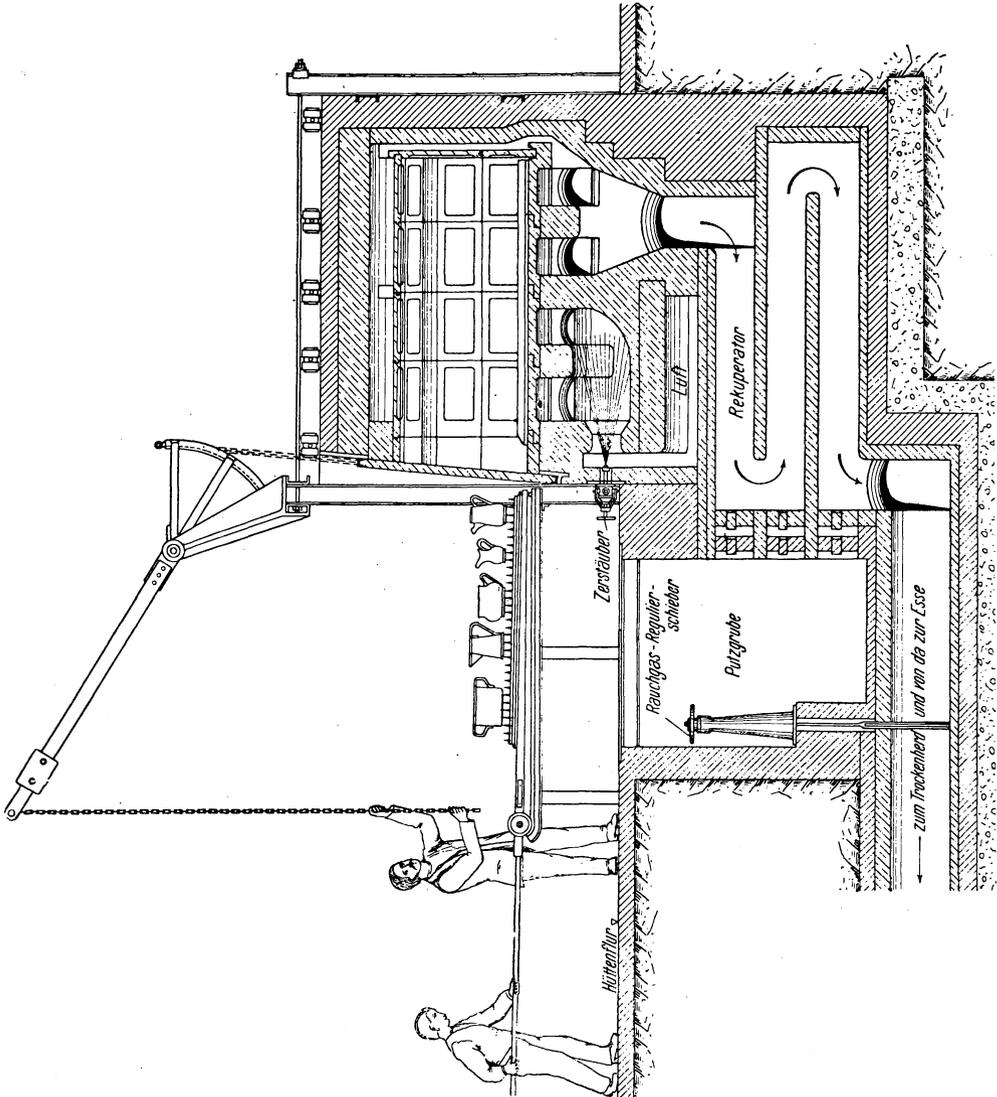
Einen Email-Brennofen mit Ölfeuerung und Luftvorwärmung zeigt Abb. 137¹⁾. Absolute Betriebsicherheit und Qualfreiheit ist für derartige Öfen unerlässlich, da

mit kleinen Undichtheiten in der Muffel gerechnet werden muß.

Glüh- und Härteöfen ohne Muffel. Ein besonderer Vorteil der Ölfeuerung bei Glühöfen ist die Möglichkeit, die Heizgase nach Bedarf

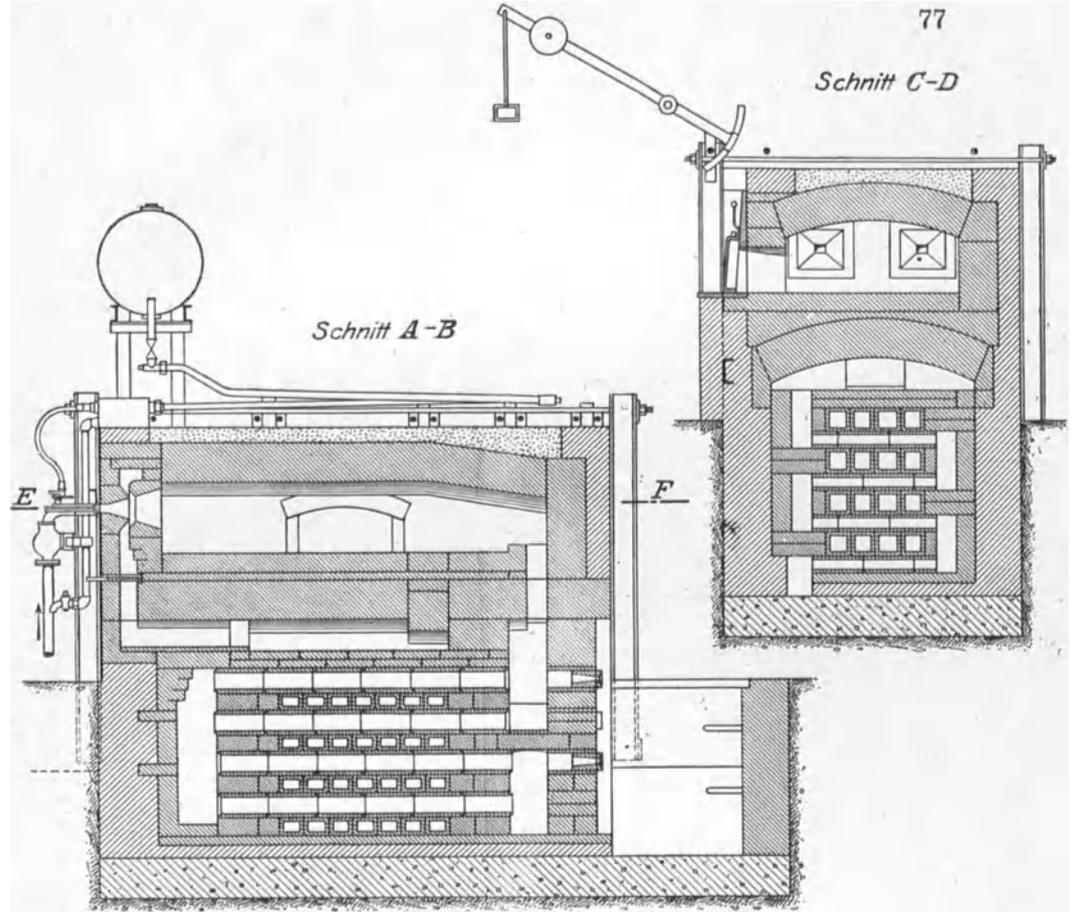
¹⁾ Feuerungstechnik, 1915, Nr. 35.

oxydierend, neutral oder reduzierend einzustellen, ferner die völlige Schwefelfreiheit der Heizgase bei Wahl des geeigneten Heizöls, insbesondere bei Teeröl. Aus diesem Grunde kann bei Ölfeuerung vielfach



ein offener Glühofen verwandt werden, wo Kohlenfeuerung einen Muffelofen bedingt. Hierdurch kann nicht nur eine schnellere Erwärmung des Heizguts, sondern auch trotz höheren Preises der Wärmeeinheit im Öl ein wesentlich geringerer Gestehungspreis pro Tonne verarbeitetes Material erreicht werden.

Schnitt C-D



Schnitt A-B

Schnitt E-F

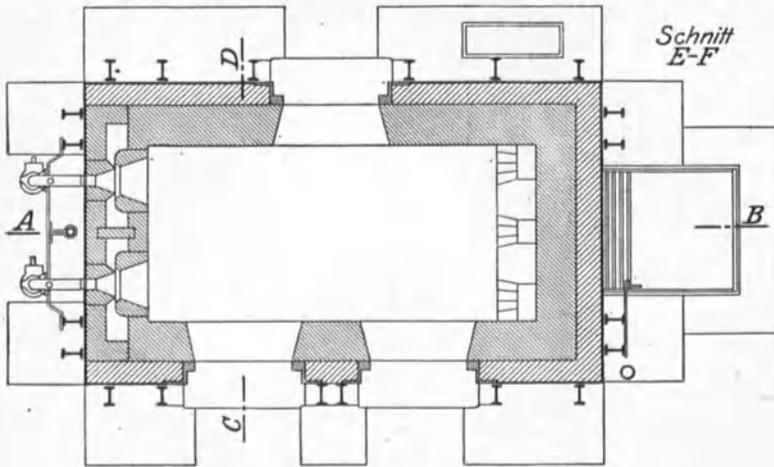


Abb. 138 bis 140.

Abb. 138—140 zeigen die Konstruktion eines Glühofens von Custodis. Der Ofen ist mit zwei ausschwenkbaren Custodis-Brennern ausgestattet, durch welche ein kleiner Teil der Verbrennungsluft geführt wird. Der größere Teil der Verbrennungsluft wird durch einen Rekuperator im unteren Teile des Ofens vorgewärmt und den Düsenkanälen am ganzen Umfange als Zusatzluft zugeführt. Durch die eigenartige Ausbildung dieser Zuführung wird eine injektorartige Saugwirkung des Verbrennungsluftstrahls auf die

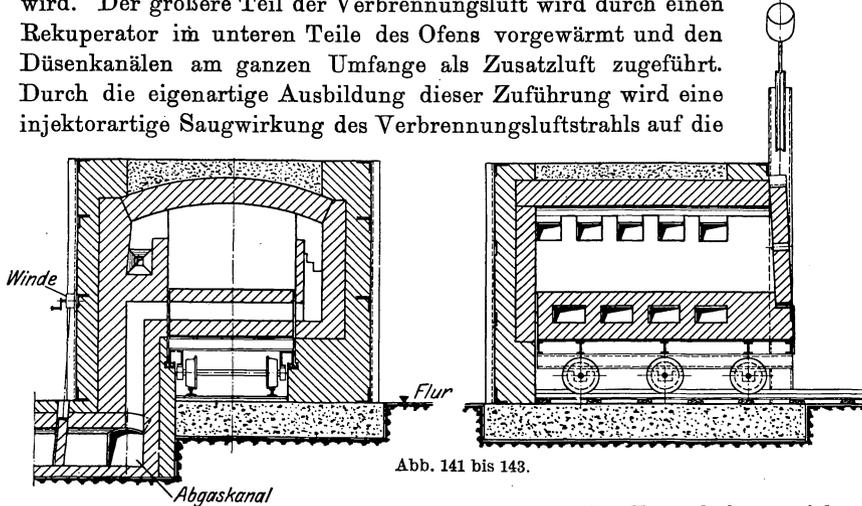


Abb. 141 bis 143.

vorgewärmte Zusatzluft erreicht. Die Vorwärmung der Verbrennungsluft im Rekuperator unter dem Herd gewährleistet eine gute Brennstoffausnutzung.

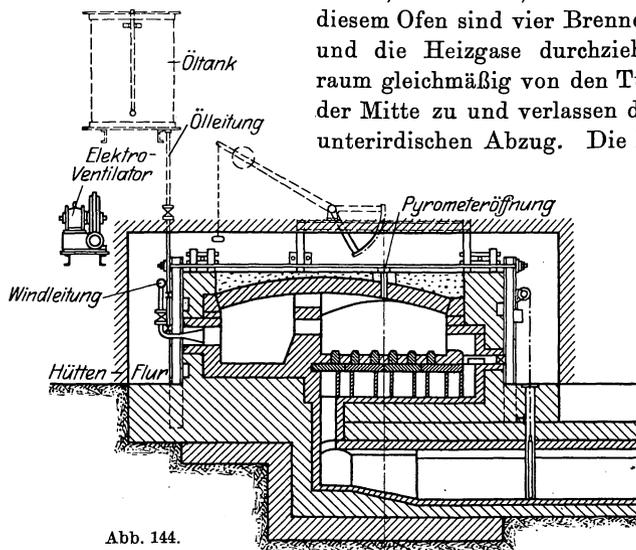
Die Abb. 141—143 zeigen einen ortsfesten Glühofen mit ausfahrbarem Herd für Niederdruckölfeuerung der Firma Pierburg. Der Ofen dient zum Glühen von mehreren Teilen. Er besteht aus einer starken Eisenkonstruktion, welche mit Schamottematerial ausgemauert wird. Die Beheizung erfolgt mit dünnflüssigem Heizöl durch einen oder mehrere Nieder-

druckölbrenner unter Zuhilfenahme von Druckluft mit einer Pressung von etwa 400 mm WS. Die zu glühenden Teile werden auf einem fahrbaren Herdwagen von der Stirnseite des Ofens eingeführt und erwärmen sich schnell und gleichmäßig auf die gewünschte Temperatur. Die an der Stirnseite vorgesehene Tür läßt sich nach oben bewegen und wird mittels Hebel und Gegengewicht oder durch eine schwere Winde mit Kurbel betätigt. Die Regulierung der Temperatur erfolgt durch den am Brenner vorgesehenen Lufthahn und durch das Ölventil. Eine reduzierende, neutrale oder oxydierende Flamme kann eingestellt werden. Zur

Regulierung der Abgase ist ein Schamotteschieber vorgesehen, welcher mittels Winde bedient wird.

Die Firma Pötter G. m. b. H., Düsseldorf, baut einen Blechglühofen, welcher in Abb. 144 wiedergegeben ist. Der Ölbrenner ist vor einer besonderen Verbrennungskammer angebracht und die Heizgase gehen von dem Heizraum über die Blechtafeln hinweg durch einen Kanal zum Unterbau des Ofens. Sie umspülen also die Blechtafeln von allen Seiten, wodurch eine sehr gleichmäßige und wirtschaftliche Erwärmung erzielt wird.

Abb. 145 und 146 zeigen einen Kistenglühofen mit Ölfeuerung von der Firma Pötter G. m. b. H., Düsseldorf, in Grund und Aufriß. Bei diesem Ofen sind vier Brenner seitlich angebracht und die Heizgase durchziehen den Kistenglühraum gleichmäßig von den Türöffnungen aus nach der Mitte zu und verlassen den Ofen durch einen unterirdischen Abzug. Die Kisten kommen also



mit einer direkten Flamme nicht in Berührung und die Regulierung kann durch die vier Brenner-Regulierventile sehr genau vorgenommen werden.

Abb. 147 zeigt den Querschnitt eines sog. Platten-glüh- und Härteofens, bei welchem unter der eigent-

lichen Herdplatte ein durch einen Brenner beheizter Verbrennungsraum angeordnet ist. Die Flamme tritt bei *c* in den über der Herdplatte *d* befindlichen Heizraum ein, die Abgase verlassen bei *f* den Ofen. Die Durchtrittsöffnung *e* für die Heizgase ist mehrfach unterteilt, jede dieser einzelnen Öffnungen ist durch einen Schieber *e* einstellbar, wodurch die Temperaturverteilung geregelt werden kann. Eine Zündöffnung *b* dient zur Inbetriebsetzung des Ofens.

Abb. 148 und 149 zeigen die Außenansicht eines transportablen Platten-glühofens mit zwei Brennern und Gebläse der Pötter G. m. b. H. Der Ofen ist mit einer Luftvorwärmung durch die Abgase ausgerüstet. Das in einem Behälter über dem Ofen befindliche Öl wird durch die Wärme des Ofens selbst vorgewärmt.

Abb. 150—152 zeigen einen Pufferglühofen des Rhein. Vulkan. Die Entwicklung der Flamme unterhalb des eigentlichen Arbeitsraums gestattet eine gleichmäßige Erwärmung und ein nahezu zunderfreies Glühen.

Topfglühöfen. Ein besonderer Vorteil der Ölfeuerung bei Topf-

glühöfen ist die Möglichkeit, die Töpfe wesentlich schneller auf Temperatur zu bringen und infolgedessen mit derselben Ofenzahl die $1\frac{1}{2}$ fache bis doppelte Produktion zu erreichen. Außerdem werden erfahrungsgemäß bei Ölfuehrung die Töpfe erheblich weniger abgenutzt als bei

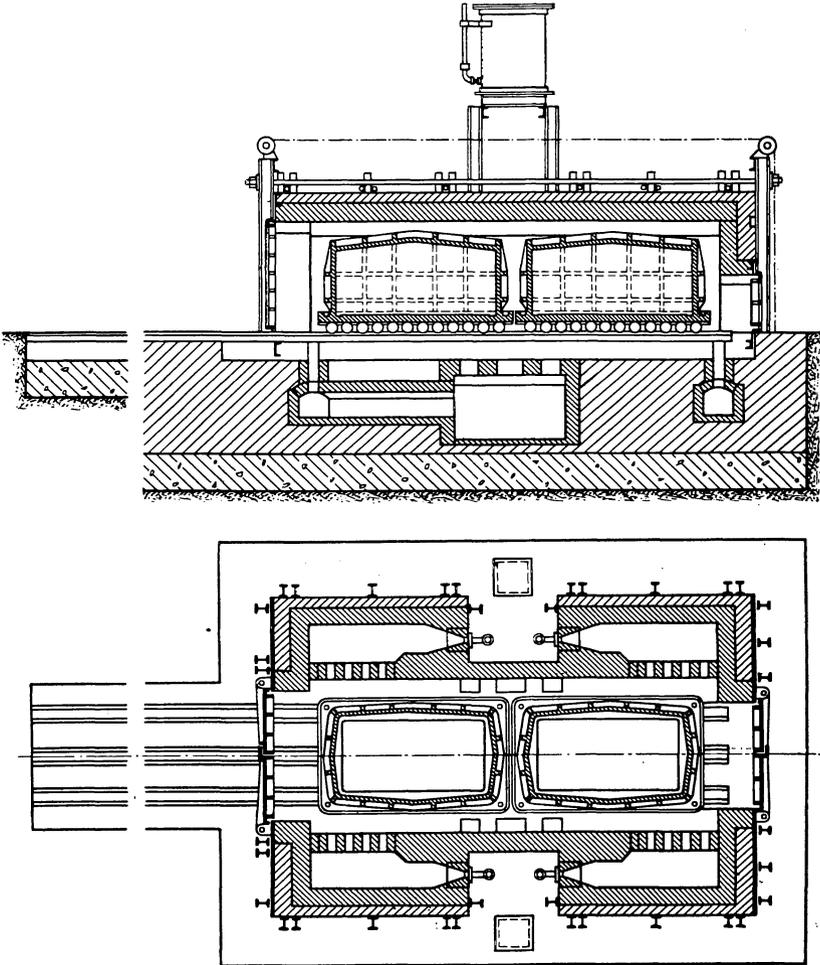


Abb. 145 und 146.

Kohlenfuehrung. Unter Umständen wird selbst bei einem Ölpreis, welcher das Dreifache des Kohlenpreises beträgt, infolge der guten Brennstoffausnutzung der Betrieb billiger als bei Kohlenfuehrung.

Abb. 153 zeigt den Längsschnitt eines Topfglühofens von Huber und Autenrieth. Der Topf steht auf einer Herdplatte, unterhalb deren sich ein mit zwei Brennern ausgerüsteter Verbrennungsraum befindet. Die Heizgase durchziehen den zwischen Topf und Ofen verbleibenden schmalen

Raum und treten über dem Topf zwischen einem gußeisernen doppelten Deckel hindurch in den Abzug.

Ähnlich ist die Konstruktion des Topfglühofens von Pierburg (Abb. 154). Auch hier ist der Topf nicht unmittelbar beheizt. Er steht im kreisrunden Ofenschacht auf einem zylindrischen Sockel, um welchen herum die Flamme des tangential angeordneten Brenners kreist. Die heißen Gase steigen nach oben und treten im oberen Teile des Ofens in den Abzug.

Bei diesen beiden Öfen ist die Gefahr, daß durch die hohe Temperatur der Ölflamme der Topf lokal überhitzt wird, zwar vermieden, doch bedingt die Vermeidung der unmittelbaren Einwirkung der Flamme durch Strahlung auf den Topf eine verhältnismäßig ungünstige Wärmeausnutzung. Auch hat die Erfahrung gezeigt, daß die Rotation der Flamme im Ofenschacht insofern nachteilig ist, als dadurch die außenliegenden Teile, also die Schachtwand, stärker beheizt wird als der Topf.

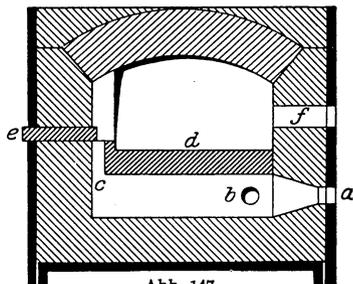


Abb. 147.

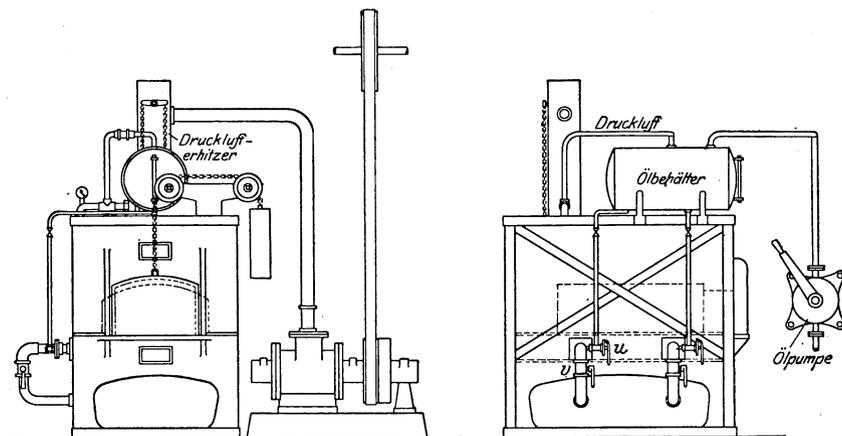


Abb. 148 und 149.

Diese Nachteile werden vermieden durch die in Abb. 155 und 156 wiedergegebene Konstruktion eines Topfglühofens von Essich. Der Ofen besteht aus zwei nebeneinander angeordneten zylindrischen Schächten, welche durch mit Schamotte ausgefüllte gußeiserne Deckel verschlossen sind. Wie der Grundriß zeigt, sind in jedem Schacht tangential und in der Höhe versetzt zwei Brenner angeordnet. Um eine direkte Berührung der Flamme mit der Topfwand zu vermeiden, sind die Düsenkanäle zur Hälfte seitlich aus dem Mauerwerk ausgespart. In der Mitte jedes Deckels ist eine Abzugsöffnung vorhanden. Durch einen am Boden angeordneten Kanal sind beide Ofenschächte miteinander verbunden. Die

Betriebsweise des Ofens ist derart, daß jeweils ein Ofen direkt befeuert wird, wobei der obere Abzug desselben geschlossen ist und die Abgase

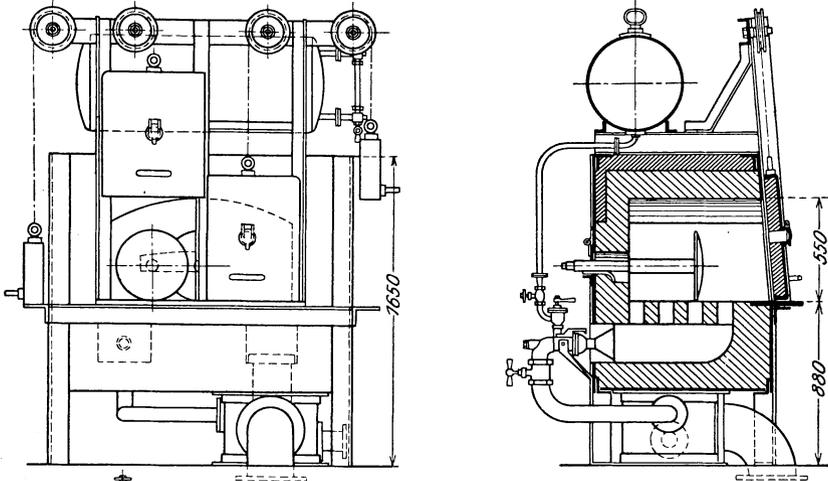


Abb. 150 bis 152.

unter dem Boden des Topfes durch den Verbindungskanal in den zweiten Schacht übertreten, wo sie den zweiten Topf vorwärmen und durch den Deckel entweichen. Ist ein Topf fertig geglüht, so wird er herausgenommen und durch einen kalten ersetzt, während der vorgewärmte Topf durch direkte Feuerung auf Temperatur gebracht wird und die Abgase zur Vorwärmung des kalten Topfes benutzt werden. Durch diese Ausnutzung der Abgase zur Vorwärmung wird ein sehr geringer Brennstoffverbrauch erzielt; er beträgt nur etwa 2% des Gewichts von Topf und Einsatz, während bei Glühung ohne Vorwärmung sich der Brennstoffverbrauch auf 3% und mehr beläuft.

Durch den entgegengesetzten Drehsinn der beiden Flammen wird erreicht, daß die Drehwirkung beider sich

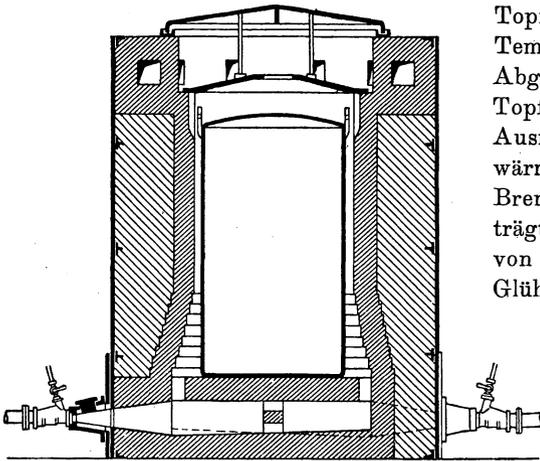


Abb. 153.

aufhebt und die früher erwähnten Nachteile der Rotation vermieden werden.

Salzbadhärteöfen werden vielfach mit Ölfeuerung ausgerüstet, da diese eine schnelle Inbetriebsetzung und dauernde genaue Innehaltung der gewünschten Temperatur gestattet. Meist werden hierbei die Abgase zur Vorwärmung der zu härtenden Teile benutzt, um beim Eintauchen vorgewärmter Stücke dem Salzbad möglichst wenig Wärme zu entziehen. Abb. 157 zeigt die Konstruktion eines Salzbadhärteofens von de Fries. Der Ofen enthält einen herausnehmbaren Stahlgußtiegel, um welchen die Flamme des tangential angeordneten Brenners kreist.

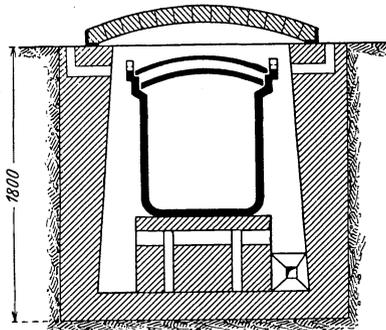


Abb. 154.

Die Abgase treten in einen neben dem Schmelztiegel angeordneten Vorwärmofen, welcher als Plattenglühofen gebaut ist. Bevor sie in diesen Ofen eintreten, werden sie zur Vorwärmung der Verbrennungsluft mittels einer in Schamotte gebetteten Heizrohrschlange benutzt.

Die nächste Abbildung 158 zeigt einen Salzbadhärteofen der Fulminawerke G. m. b. H., Edingen-Mannheim, bei dem die Gase außer zur Vorwärmung des Werkzeuges noch ein drittes Mal ausgenutzt werden, um sie unter ein Öl-, Blei oder Salzbad zu leiten, das zum Nachlassen der gehärteten Gegenstände dient.

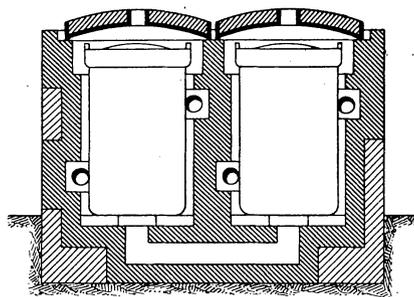


Abb. 159 stellt einen Anlaßofen von Dr. Schmitz & Co. G. m. b. H., Barmen, dar. Der Ölbrenner ist unterhalb des Anlaßtrogens in der Mitte eingebaut. Die Heizgase umspülen den zu beheizenden Behälter von allen Seiten gleichmäßig und werden dann nach oben abgeführt. Die Regulierung der Temperatur läßt sich leicht am Brenner bewerkstelligen.

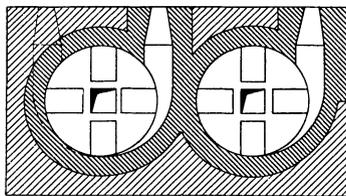


Abb. 155 und 156.

Wärmöfen. Abb. 160 zeigt die Konstruktion eines Bandagenwärmofens. Die Bandage liegt in einem kreisrunden, durch einen gußeisernen Deckel abgeschlossenen Ofen von geringer Tiefe auf einem sternförmigen Rost. Im unteren Teile des Ofens ist ein mit einem Ölbrenner versehener Verbrennungskanal angeordnet. Die nach oben in den eigentlichen Heizraum tretenden Heizgase prallen

gegen eine Verteilungsplatte und werden hierdurch gezwungen, in unmittelbare Berührung mit der Bandage zu treten. Im Deckel angeordnete Löcher dienen als Abzug.

Abb. 161—163 zeigen die Konstruktion eines Wärmofens mit geneigtem Herd von Kerpen und Klöpfer¹⁾. Am unteren Ende des Herdes sind zwei Flachbrenner angeordnet. Das von oben nachrollende Material wird am oberen Ende durch die Abgase vorgewärmt und am unteren Ende des Ofens herausgezogen.

Warmpreßöfen.

Bei Öfen, welche Masenteile zur Verarbeitung in Pressen erwärmen, wird Ölfeuerung mit Vorteil deswegen verwandt, weil

infolge der Möglichkeit, die Flamme reduzierend oder neutral einzustellen, eine nahezu zunderfreie Ware erzielt wird, wobei die direkte Einwirkung der Flamme auf das Arbeitsgut eine außerordentlich günstige Wärme-

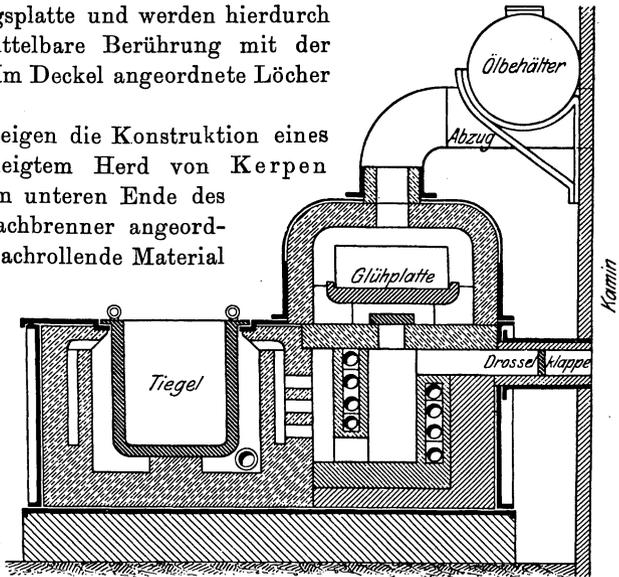


Abb. 157.

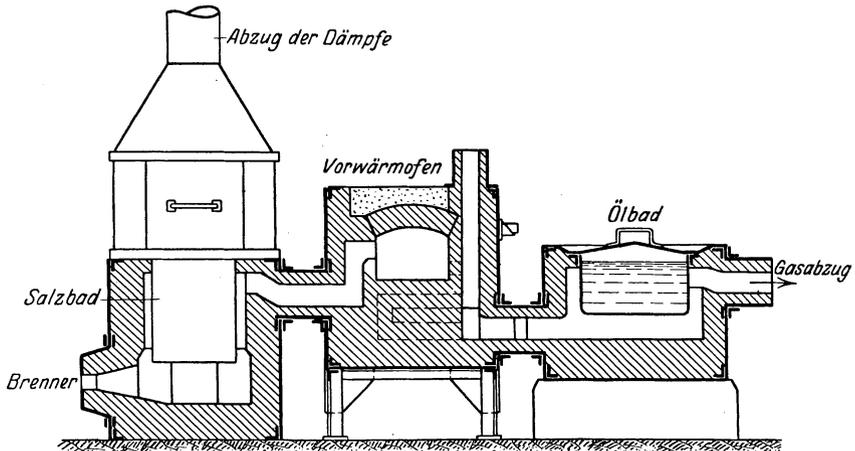


Abb. 158.

ausnutzung und eine wesentlich gesteigerte Leistung des Ofens mit sich bringt. Der Brennstoffverbrauch derartiger Öfen beläuft sich je nach der

¹⁾ Hausenfelder: Teerölverwertung für Heiz- und Kraftzwecke, St. u. E., 1912, Nr. 19.

Konstruktion des Ofens und der Temperatur des zu verarbeitenden Materials auf 5—8% des Einsatzes.

Abb. 164 zeigt den Schnitt eines Wärmofens für Massenteile der Deutschen Ölf Feuerwerke. Der Ofen besitzt einen geneigten Herd. Die zu erwärmenden Teile werden von hinten eingeführt und rollen nach vorn, während die von oben auftreffende Flamme von vorn nach hinten strömt und das Material im Gegenstrom erwärmt. Die Abgase werden durch ihre Führung gezwungen, das Gewölbe zu beheizen.

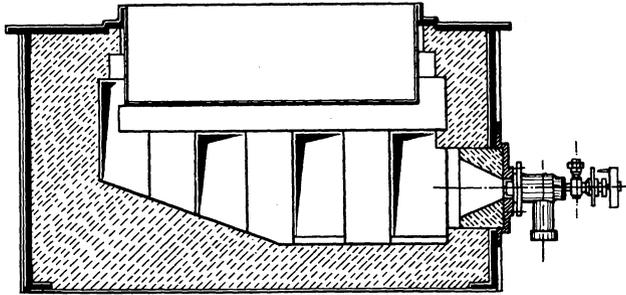


Abb. 159.

Eine andere Konstruktion eines Ofens derselben Firma zeigt Abb. 165. Der Ofen ist nach Art eines Muffelofens gebaut, er ist für solche Zwecke gedacht, bei denen das zu erwärmende Material nicht in Berührung mit der Flamme selbst kommen soll.

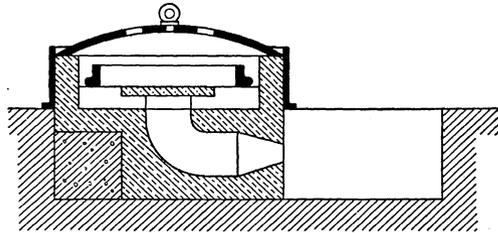
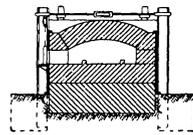
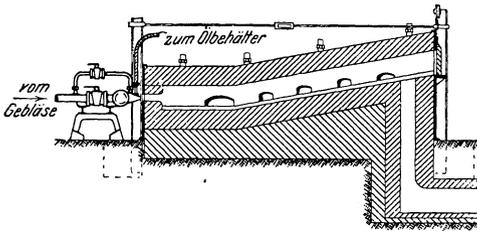


Abb. 160.

Abb. 166 und 167 zeigen die Außenansicht und den Schnitt durch einen transportablen Nietwärmofen von Pierburg. Der Ofen enthält einen unter dem eigentlichen



Heizraum angeordneten Verbrennungsraum, so daß die Niete durch die indirekte Einwirkung der Flamme fast zunderfrei erwärmt werden.

Das in einem unter dem Ofen gelagerten Behälter befindliche Öl wird durch Luftdruck zur Düse hochgedrückt.

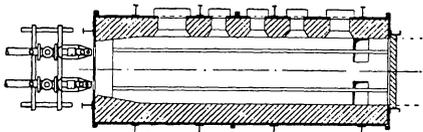


Abb. 161 bis 163.

Abb. 168 zeigt einen Bolzenwärmofen der Firma Dr. Schmitz

& Co. G. m. b. H., Barmen. Der auf einer kräftigen gußeisernen Säule ruhende Oberteil ist in bequemer Arbeitshöhe angeordnet und in Kugel-

lager leicht drehbar. In der Mitte der Säule ist ein Ölbrenner so angebracht, daß er von unten in den mit hoch feuerfestem Schamotte-Einsatz versehenen Herd bläst. Die Bolzen werden in die von allen Seiten angebrachten Einsteckschlitzte eingelegt, durch welche gleichzeitig

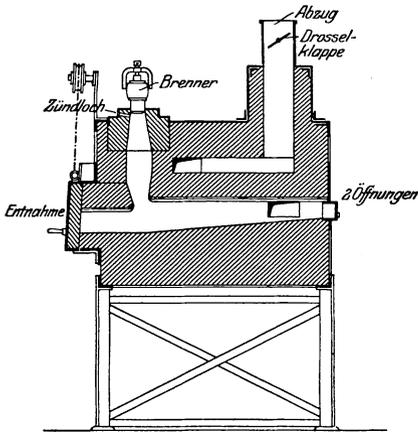


Abb. 164.

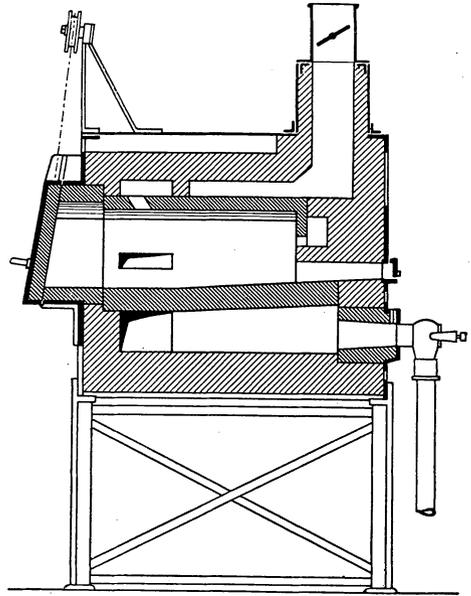


Abb. 165.

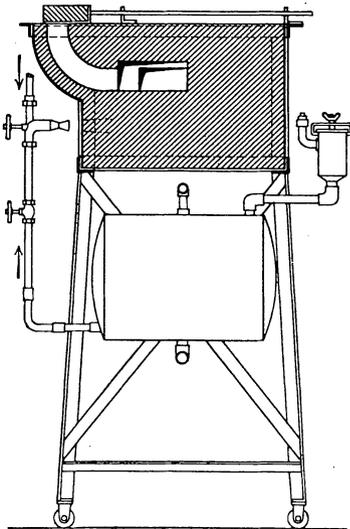


Abb. 166.

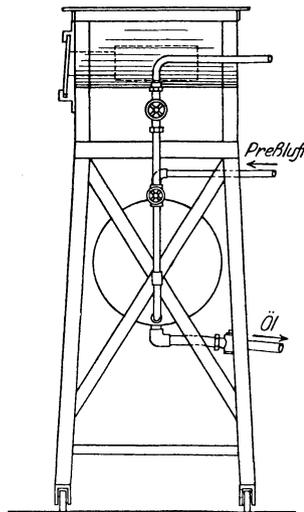


Abb. 167.

die Abgase abziehen. Hierdurch wird ein besonders wirtschaftliches Arbeiten erzielt.

Wärmeöfen für Stangenmaterial, welche hauptsächlich in Verbin-

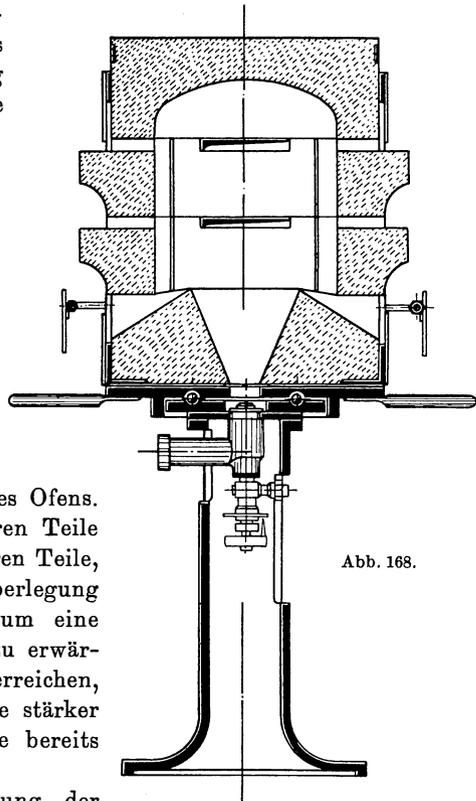
dung mit Mutterpressen und ähnlichen Maschinen arbeiten, verlangen eine hohe Temperatur und eine rasche Erwärmung des Arbeitsgutes. Es ist daher erforderlich, die Flamme unmittelbar auf die zu erwärmende Stange wirken zu lassen.

Abb. 169 und 170 zeigen die Konstruktion eines derartigen Ofens von de Fries. Der Ofen wird beheizt durch drei nebeneinanderliegende Brenner. Die Verbrennungsluft wird durch eine über dem Gewölbe liegende Heizschlange vorgewärmt. Durch die Form des Ofenraumes und die Anordnung des Abzuges wird die Flamme zur Umkehr gezwungen, wobei sich eine ziemlich gleichmäßige Hitze im ganzen Ofenraum entwickelt.

Eine zweite Konstruktion eines Stangenwärmofens zeigen Abb. 171 und 172. Der Ofen hat den Vorteil leichterer Regulierbarkeit, da er durch einen einzigen Brenner beheizt ist. Dieser ist quer zur Einführungsrichtung der Stange angeordnet, und zwar im vorderen Teile des Ofens. Die Hitze ist also im vorderen Teile des Ofens größer als im hinteren Teile, eine Anordnung, die aus der Überlegung heraus gewählt wurde, daß, um eine gleichmäßige Temperatur des zu erwärmenden Teiles der Stange zu erreichen, die frisch zu erwärmenden Teile stärker erhitzt werden müssen als die bereits vorgewärmten.

Um eine rasche Ausbreitung der Flamme durch den ganzen Raum zu erreichen, ist der Brenner zur Erzeugung einer wirbelnden Flamme eingerichtet. Es ist darauf zu achten, daß die Drehrichtung der Flamme im Sinne des Pfeils der Abbildung erfolgt, da andernfalls ein Herausschlagen der Flamme durch die Einführungsöffnung der Stangen unvermeidlich wäre. Durch einen am Abzug des Ofens angeordneten Abdeckstein wird der Zug des Ofens so geregelt, daß im oberen Teile weder Unter- noch Überdruck herrscht, d. h. daß weder kalte Luft in den Ofen eintritt, noch daß die Flamme zur Einführungsöffnung heraustritt.

Schmiedeofen. Die Verwendung von Ölfueuerung an Stelle von Kohlenfueuerung bringt um so größeren Vorteil, je höhere Tempera-



turen erzeugt werden müssen. Dies trifft insbesondere zu für Schmiedeöfen. Schmiedeöfen mit Ölfeuerung ermöglichen die Erreichung von

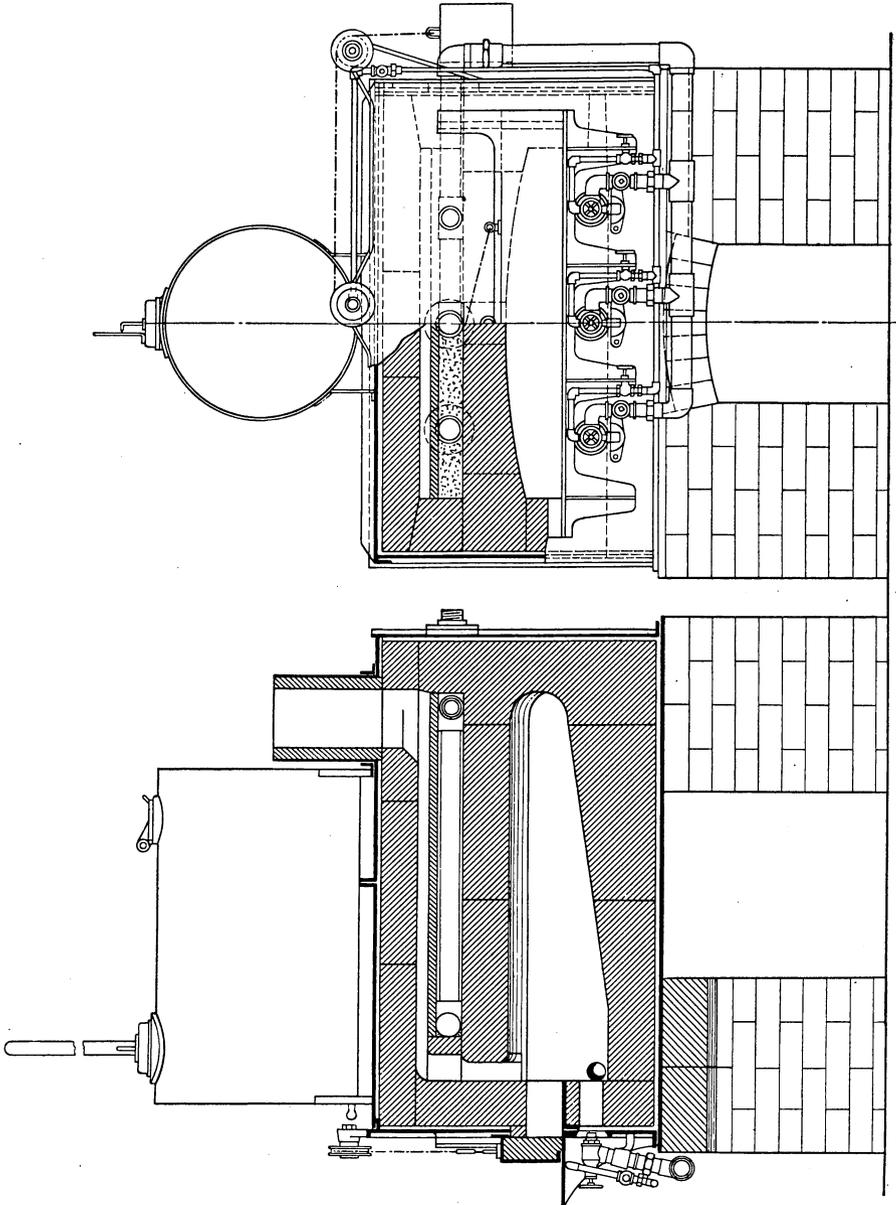


Abb. 169 und 170.

Schweißhitze ohne jede Luftvorwärmung, was besonders für kleine, transportable Öfen von Vorteil ist. Bei größeren ortsfesten Öfen sollte man

jedoch auch bei Ölfuerung im Interesse eines geringen Ölverbrauchs auf Luftvorwärmung durch einen Regenerator nicht verzichten.

In Betrieben, welche nur in Tagesschichten arbeiten und über Nacht ruhen, sind sie die gegebene Ofenart, da bei Ölfuerungen gegenüber anderen Feuerungen die Anheizzeit am kürzesten ist und der Brennstoff nur solange zugeführt wird, wie die wirkliche Betriebszeit währt. Diese Öfen lassen sich für kleinste wie für größte Herdabmessungen ausführen. Bei kleineren Öfen hat diese Feuerung vor allen anderen den höchsten Wirkungsgrad aufzuweisen, im Gegensatz beispielsweise zu Kohlenstaubeuerungen, welche erst bei einer bestimmten Herdgröße rentabel werden.

Abb. 173 und 174 zeigen den Querschnitt und Grundriß eines Schmiedeofens von Custodis. Die Abgase werden gezwungen, den Ofenherd von unten her zu beheizen. Durch die Anwendung eines Flachbrenners wird die Ausbreitung der Flamme über die ganze Ofenbreite begünstigt.

Abb. 175 und 176 zeigen Längs- und Querschnitt eines Schmiedeofens von Lochner¹⁾. Der Ofen ist mit zwei ausschwenkbaren Flachbrennern ausgerüstet. Der Ölverbrauch beträgt bei einer Temperatur von 1000° 40 kg pro Tonne Einsatz, bei 1200° 50 kg und bei 1400° 70 kg.

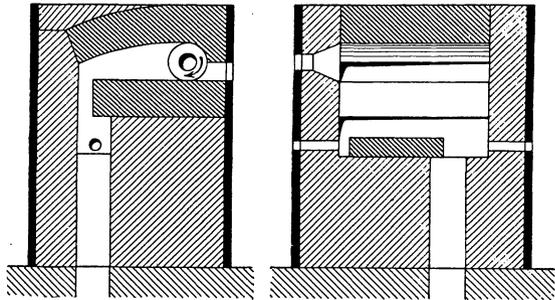


Abb. 171 und 172.

Abb. 177 und 178 zeigen einen Schmiedeofen mit Regenerator des Rhein. Vulkan, bei welchem besonders die dem Brennerkanal am ganzen Umfang zugeführte Sekundärluft bemerkenswert ist.

Abb. 179 und 180 zeigen einen nach dem Regenerativprinzip arbeitenden Schmiedeofen²⁾. Der jeweils nicht benutzte Zerstäuber wird herausgezogen.

Abb. 181 und 182 zeigen einen ortsfesten Schmiedeofen mit Ölfuerung und Röhrenrekuperator der Firma Pierburg.

Der Ofen dient zum Erwärmen von Schmiede- und Gesenkschmiedestücken auf etwa 1300° C. Er besteht aus einer starken Eisenkonstruktion, welche mit Schamottmaterial ausgemauert wird.

Die Beheizung erfolgt mit dünnflüssigem Teeröl durch einen oder mehrere Niederdruckölbrenner unter Zuhilfenahme von Druckluft mit einer Pressung von etwa 400 mm WS. Die zu erwärmenden Stücke werden durch eine oder mehrere Arbeitstüren auf den Herd eingelegt

¹⁾ Hausenfelder: St. u. E., 1912, Nr. 19.

²⁾ Feuerungstechnik 1915, Nr. 35.

und dann von den Stichflammen direkt bestrahlt. Infolge der hohen Temperatur, welche sich im Ofen erzeugen läßt, werden die einzelnen Stücke sehr schnell auf die erforderliche Temperatur gebracht. Ein Zun-

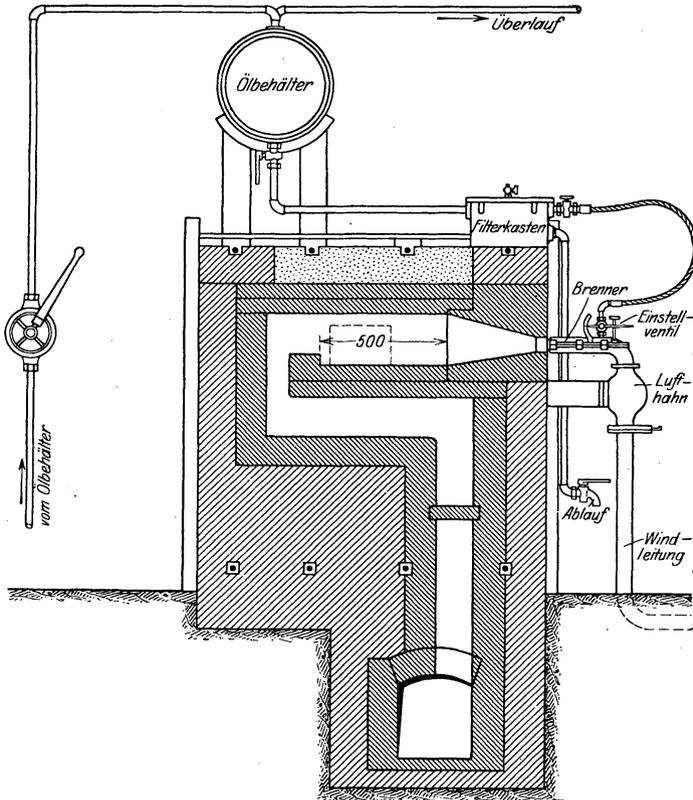
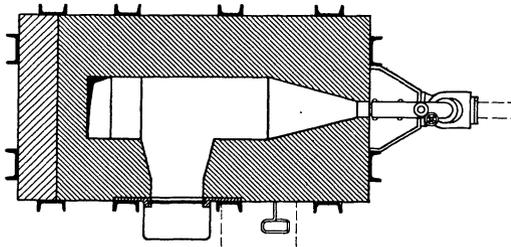


Abb. 178 und 174.



dern des Materials ist infolge des im Ofen herrschenden Überdruckes ausgeschlossen, weil das Eindringen von Außenluft dadurch verhindert wird.

Die Herdsole ist sehr stark gehalten und durch besondere Eisenplatten geschützt und außerdem noch durch Luft von unten gekühlt. Die Regulierung der Temperatur erfolgt durch den am

Zerstäuber vorgesehenen Lufthahn und durch das Ölventil. Eine reduzierende neutrale oder oxydierende Flamme kann eingestellt werden.

Die Mauerung ist so stark gehalten, daß Wärmeausstrahlung vermieden und Brennstoff gespart wird. Der Herd wird mit einem besonderen Sand in dünner Schicht sehr sorgfältig eingebrannt und erhält nach der Schlackenrinne zu reichliches Gefälle, um ein leichtes Abflaufen zu ermöglichen.

Der eingebaute Röhrenrekuperator hat den Zweck, die zur Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes erforderliche Luft an den abziehenden Rauchgasen vorzuwärmen, wodurch der Wirkungsgrad der Beheizung erhöht wird. Die Regulierung der Abgase erfolgt durch einen Schamotteschieber.

Abb. 183 und 184 zeigen Längs- und Querschnitt eines transportablen kleinen Schmiedeofens von de Fries. Der Ofen ist mit einem

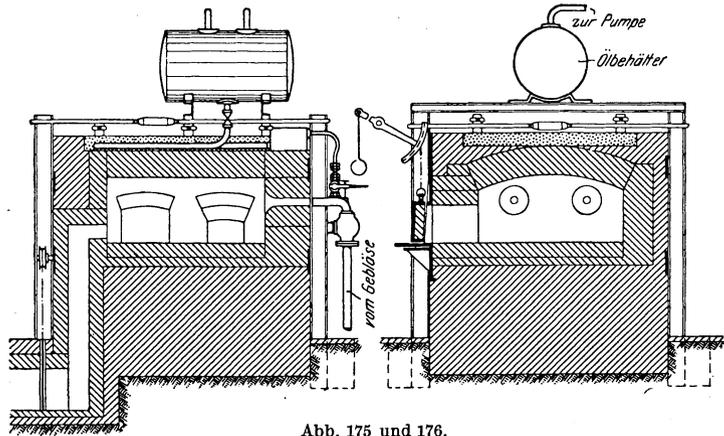


Abb. 175 und 176.

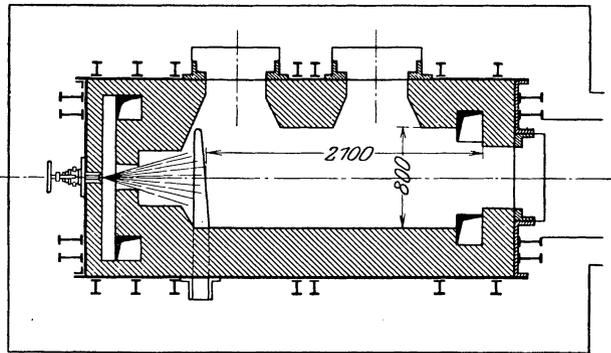
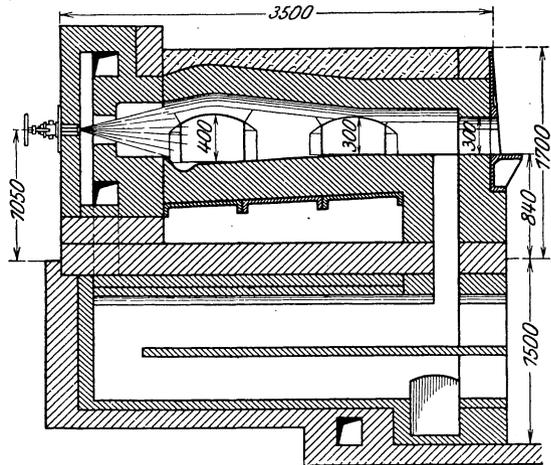


Abb. 177 und 178.

unten angeordneten Ölbehälter ausgestattet, von dem das Öl durch Luftdruck in die Düse gefördert wird. Der Ofen ist mit zwei gegenüberliegenden Arbeitsöffnungen versehen.

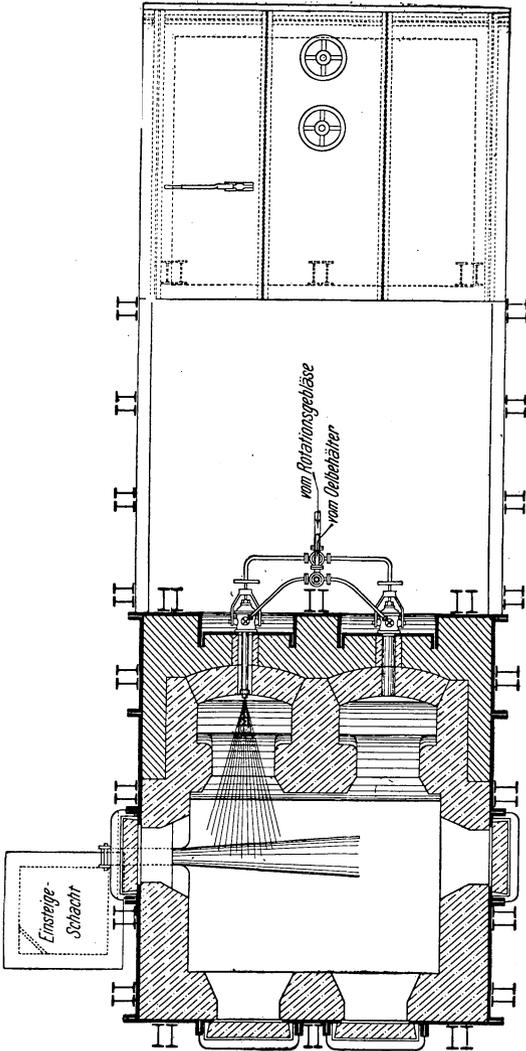
Die nächsten Abbildungen 185 und 186 zeigen einen Schmeldeofen der Firma Huth & Röttger mit Doppelherd.

Bei dieser Ausführung befindet sich unter dem eigentlichen Schmeldeherd ein zweiter Herd, der von den Abgasen des oberen Herdes durchzogen wird und als Glüh- oder Vorwärmerherd dient. Ist die Temperatur im Schmeldeherd 1300°C , so herrscht im unteren Herd eine solche von 900°C . Dieser Herd geht also gewissermaßen ohne besondere Feuerung von selbst mit. Hierauf beruht die besonders wirtschaftliche Arbeitsweise gerade dieses Ofens, die noch günstiger wird, wenn außerdem Luftvorwärmung hinzutritt. Hierzu dient ein Regenerator, der unter dem Vorwärmerherd untergebracht ist und in den eine Rohrschlange verlegt ist. Diese wird von den Abgasen umspült, ist jedoch zur Erhöhung ihrer Lebensdauer mit einer gutleitenden Schutzschicht umgeben.

Abb. 187 und 188 zeigen einen nach dem Regenerativprinzip arbeitenden Stoßofen des Rhein. Vulkan. Bei *A* und *B* ist je ein Brenner angeordnet. Der Hauptteil der Luft wird im Regenerator vorgewärmt.

Abb. 189 und 190 zeigen einen Siemens-Stoßofen mit Regenerator¹⁾. Der eine Teil der Flamme wärmt nach dem Gegenstromprinzip die Blöcke vor, der andere Teil wird in den Regenerator umgelenkt und heizt das Gitterwerk. Die herausnehmbaren Zerstäuber sind Druckzerstäuber Körtgerscher Konstruktion.

¹⁾ Feuerungstechnik 1915, Nr. 35.



Schweißöfen. Über die Betriebskosten eines für Ölfuerung umgebauten Schweißofens macht Hausenfelder in „Stahl und Eisen, 1912, Nr. 19“ folgende Aufstellung in Friedensmark:

Ausgaben	Kohlenfeuerung M.	Teerölfuerung M.
Zweimal jährlich eine Erneuerung der Feuerung und Gewölbe	220	176
Kleine Ausbesserungen (Erneuerung der Feuerbrücke usw.)	275	—
Erneuerung der Roststäbe alle 3 Wochen im Gewichte von 215,5 kg = 22.70 M. .	385	—
Anfahren des Brennstoffes	360	} 24
Abladen des Brennstoffes	120	
Ausschlacken der Öfen und Abfahren von Asche und Schlacke	360	—
	1720	200
Verbrauch von Brennmaterial 600 t je 13.40 M.	8040	120 t je 42.50 5100
	9760	5300
Beschaffung von Düsen, Öltank, Ölleitung, Armaturen		1400
Beschaffung eines Gebläses, wenn notwendig		400
		7100
Ersparnis durch Verwendung von Teerölfuerung im ersten Jahre:		
	Kohlenfeuerung . .	9760 M.
	Teerölfuerung . .	7100 „
		2660 M.

Aus dieser Aufstellung ergibt sich, daß der Verbrauch an Wärmeinheiten pro Tonne Arbeitsgut bei der Ölfuerung 3 1/2 mal geringer war als bei der Kohlenfeuerung. Die Konstruktion dieses Ofens zeigen Abb. 191 und 192. Der Ölverbrauch beträgt 14—16% des Einsatzes und steigt bei kleinen Stücken auf 31—36%.

Zinkschmelzöfen und Verzinkungspfannen. Für die Beheizung von Verzinkungspfannen wird Ölfuerung vielfach angewandt, da diese die hierfür erforderliche genaue Regelbarkeit der Temperatur gewährleistet. Weiter ergibt sich bei Ölfuerung die Möglichkeit, die Pfanne bei richtiger Flammenanordnung direkt zu beheizen, während sie bei Kohlenfeuerung vor der direkten Einwirkung der Flamme geschützt werden muß, um dem Entstehen von sog. Hartzink, welcher sich durch Überhitzung des Zinks bildet, vorzubeugen. Die Einrichtung einer Verzinkungspfanne von de Fries zeigen Abb. 193 und 194. Der Ofen ist aus gußeisernen Platten zusammengesetzt und feuerfest ausgemauert. Im unteren Teile des Ofens befindet sich eine durch eine Zwischenwand geteilte Verbrennungskammer, an welcher ein Brenner angeordnet ist, dessen Flamme durch die Zwischenwand gezwungen wird, einen U-förmigen Weg

zurückzulegen. Durch von dieser Kammer nach oben führende kleine Kanäle treten die Heizgase in den eigentlichen, die Verzinkungspfanne

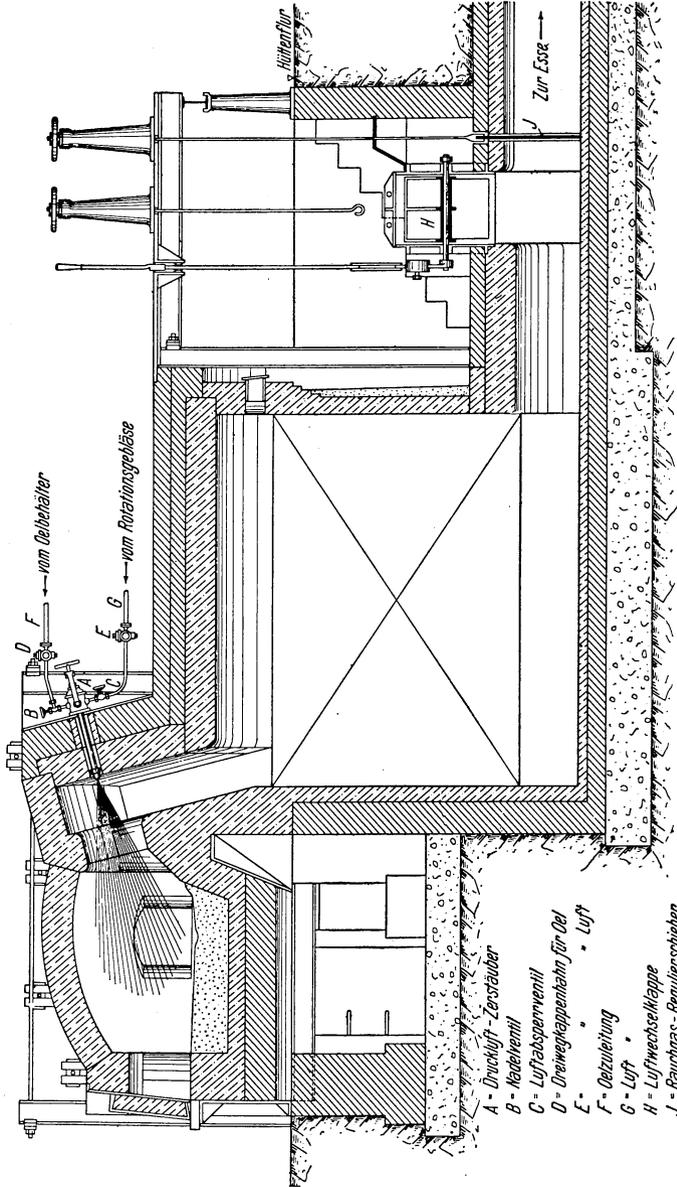


Abb. 180.

aufnehmenden Heizraum. Die Abgase entweichen am vorderen und hinteren Ende des Ofens an dessen Oberseite.

Abb. 195 und 196 zeigen einen Verzinnungs- oder Verzinkungs-ofen mit Niederdruckkölfeuerung der Firma Pierburg.

Der Ofen dient zum Verzinnen oder Verzinken von Blech- und Eisenteilen; er besteht aus einem starken Eisengestell, welches auf Füßen ruht und mit Schamottmaterialien ausgemauert wird.

Die Beheizung erfolgt mit dünnflüssigem Heizöl durch einen oder mehrere Niederdruckkölfbrenner unter Zuhilfenahme von Druckluft mit einer Pressung von etwa 400 mm WS. Die Feuerführung ist so angeordnet, daß die Flamme zuerst den Boden der Wanne bestreicht, hinten aufsteigt und an den Seitenwänden entlang zum Abzug zieht, wodurch eine schnelle und gleichmäßige Erwärmung der Wanne bei bester Brennstoffausnutzung erzielt wird. Die Wanne, die zur Aufnahme des Zinn- bzw. Zinkbades bestimmt ist, besteht aus starkem Blech mit Winkeleisenversteifung. Die Regulierung der Abgase erfolgt durch einen seitlich des Ofens angebrachten, mit Schamotteschieber versehenen Abzugstutzen.

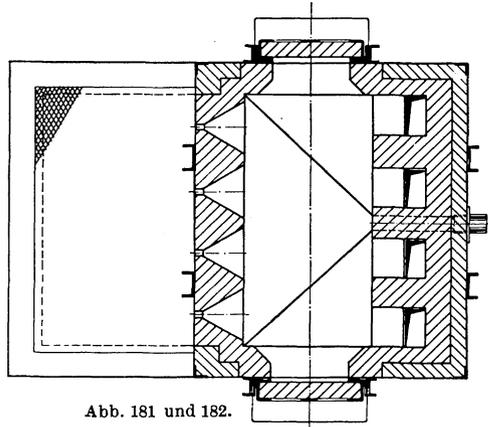
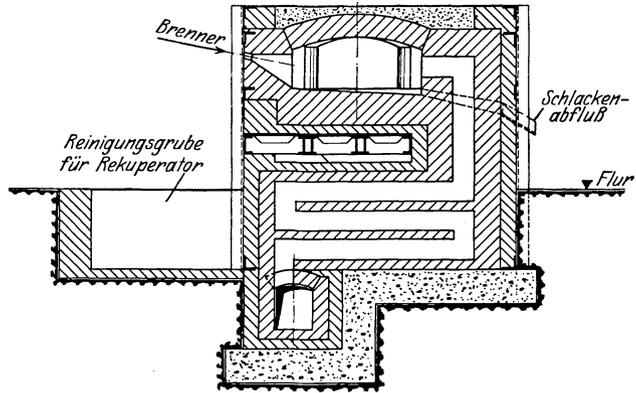


Abb. 181 und 182.

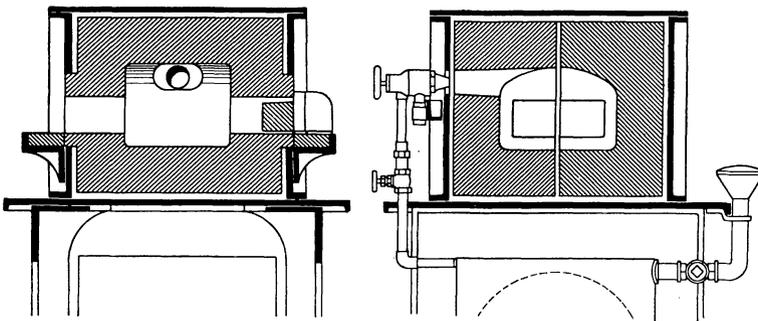


Abb. 183 und 184.

Eine Verzinkungspfanne mit besonders guter Wärmeausnutzung zeigen Abb. 197—199. Unter der Verzinkungspfanne *a*, welche auf den Mauerwerkvorsprüngen *b* ruht, ist ein Verbrennungsraum *d* angeordnet, dessen Ende bei *e* durch einen Brenner befeuert wird. Bei *e* treten die

Heizgase nach oben, um dann nacheinander die drei übrigen Seitenwände der Pfanne zu beheizen und schließlich durch einen

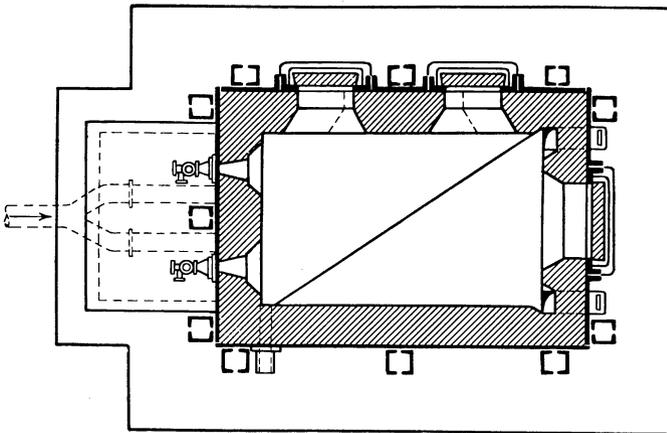
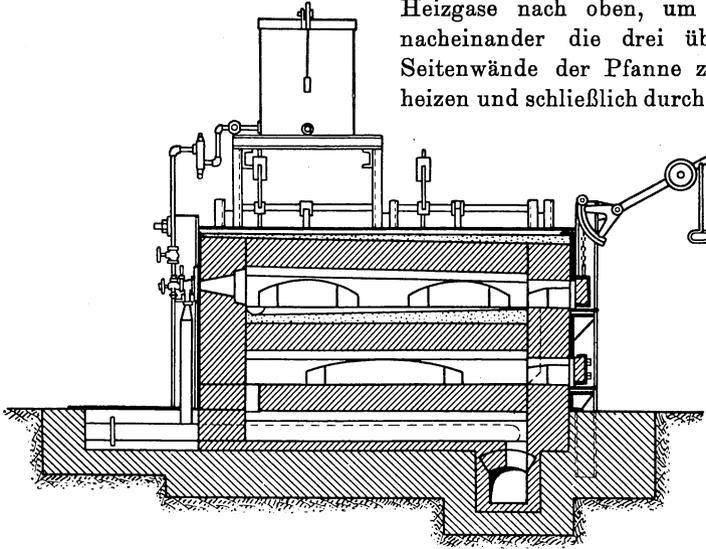


Abb. 185 und 186.

senkrechten Kanal *f* in den Fuchs zu fallen. Der bei dieser Anordnung besonders lange Weg der Heizgase gewährleistet eine gute Wärmeausnutzung. Um eine Überhitzung des unteren Teiles der Pfanne durch direkte Berührung mit der Flamme selbst zu vermeiden, wird zweckmäßig die Düse etwas schräg nach abwärts gerichtet, so daß sie gegen den Boden des Verbrennungskanals *d* bläst und die Pfanne nur durch Strahlung heizt.

Der Brennstoffverbrauch von Verzinkungspfannen beträgt je nach der Art der Beheizung 1—3% des zu verzinkenden Materials.

Tiegelschmelzöfen. Die Verwendung der Ölfueuerung zur Beheizung von Tiegelschmelzöfen bietet eine Reihe wichtiger Vorteile. Trotz des im

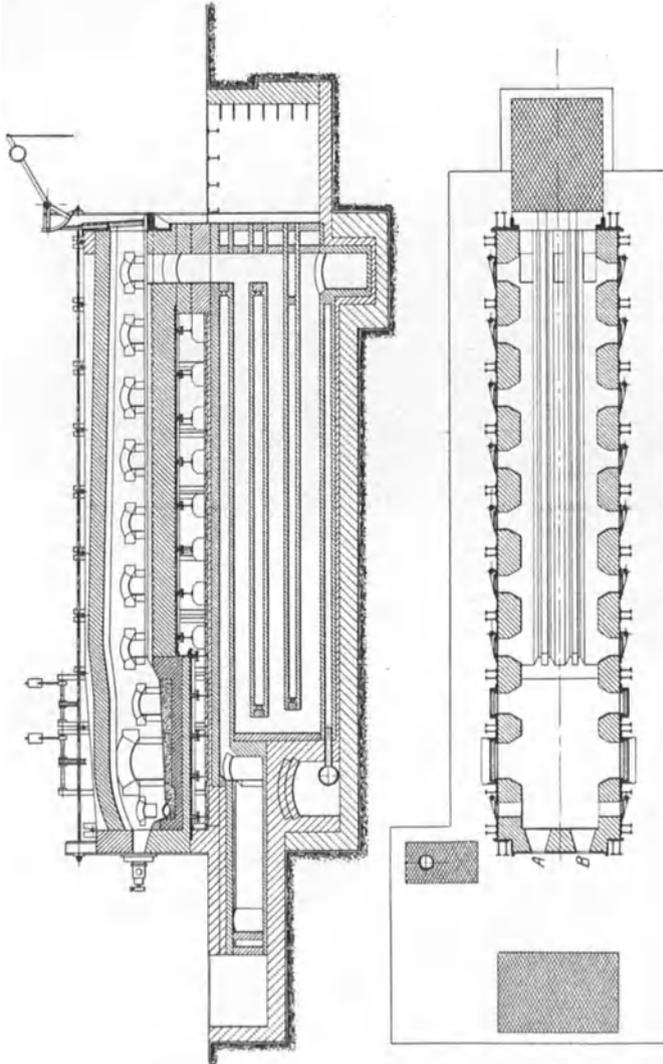


Abb. 187 und 188.

allgemeinen höheren Ölpreises gegenüber dem Kokspreise ist bei richtiger Wahl des Brennersystems und der Ofenausmauerung die Schmelzung durch Öl billiger, weil die Wärmeausnutzung eine wesentlich bessere ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der Koks verhältnismäßig viel Schwefel enthält, während Steinkohlenteeröl und eine große Anzahl von Mineral-

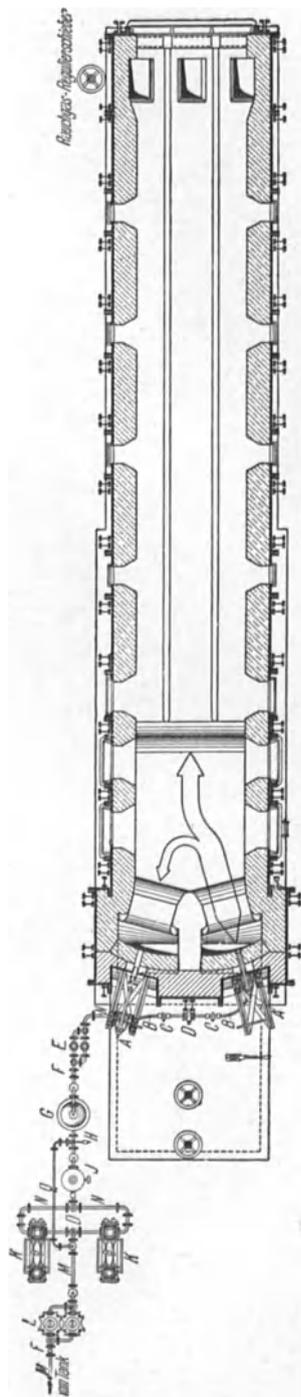
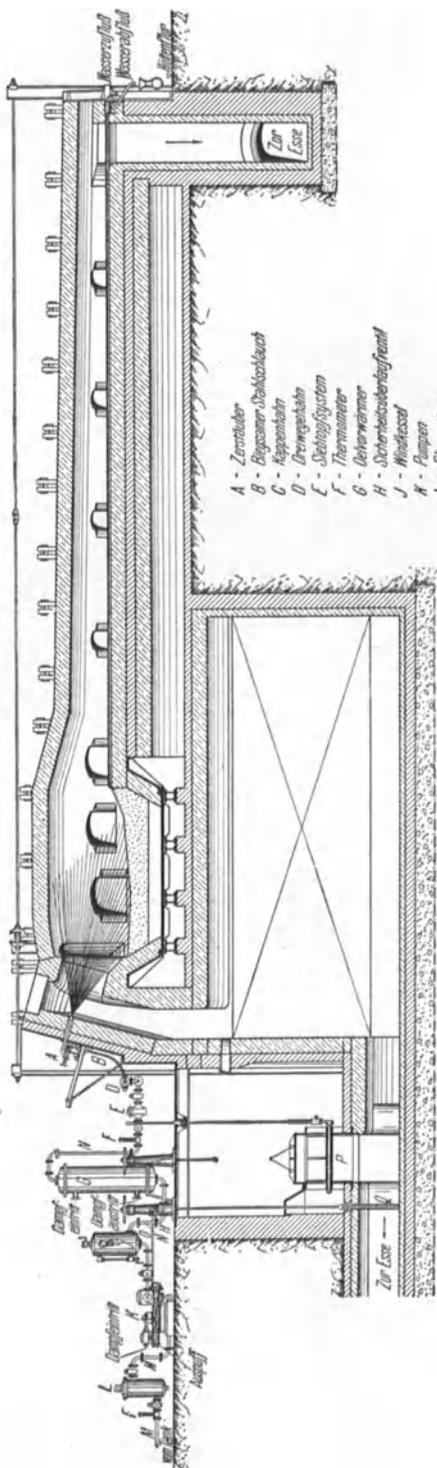


Abb. 189 und 190.

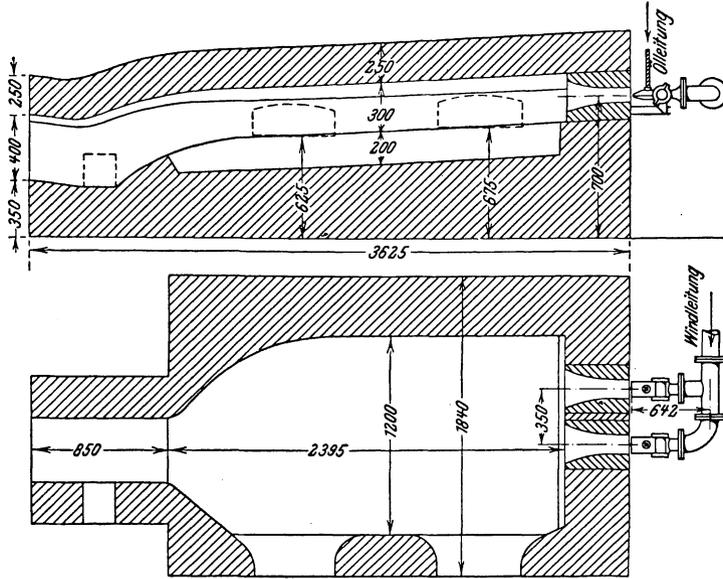


Abb. 101 und 192.

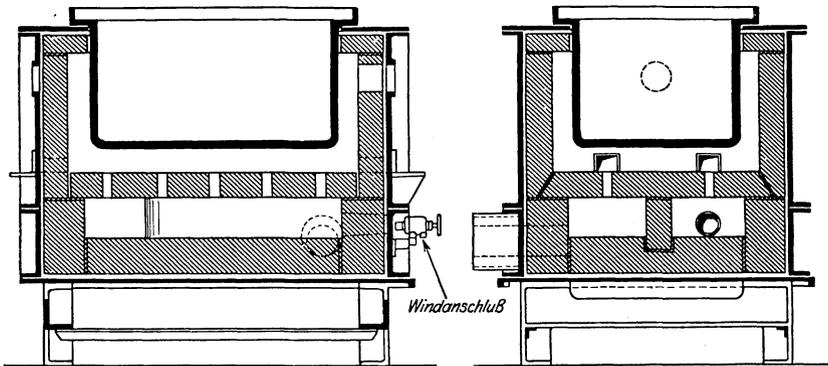


Abb. 193 und 194.

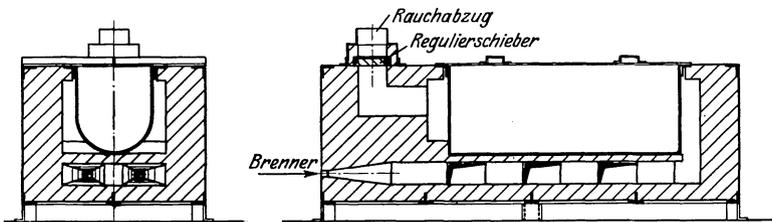


Abb. 195 und 196.

ölen nur Spuren von Schwefel enthalten. Das im Öfen erschmolzene Produkt ist daher von wesentlich besserer Qualität, auch aus dem Grunde, weil die Ölfeuerung das Arbeiten mit reduzierender Flamme gestattet und

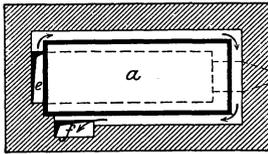
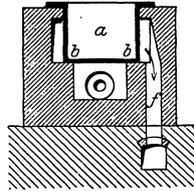
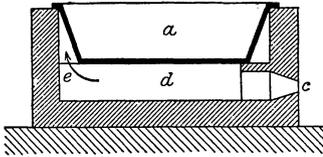


Abb. 197 bis 199.

daher nicht nur einen geringen Abbrand ergibt, sondern auch etwa vorhandene Oxydteilchen, welche Verunreinigungen im Schmelzgut ergeben würden, zu Metall reduziert. Bei mit Koks gefeuerten Öfen ist

der Abbrand deshalb wesentlich größer, weil sich der Koksgehalt des Ofens dauernd verändert und es nicht möglich ist, durch eine andauernde Regulierung die Luftzufuhr entsprechend mit zu ändern. Der Abbrand ist

aber von ganz wesentlichem Einfluß auf die Gesteungskosten des Gusses. Bei Zugrundelegung eines Metallwertes von 2,70 M. pro kg bedeutet eine Verringerung des Abbrands von nur $\frac{1}{2}\%$ eine Ersparnis von 1,35 M.

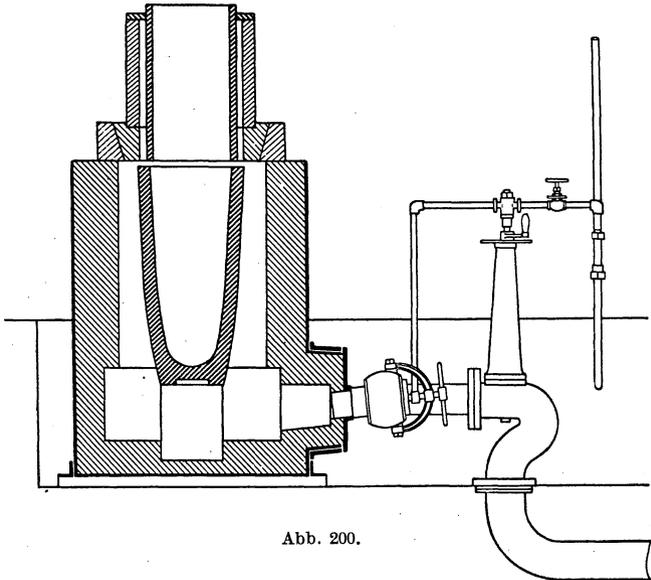


Abb. 200.

pro 100 kg Schmelzgut, d. h. in Höhe der gesamten Brennstoffkosten, welche sich z. B. beim Schmelzen von Rotguß mit 8% Ölverbrauch und einem Ölpreis von 17 Pf. pro kg auf 1,36 M. belaufen. Ein weiteres Vorteil des mit Öl betriebenen Schmelzofens ist eine gegenüber anderen Feuerungsarten um etwa 50–100% größere Leistungsfähigkeit, ferner die wesentlich einfachere Bedienung, da sich der Öl-ofen viel leichter als

kipbarer Ofen ausbilden läßt als der mit Koks gefeuerte Ofen, und da das dauernde Aufgeben von Brennstoff wegfällt.

In gut konstruierten Tiegelschmelzöfen mit Ölfueuerung beläuft sich der Ölverbrauch bei Messing auf 6%, Bronze 8%, Kupfer 10—12%, Stahl 15—20% des Schmelzgutes.

Abb. 200 zeigt einen feststehenden Tiegelschmelzofen der Deutschen Ölfueuerungswerke. Der Ofen besteht aus einem schmiedeisernen, feuerfest ausgefütterten Mantel mit durch Gegengewicht ausbalanciertem abhebbarcm Deckel.

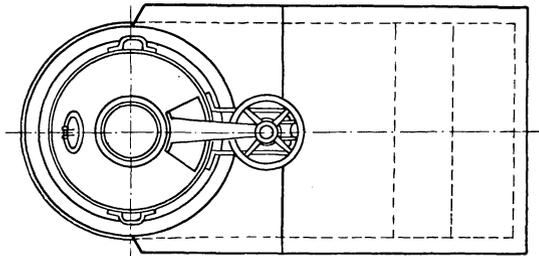
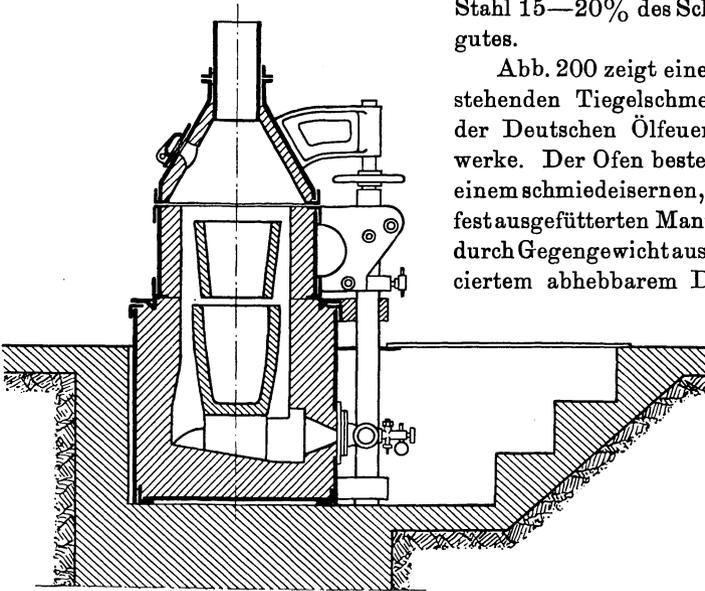


Abb. 201.

Im Ofenschacht steht auf einem runden Sockel der Tiegel, der Brenner ist tangential angeordnet. Die um den Tiegel kreisende Flamme tritt über demselben durch ein kreisrundes Loch im Deckel aus. Eine im unteren Teil des Schachtes angeordnete Öffnung gestattet den Ausfluß des Materials bei Tiegelbruch.

Abb. 201 zeigt einen Tiegelschmelzofen mit Vorschmelzer der Firma Huth & Röttger.

Der Ofen besteht aus einem Schmelzschacht mit aufgesetzter Abzugshaube. Der Schmelzschacht setzt sich zusammen aus einem unteren feststehenden Teil, in welchem sich der eigentliche Schmelztiegel befindet

und einem oberen zylindrischen Aufsatz, dem Vorschmelzer, in dem ein konischer Tiegelaufsatz eingesetzt ist und der mittels besonderer Hebe- konstruktion etwas angehoben und zur Seite geschwenkt werden kann. Die Abzugshaube, welche den oberen Abschluß des Ofens bildet, ist ebenfalls nach der Seite hin abschwenkbar.

Die Beheizung des Ofens erfolgt durch einen im unteren Schmelzofen tan-

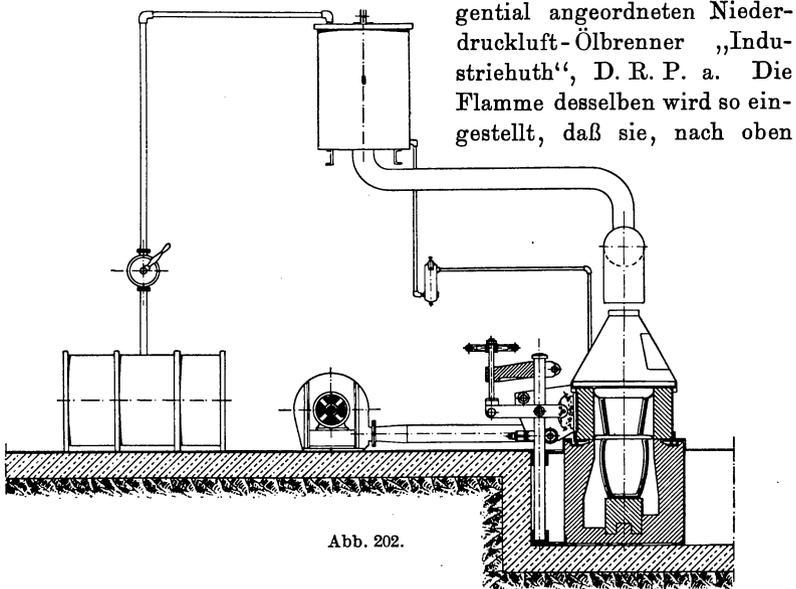


Abb. 202.

gential angeordneten Nieder- druckluft-Ölbrenner „Indu- striehuth“, D. R. P. a. Die Flamme desselben wird so ein- gestellt, daß sie, nach oben

ansteigend, den Tiegel mehrmals umkreist. Die Abgase umspülen den Tiegelaufsatz allerseits und verlassen den Ofen durch den Abzugsstutzen der Haube.

Der Arbeitsvorgang vollzieht sich in der Weise, daß nach Abschwenken der Abzugshaube der Tiegel mitsamt dem Tiegelaufsatz mit dem zu schmelzenden Metall beschickt wird. Der Brenner kann alsdann in Tätigkeit treten. Das im Tiegel befindliche Material geht zuerst in den flüssigen Zustand über, während das im oberen Vorschmelzer befindliche Metall unter Einwirkung der Hitze vorgewärmt wird und langsam nach unten in den Tiegel sinkt. Je nach der Beschaffenheit des Materials genügt ein einmaliger Einsatz zur Erzielung einer vollen Tiegelcharge. Durch eine besondere Schauöffnung in der Abzugshaube kann der Schmelzvorgang genau beobachtet werden. Ist die Charge fertig, so wird der Vorschmelzer nach leichtem Anheben, welches durch Drehen eines Handrades bewirkt wird, zur Seite geschwenkt, und der Tiegel kann ausgehoben werden.

Es empfiehlt sich, den Ofen in einer besonderen Grube etwas unter Flur aufzustellen, wodurch eine leichte Bedienung des Ofens ermöglicht wird. Die Windleitung, welche die Luft vom Ventilator dem Brenner zuführt, wird hierbei zweckmäßig in den Boden verlegt.

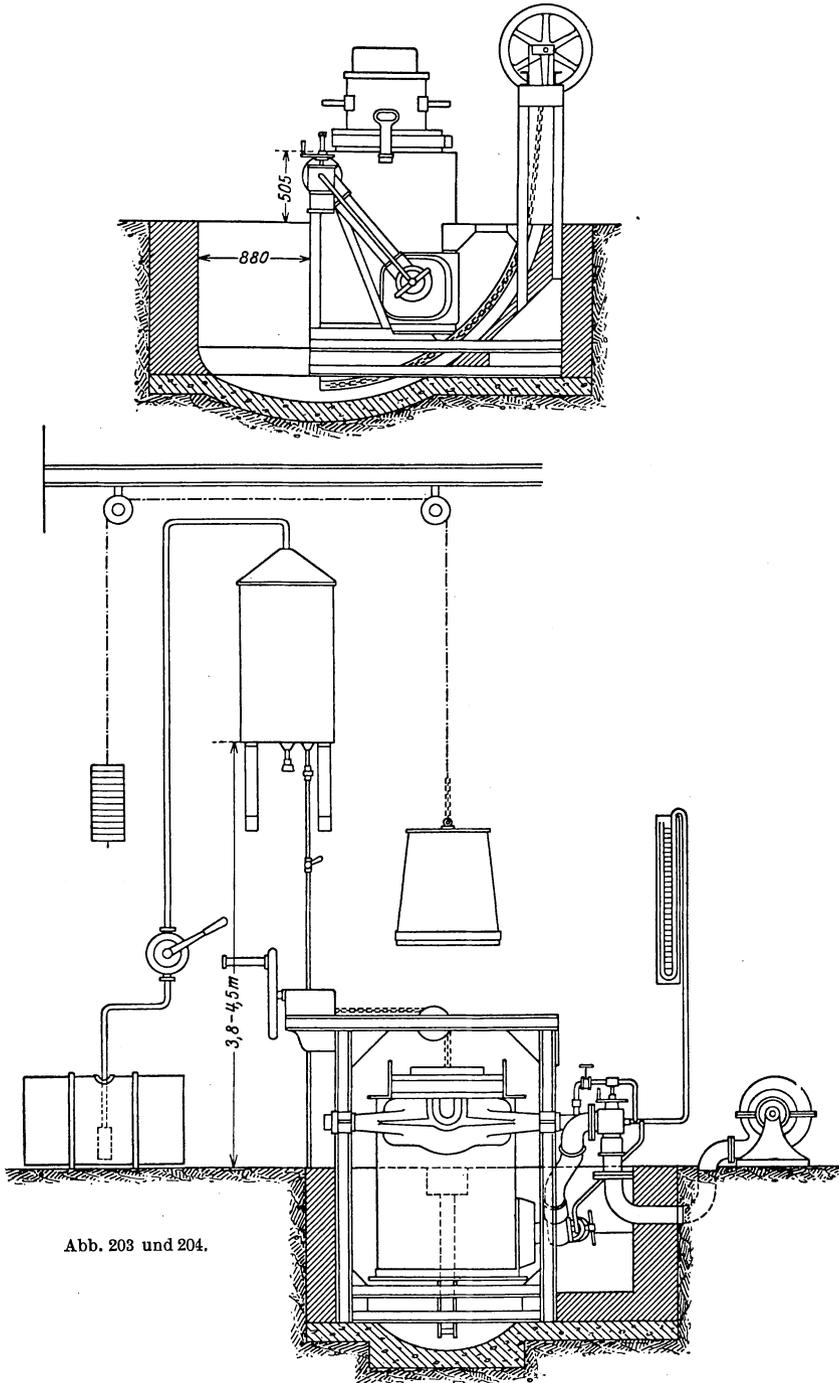


Abb. 203 und 204.

Eine ganz ähnliche Konstruktion zeigt der feststehende Tiegelschmelzofen der Firma Dr. Schmitz & Co., Barmen (siehe Abb. 202). Auch bei diesem Ofen ist der Brenner tangential im unteren Teil des Ofens eingebaut. Die Heizgase umkreisen den Schmelztiegel und Vorschmelzer und die Abgase entweichen nach oben durch eine beweglich angeordnete Haube. Der Vorschmelzer ist auch hier seitlich ausschwenkbar.

Abb. 203—205 zeigen einen kippbaren Tiegelschmelzofen der deutschen Ölfeuerwerke.

Der Ofen ist in einer durch die Schnauze gehenden Achse gelagert und an einer in einem Kreisbogenabschnitt geführten Kette, welche durch Handrad und Schnecke aufgewunden werden kann, aufgehängt. Im übrigen ist die Einrichtung des Ofens im Prinzip dieselbe wie diejenige

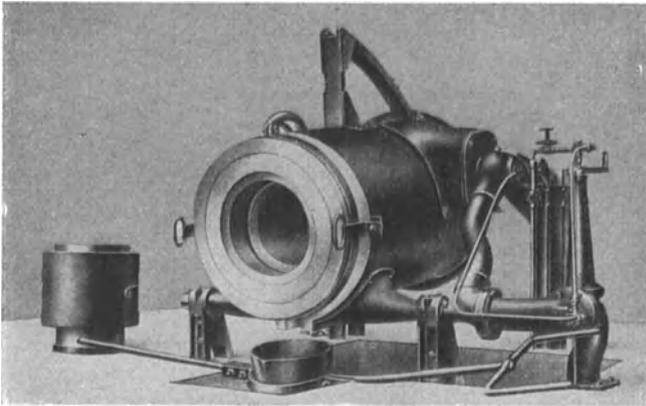


Abb. 205.

des feststehenden Ofens. Auf dem Deckel befindet sich ein abnehmbarer zylindrischer Aufsatz, welcher bestimmt ist, das sperrige Schmelzgut des Tiegels zum Teil aufzunehmen, vorzuwärmen und niederzuschmelzen.

Abb. 206 und 207 zeigen den Tiegelschmelzofen der Ardelwerke. Auch dieser Ofen besteht aus einem zylindrischen Schacht aus feuerfestem Material, in welchem zentral der Tiegel angeordnet ist, welcher durch die um ihn kreisende Flamme beheizt wird. Über dem Deckel des Ofens befinden sich zwei konzentrisch angeordnete Aufsätze, deren innerer das sperrige Beschickungsmaterial des Tiegels zum Teil aufnehmen soll, während durch den Zwischenraum zwischen dem inneren und äußeren Aufsatz die Flamme austritt. Der Ofen ist mit einem Brenner ausgestattet, welcher getrennte Zuführung der Verbrennungs- und Zerstäubungsluft besitzt. Erstere wird durch einen Ventilator, letztere durch einen Kompressor erzeugt. Eine über dem Ofen angeordnete Abzugshaube führt den Rauch und die Verbrennungsprodukte ab. Öl und Preßluft werden durch biegsame Schläuche zugeführt.

Die nächsten Abbildungen 208 und 209 zeigen einen kippbaren Tiegelschmelzofen mit Vorschmelzer der Firma Huth & Röttger.

Der Ofen besteht im wesentlichen aus einem senkrechten Schmelzschaft, der im unteren Teile den eigentlichen Schmelztiegel enthält, während der obere Teil als Vorschmelzer ausgebildet ist. Dieser wird nur zwecks Auswechslung des Tiegels abgenommen. Er enthält im Innern einen über dem Schmelztiegel angeordneten konischen Graphitaufsatz, welcher von den hochsteigenden Heizgasen umspült wird. Besondere Beobachtung verdient die äußerst zweckmäßige Verschlußkonstruktion der oberen

Beschickungsöffnung. Durch einfaches Herunterdrücken eines Hebels wird die Öffnung freigelegt und zwar derart, daß der heiße Verschlußdeckel an keiner Seite des Ofens hinderlich ist und den Zugang zum Ofen bei der Beschickung versperren kann. Die Kippvorrichtung

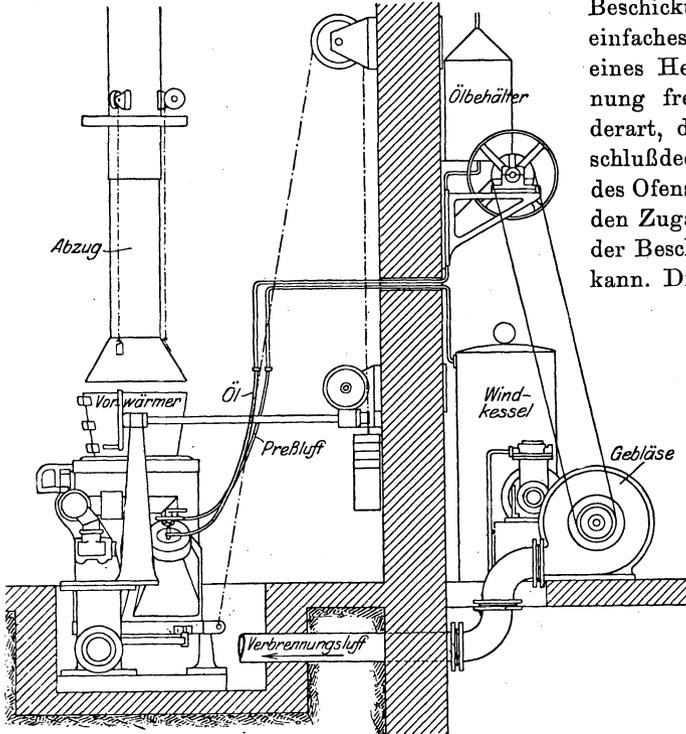


Abb. 206.

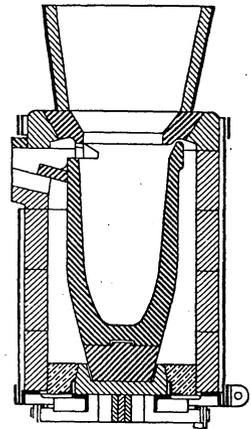


Abb. 207.

besteht aus einem leichtgehenden Schneckengetriebe mit Zahnradübersetzung und Handrad.

Die Beheizung des Ofens erfolgt durch einen im unteren Teile des Ofens tangential angeordneten Niederdruckluft-Ölbrenner „Industrie-huth“, D. R. P. a., durch welchen eine um den Tiegel kreisende Flamme erzeugt wird. Durch diese Ausbildung der Feuerung wird eine vollkommen gleichmäßige Erwärmung erzielt, wobei der Tiegel selbst in weitgehendstem Maße geschont wird.

Dadurch, daß man beim Einsetzen von Metall nicht nur den Tiegel beschickt, sondern auch den Tiegelaufsatz, wird in den meisten Fällen ein Nachsetzen während des Schmelzvorganges überflüssig. Es genügt also ein einmaliges Einsetzen, um eine volle Tiegelcharge zu erhalten.

Hierin liegt der Vorteil des Vorschmelzers, der besonders beim Einschmelzen von sperrigem Metall hervortritt. Im übrigen wird jedoch vor allem eine Verkürzung der Schmelzdauer und eine Verringerung des Brennstoffverbrauches erzielt.

Kippbare tiegellose Schmelzöfen. In den letzten Jahren ist die Verwendung von tiegellosen Schmelzöfen zum Schmelzen von Stahl sowie von Kupfer und seinen Legierungen stark in Aufnahme gekommen. Der Grund hierfür liegt vor allem darin, daß der tiegellose Schmelzofen die Möglichkeit bietet, mit reduzierender neutraler oder oxydierender Flamme zu arbeiten, hohe Temperaturen zu erzeugen und schnell an-

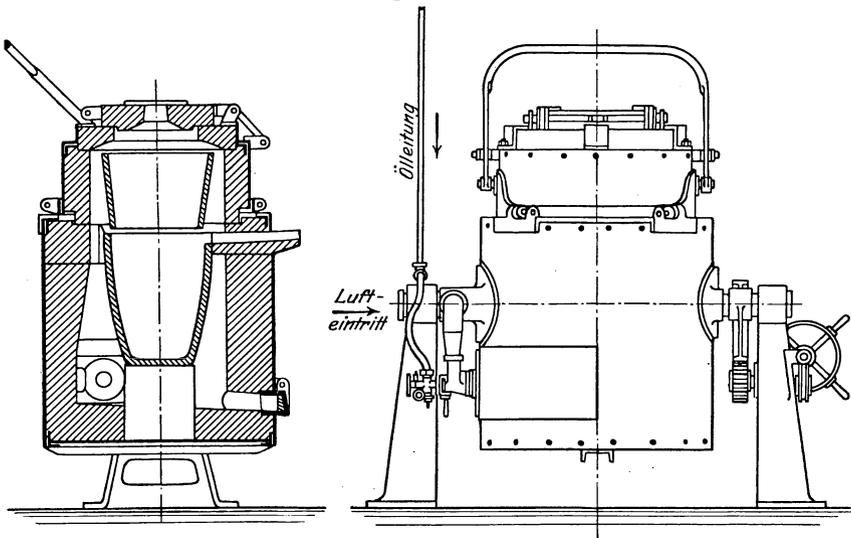


Abb. 208 und 209.

zuheizen. Der Abbrand eines derartigen Ofens ist allerdings größer als der eines Tiegelschmelzofens, jedoch fällt der Brennstoffverbrauch wesentlich geringer aus, der Tiegelverbrauch fällt weg und der Ofen läßt sich für wesentlich größere Chargen als ein Tiegelschmelzofen bauen.

Der tiegellose Ofen ist eine wichtige Ergänzung des Kupolofens zur Erzeugung hochwertigen Graugusses. Er ermöglicht es, einen Guß gewünschter Zusammensetzung rasch und sehr heiß niederzuschmelzen. Er eignet sich daher insbesondere für dünnwandigen Guß und ergibt ein blasen- und schlackenfreies, schwefelarmes Material von hoher Festigkeit. Abeking macht über die Eigenschaften desselben folgende Angaben (St. u. E. 1918, Nr. 35, S. 793): Zerreißfestigkeit 21,7–30 kg/mm², Biegefestigkeit 40,8–53,5 kg/mm². Gesamter C 2,45–3,26%, Si 2,41 bis 3,0%, Mn 0,28–0,5%, P 0,4–0,51%, S 0,062–0,12% bei einer Gattierung von 5–10% Stahlabflle, 20% Hämatit, Rest Gieereiroh-eisen Nr. 1–3 und Bruch Eisen. Der Siliziumabbrand betrug 15–20%. Mangan zeigte nur geringe Abnahme.

Die Betriebskosten des Ölofens pro Tonne Guß sind natürlich höher als die des Kupolofens. Während dieser etwa 10–12% Koks verbraucht, sind beim Ölofen je nach Größe 9–20% Öl erforderlich. Nach Abeking betragen die Kosten eines 500–600 kg-Ofenfutters 200–250 Friedensmark. Die Lebensdauer eines solchen Futters beträgt etwa 30 Chargen. Die Schmelzdauer beträgt etwa 2 Stunden, der Druck im Ofen etwa 30 mm WS.

Bei einem richtig konstruierten tiegellosen Ofen ist darauf zu achten,

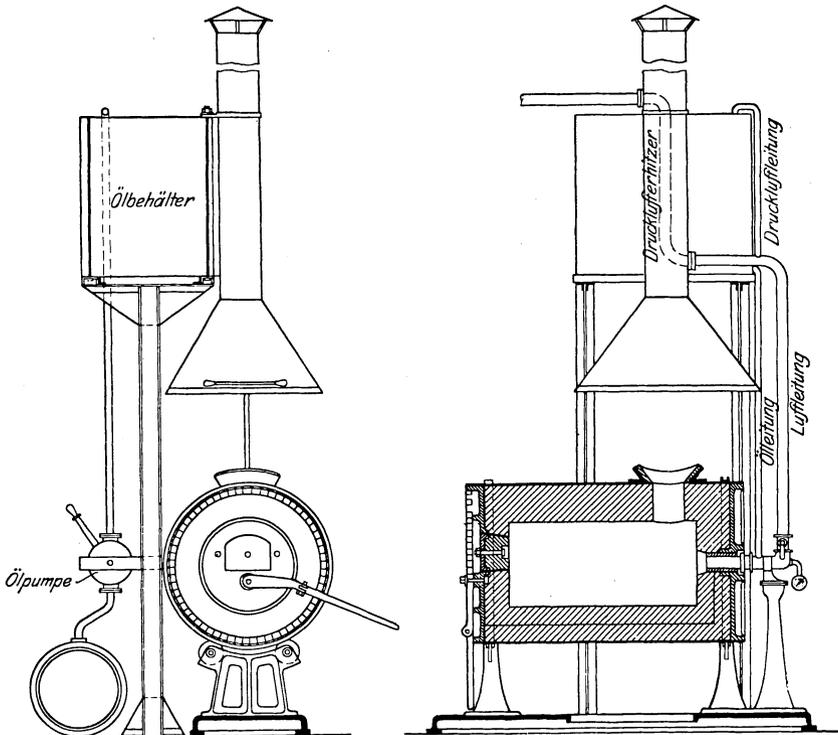


Abb. 210 und 211.

daß die Verbrennung möglichst weit vorgeschritten bzw. beendet sein muß, wenn die Heizgase mit dem Bad in Berührung treten. Die nachfolgend gezeigten Öfen bestehen aus einer feuerfest ausgefütterten, um ihre wagerechte Achse drehbaren Trommel, an welcher auf der einen Seite axial ein Brenner angeordnet ist, während der Abzug auf der anderen Seite oder im oberen Teile des Ofens liegt. Letztere Anordnung ist deswegen vorteilhafter, weil dadurch die Flamme zur Umkehr gezwungen und besser ausgenutzt wird.

Abb. 210 und 211 zeigen einen derartigen tiegellosen 500 kg-Schmelzofen der Poetter G. m. b. H. Düsseldorf. Bei diesen Öfen ist der drehbare, trommelartige Ofenkörper auf Rollen gelagert. Für ersteren wird

der Abbrand bei Kupferlegierungen mit 2—3% angegeben, der Ölverbrauch mit 7—12%. Für Stahlguß beträgt der Ölverbrauch 20—35%, der Abbrand 4—6% vom Einsatz.

Eine ähnliche Konstruktion von Baurichter zeigt Abb. 212. Hier ist jedoch in der Sohle des Ofens ein durch einen Stopfen verschließbarer Ausguß vorgesehen. Nach Fertigmachung der Charge wird der eigentliche Ofenkörper mittels eines Gehänges am Gießereikran aufgehängt und unmittelbar in die einzelnen Formen ausgegossen. Diese Konstruktion stellt einen bedeutenden Fortschritt dar.

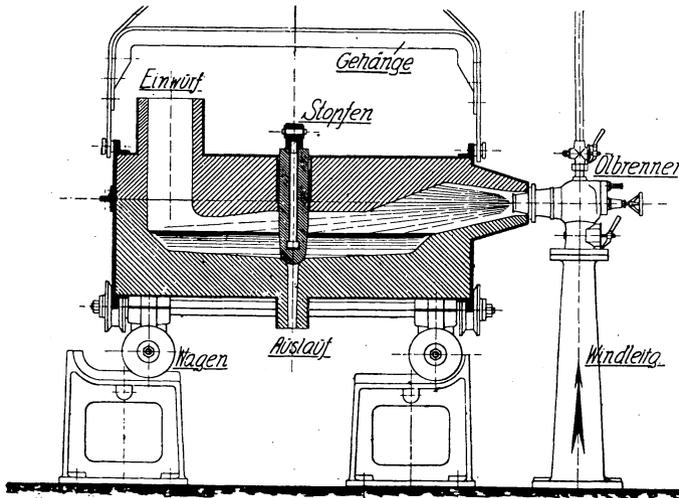


Abb. 212.

Eine andere Bauart des kippbaren tiegellosen Schmelzofens, diejenige der Deutschen Ölfeuerungswerke (Abb. 213—217) besitzt einen niedrigen Schacht von kreisförmigem Grundriß, dessen untere Hälfte durch das Bad ausgefüllt wird, während in der oberen Hälfte die Flammen zweier tangential angeordneter Brenner kreisen. Der Abzug befindet sich in der Mitte des Deckels. Infolge der Rotation der Flammen und der Anordnung des Abzuges werden die Heizgase gezwungen, einen sehr langen Weg zurückzulegen, bevor sie aus dem Ofen austreten. Infolgedessen wird eine vollständige Verbrennung, eine ausreichende Durchmischung der Heizgase und eine gute Wärmeausnutzung erzielt.

Der Ofen ist mittels Handrand und Schnecke und Zahnradsegment kippbar. Gegenüber der Ausgußöffnung befindet sich eine zum Beobachten sowie beim Kupferschmelzen zum Raffinieren dienende Öffnung.

Künscher¹⁾ gibt den Ölverbrauch eines 1 t-Ofens der Deutschen Ölfeuerungswerke für Kupfer auf 7—8% bei 1½ Stunden Schmelzdauer

¹⁾ Feuerungstechnik 1915.

an. Beim Schmelzen von Rotguß und Bronze belüftet sich derselbe auf 5—6%, bei Kupfer auf 6—8%. Der Abbrand beträgt hierbei für Blöcke 1,7%, für Altmetall bis 3%, für Späne brikettiert bis 5%,

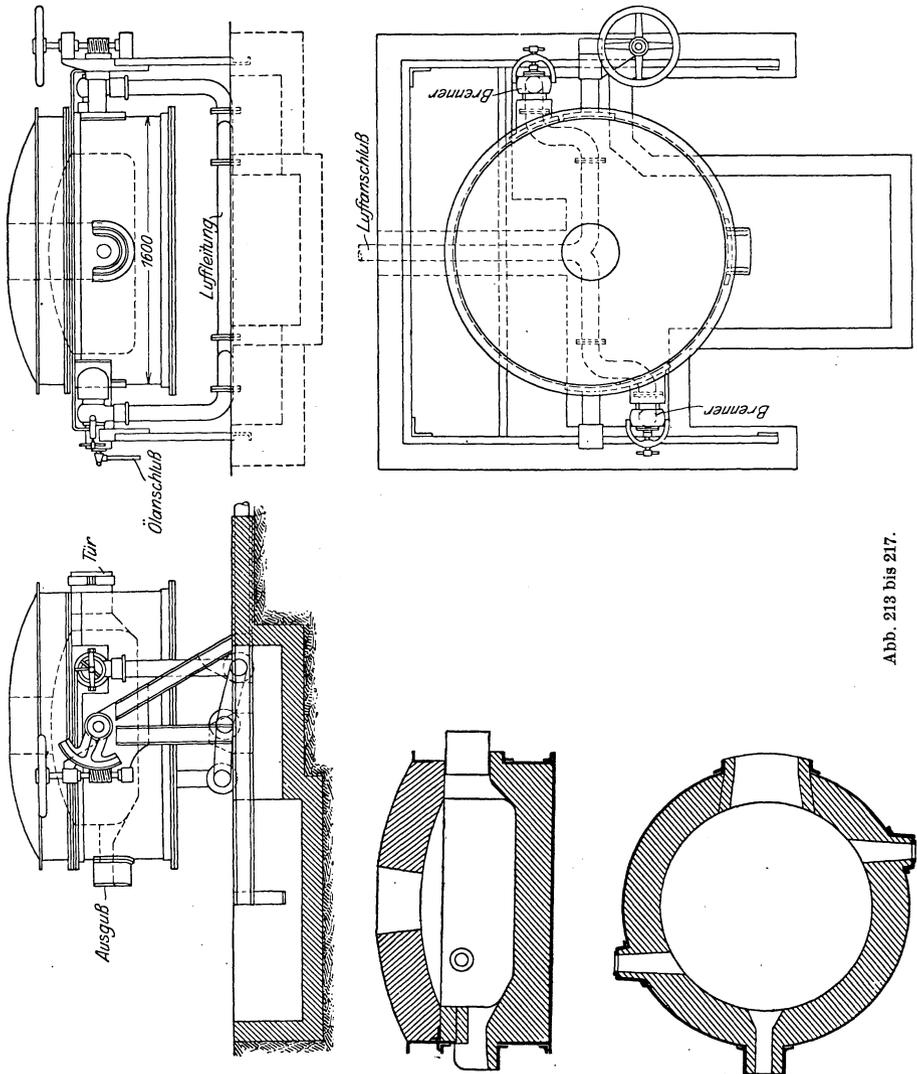


Abb. 218 bis 217.

beim Schmelzen von Reinkupfer 1—2%. Die Schmelzdauer für Bronze und Rotguß beträgt im 500 Kilo-Ofen 50—70, im 1000 Kilo-Ofen 70 bis 90 Minuten, im 2000 Kilo-Ofen 110—130 Minuten. Für Reinkupfer ist die Schmelzdauer 10% höher. Das Anwärmen des Ofens dauert 30—60 Minuten.

Brasseur¹⁾ gibt den Ölverbrauch beim Schmelzen von Stahl folgendermaßen an:

Ofeninhalt:	Ölverbrauch pro Charge:	Schmelzdauer Min.:
75 kg	10—12 kg	30—45
100 „	12—14 „	30—45
150 „	12—15 „	30—45
200 „	15—18 „	30—45
300 „	25—30 „	60—75

Bei großen Öfen beträgt der Abbrand 2—2,5%.

Die Vereinigten Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen geben den Verbrauch ihres tiegellosen Schmelzofens beim Schmelzen von Stahl auf 12% Teer an. Das Futter soll 2—3 Monate halten und die Schmelzung von 400—1000 t Material ermöglichen. Der Abbrand beträgt hierbei 1,5—2%.

Die nächsten Abbildungen 218—220 zeigen einen Ofen der Firma Huth & Röttger.

Die Schmelztrommel in schmiedeeiserner Ausführung ist mit zwei gußeisernen Laufringen versehen und endigt beiderseits in konischen Ausbauten, wovon der eine den Brenner trägt, während der entgegengesetzte die Beschickungsöffnung enthält. Der hintere Ausbau ist außerdem als Materialvorwärmer ausgebildet und besitzt zum Nachsetzen eine seitliche Klappe, durch die während des Schmelzens kleinere Mengen nachgesetzt werden, ohne daß die Feuerung abgestellt zu werden braucht. Zur Hauptbeschickung durch die hintere zentrale Öffnung, die außerdem auch als Abzug für die Abgase dient, wird die vor dem Abzug befindliche Aufangvorrichtung zur Seite gefahren bzw. hochgezogen. Diese Ausbildung des Ofens ermöglicht eine bequeme Beschickung und bietet außerdem den großen Vorteil, daß das Schmelzbad jederzeit zugänglich ist.

Die Ausmauerung der Trommel besteht aus einem Spezialfutter von besonderer Zusammensetzung. Dasselbe hat sich bei tiegellosen, ölgefeuerten Schmelzöfen hervorragend bewährt, besitzt eine große Haltbarkeit und ist verhältnismäßig sehr billig. Bei Einschmelzungen hält es etwa 150—160 Schmelzungen aus, bei Metall etwa 300—400. Eine Erneuerung des Futters erfolgt sehr einfach, indem man den konischen Stutzen an der Beschickungsseite der Trommel abschraubt.

Das Traggestell zur Aufnahme der Trommel ist zweiteilig und mit Laufrollen versehen. An dem an der Brennerseite befindlichen Gestell befindet sich außerdem

der Antrieb zum Drehen und Kippen der Trommel. Bei den kleineren Öfen erfolgt dies von Hand; die größeren Öfen jedoch sind mit einem mechanischen Getriebe mit direktem elektrischen Antrieb versehen und besitzen außerdem zur Reserve den Handantrieb. Das Drehgetriebe

¹⁾ St. u. E., 1913, S. 1281.

besteht aus doppelter Schneckenradübersetzung und Kupplung zum Ein- und Ausrücken des Motors.

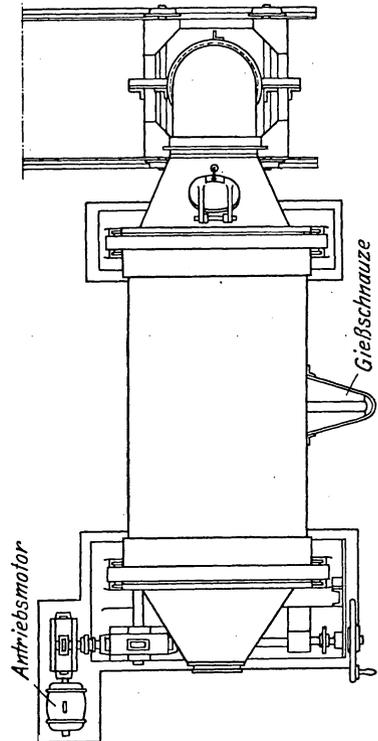
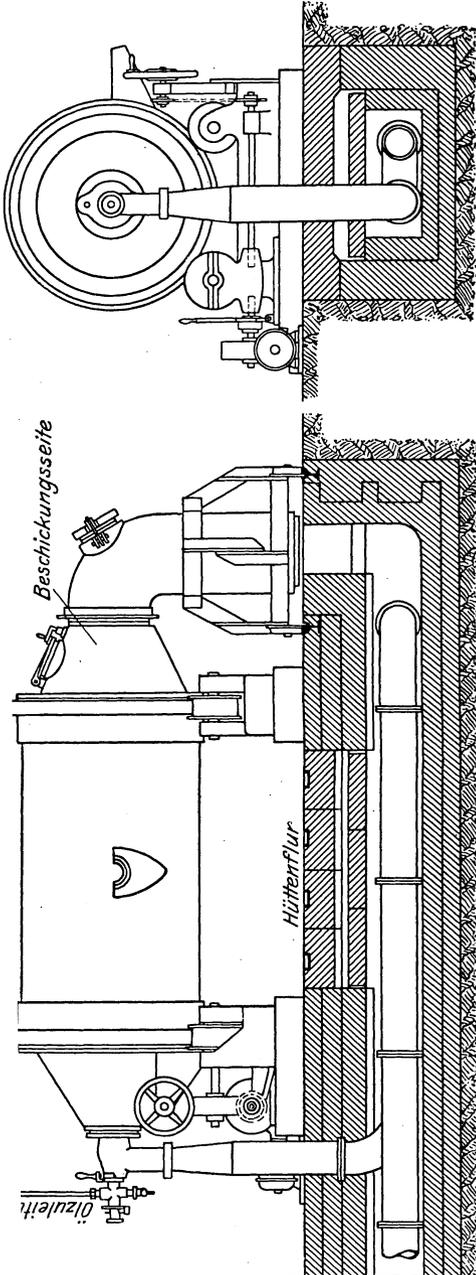


Abb. 218 bis 220.

Die Luftvorwärmung erfolgt stets bei Eisenschmelzungen, und zwar dient hierzu ein Röhrenrekuperator. Derselbe besteht aus einem

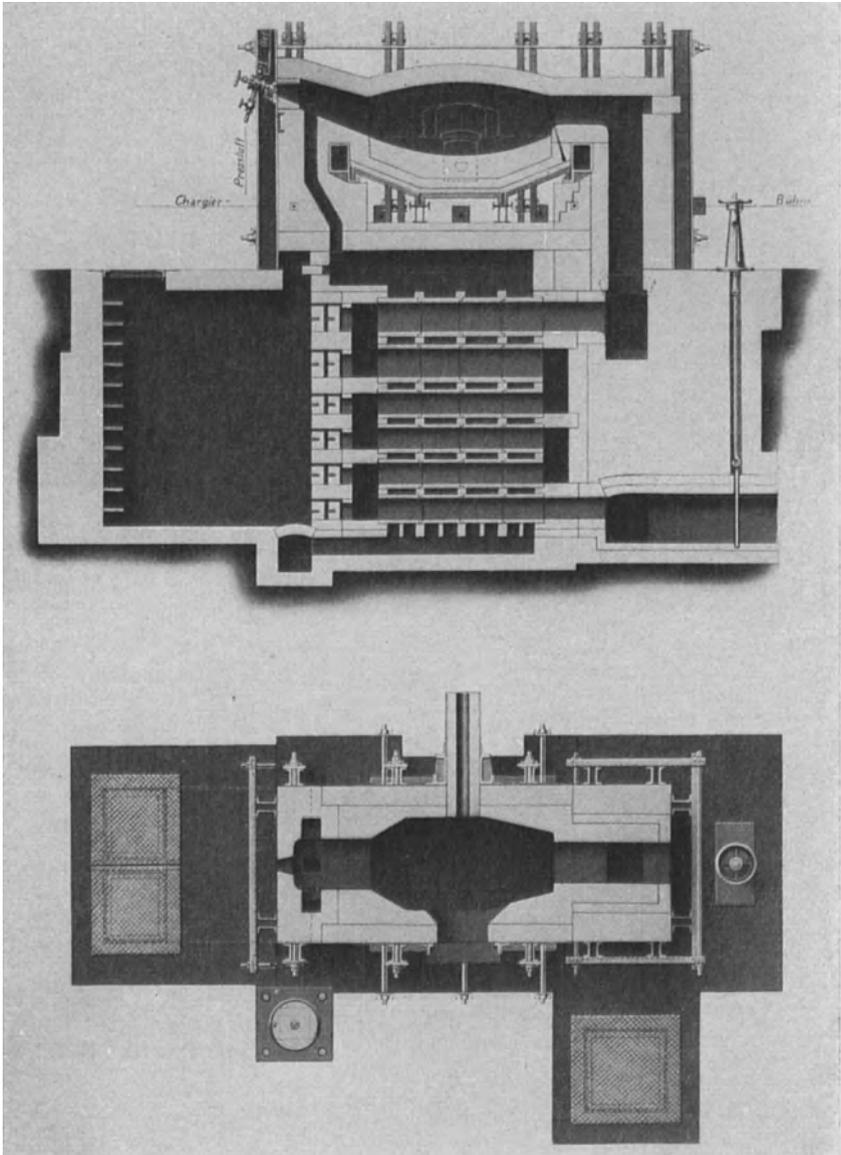


Abb. 221 und 222.

Röhrensystem aus feuerbeständigem Guß, welches in einem gemauerten Bodenkanal verlegt ist und von den Abgasen des Ofens umspült wird. Die Luftvorwärmung erfolgt auf diese Weise auf etwa 400°C . Der Boden-

kanal wird zur Fortführung der Abgase an einen Kamin von etwa 10 m Höhe angeschlossen; die Heizröhren sind mit der Windleitung des Gebläses verbunden.

Martinöfen. Ein Nachteil des kippbaren tiegellosen Schmelzofens ist seine beschränkte Größe sowie vor allem der Umstand, daß die mit kalter Luft erreichbare Verbrennungstemperatur für gewisse schwer schmelzbare Legierungen entweder überhaupt nicht ausreicht oder aber eine lange Schmelzdauer und einen hohen Brennstoffverbrauch ergibt. Diese Lücke füllt der mit Luftvorwärmung arbeitende Martinofen mit Ölfeuerung aus. Er eignet sich zum Schmelzen von Grauguß, Temperguß, Stahl, Ferromangan, Ferrosilizium usw. Die Luftvorwärmung kann hierbei durch Rekuperation oder Regeneration erfolgen. Zur Beheizung wird entweder eine mit Preßluft betriebene Zerstäuberdüse, durch welche ein möglichst kleiner Bruchteil kalter Verbrennungsluft zu schicken ist, oder eine gebläselose Tropffeuerung verwandt.

Abb. 221 und 222 zeigen die Konstruktion des Klein-Martinofens von Poetter. Der Ofen ist mit einem Regenerator ausgerüstet. Die hoch vorgewärmte Luft steigt auf der linken Seite zum Ofenkopf, an welchem ein Zerstäuber angeordnet ist. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich der Abzug. Der Zerstäuber wird mit Preßluft von 1,5—2 Atm. betrieben und verbraucht nur 0,5 cbm pro kg Öl, d. h. 5% der Verbrennungsluft, so daß 95% durch den Regenerator gehen, welcher eine Vorwärmung auf 700—900° C bewirkt.

Abb. 223 und 224 zeigen einen Klein-Martinofen von Eckardt, dessen Betriebsergebnisse Ring in „Stahl und Eisen, 1914“ veröffentlicht hat. Der Ofen hat ein Fassungsvermögen von 1 t. Er besitzt einen Schornstein von 650 mm \ominus und 20 m Höhe. Unter dem Ofen ist zur Luftherhitzung ein Regenerator angeordnet; über den Ofenköpfen befinden sich Zerstäuberdüsen, von denen die nicht benutzte jedesmal beim Umschalten des Regenerators ausgeschwenkt wird. Während des Arbeitens herrscht im Schmelzraum geringer Überdruck, im Schornstein 12 mm WS Unterdruck, in den Kammern über dem Gitterwerk 6—8 mm, in den Zügen 6 mm Unterdruck. Die Düsen sind unter 65° gegen die Badoberfläche geneigt. Das Anheizen, zu welchem 150 kg Öl erforderlich sind, dauert 3 Stunden. Die darauf folgende erste Charge dauert von Beginn des Einsetzens bis zum Abstich 3 1/2, die zweite 3 Stunden, die folgenden 2 1/2 Stunden. Der Ölverbrauch beträgt 50—55 kg stündlich. Das Fertigmachen der Schmelze erfolgt mit 0,7% Ferromangansilizium und 0,2% hochprozentigem Ferrosilizium. Das erzeugte Material hatte eine Festigkeit von 33—54 kg bei bis zu 25% Dehnung. Die Analyse ergab:

0,1	—0,45 % C.
0,45	—0,58 % Mn.
0,036	—0,055 % S.
0,34	—0,43 % Si.
0,04	—0,08 % P.

Die Gesteungskosten für die t Stahl werden folgendermaßen angegeben (in Friedensmark):

Einsatz	
400 kg Hämatit	M. 33.20
1600 „ Trichter und Schrott	„ 80.—
16 „ Ferromangansilizium }	„ 7.30
4 „ Ferrosilizium }	
Ölverbrauch:	
535 kg je M. 6.—% kg	„ 32.10
Stromkosten für Winderzeugung und Kran	„ 2.—
Löhne:	
1 Mann 1 Tag	„ 8.—
1 „ 1 „	„ 6.—
1 Junge 2 Std.	„ 0.50
	„ 8.—
Abschreibungen 15% von M. 7000.—	
bei 250 Arbeitstagen	„ 4.20
	Erzeugungskosten M. 181.30
Erzeugung 2000 kg — 15% = 1700 kg, somit	
Gesteungskosten pro Tonne Stahl $\frac{181,3}{1,7} =$	M. 106.50

Bei Kokstiegelöfen beliefen sich die Gesteungskosten für die t Stahl auf M. 247.—.

Abb. 225 zeigt einen Klein-Martinofen mit Tropfölfuerung¹⁾. Die Anschaffungskosten derartiger Öfen sind infolge Wegfalls von Gebläse sehr gering. Jedoch macht das Anheizen gewisse Schwierigkeiten, weil die Tropfölfuerung nur bei guter Luftvorwärmung richtig funktioniert. Man wird daher, wenn möglich, mit Gas anheizen oder den Ofen in Betriebspausen durchfeuern, wozu allerdings nur wenig Brennstoff erforderlich ist. Wo Preßluft zur Verfügung steht, wird man aber diesen Schwierigkeiten durch Anwendung eines Zerstäubers lieber aus dem Wege gehen.

Für einen 4 t-Martinofen wird der Brennstoffverbrauch auf 137 kg/St. von 11200 WE angegeben bei einem Einsatz von 1300 kg Roheisen und 2700 kg Schrott sowie einer Chargendauer von 4 Stunden. Für einen anderen Ofen dieser Größe mit einer kalten Beschickung mit Hämatit-roheisen und Schrott wird der Ölverbrauch auf 13% angegeben, wobei die Ofenausmauerung 1700 Chargen aushält.

Einen 25 t-Martinofen nach Ploehm²⁾ zeigen Abb. 226 und 227. Der Ofen besitzt zwecks guter Ausnutzung der Flamme eine große Längsausdehnung. Die Zerstäuber sind mit Wasserkühlung ausgerüstet und bleiben auch während der Außerbetriebsetzung im Ofen. Die Badtiefe beträgt 0,4—0,45 m. Die Zerstäuber arbeiten mit 4,2 Atm. Luft-

¹⁾ Feuerungstechnik 1915, Nr. 35.

²⁾ Glasers Annalen, 1918.

pressung beim Schmelzen, mit 3 Atm. während der Arbeitsperiode. Das vom Ofen erzeugte Produkt hat folgende Zusammensetzung: 0,205 % C., 0,315 % Si., 0,68 % Mn., 0,018 % P., 0,024 % S. Die Dauer einer 25 t Charge beträgt 5 1/2 Stunden. Die Ausmauerung des Ofens hielt 1062 Chargen.

Abb. 228 u. 229 zeigen einen Martinofen mit Rohölfeuerung nach Schweitzer¹⁾. Der Ofen ist mit ausschwenkbaren Brennerausgerüstet.

Bei Martinöfen wird Ölfeuerung bisweilen als Zusatzfeuerung zur Hochofengasbeheizung angewandt, um gegenüber dem minderwertigen Hochofengas einen Ausgleich zu schaffen und die Erzielung höherer Temperaturen zu ermöglichen.

Kupolöfen mit Ölfeuerung. Auch für Kupolöfen bietet die Ölfeuerung gewisse Vorteile. Die Anwendung der Ölfeuerung ist hier eine reine Kalkulationsfrage und hängt in erster Linie von dem Verhältnis Ölpreis zu Kokspreis ab. Ölfeuerung kommt hier insbesondere für die Erzeugung eines schwefelarmen Qualitätsmaterials in Betracht. Die ganze Frage

¹⁾ Schweitzer: Über Rohölfeuerungen in Hüttenwerken, St. u. E., 1916, S. 1174.

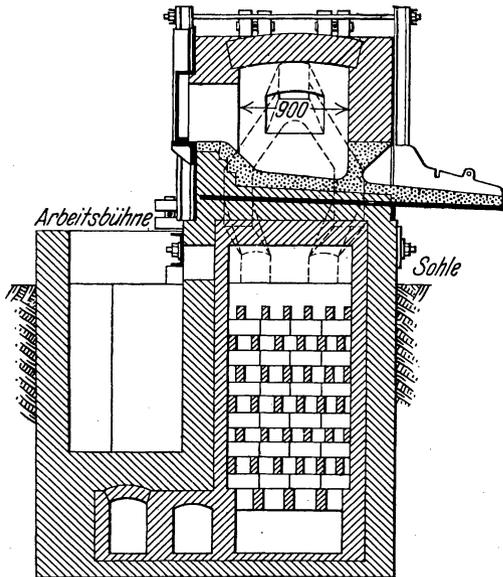
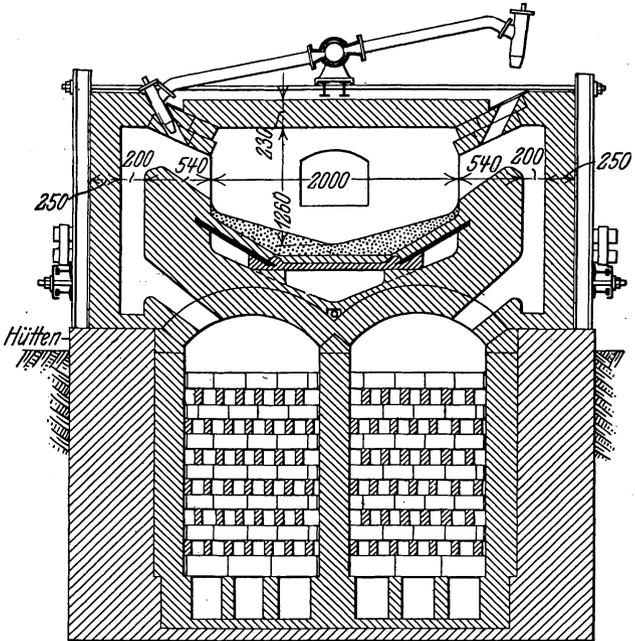


Abb. 223 und 224.

befindet sich jedoch noch im Stadium der Entwicklung. Allgemein kann gesagt werden, daß wohl stets auf den Satzkoks nicht ganz verzichtet werden kann mit Rücksicht auf die chemischen Vorgänge im Ofen.

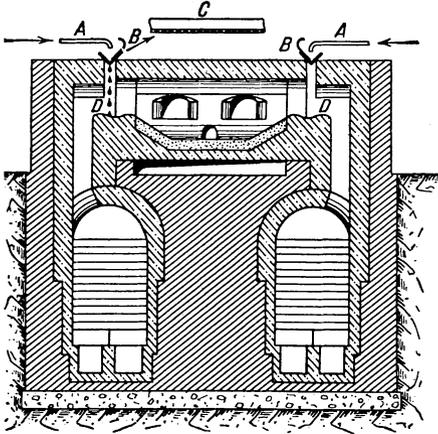


Abb. 225.

reinem Koks oder mit Öl bei geringem Kokszusatz betrieben werden. Charakteristisch für sie ist, daß die Verbrennung des Öls in der Hauptsache in der Beschickungssäule erfolgt.

Die zweite Bauart unterscheidet sich von der gewöhnlicher Kupolöfen dadurch, daß sie nicht einen Düsenring besitzt, sondern zwei oder mehr am Umfang angeordnete Brennerstützen, die sich konisch nach

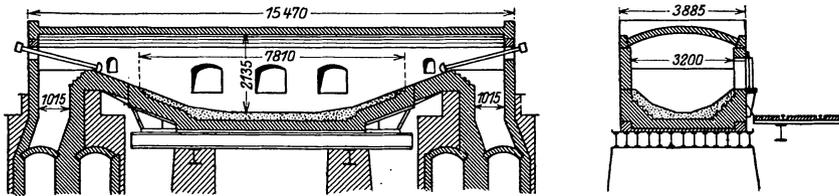


Abb. 226 und 227.

dem Schacht zu erweitern, und in welchen die Verbrennung zum Teil erfolgt, bevor die Flamme mit dem Material in Berührung kommt.

Abb. 230 zeigt einen derartigen Ofen.

An die Brenner muß die Anforderung gestellt werden, daß sie sowohl oxydierend oder reduzierend als auch neutral wirken können. Letzteres insbesondere erfordert eine rasche und vollkommene Zerstäubung, wie sie am besten durch Preßluft erreicht wird. Da Preßluft in jeder modernen Gießerei zu finden ist, werden hierdurch Komplikationen nicht bedingt. Die Hauptmenge der Verbrennungsluft wird dabei wie beim Koksbetrieb durch ein Roots oder Turbogebälse zugeführt. Eine solche Brennerkonstruktion gewährleistet die erforderliche Beherrschung des Verbrennungsvorgangs.

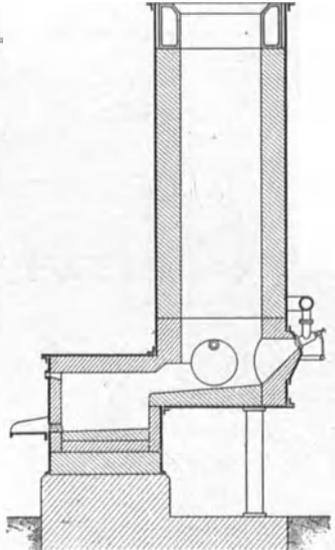
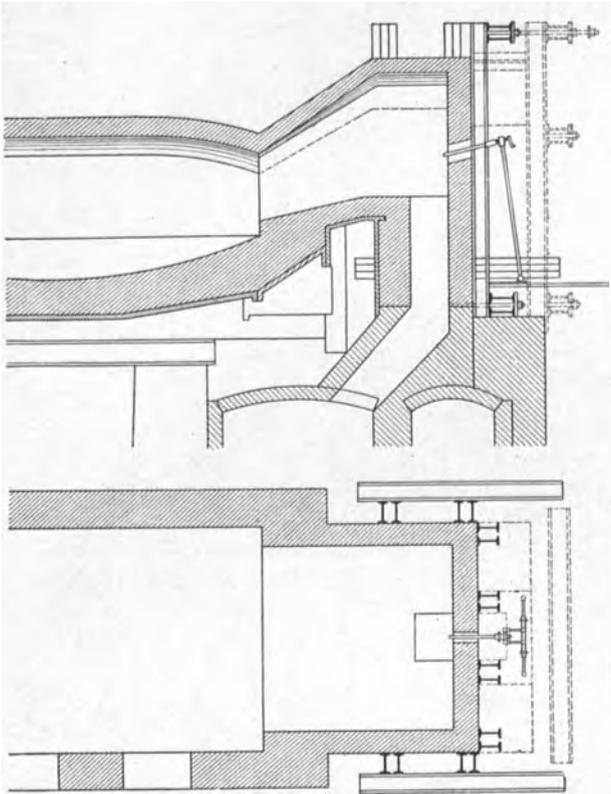


Abb. 228 und 229.

Abb. 230.

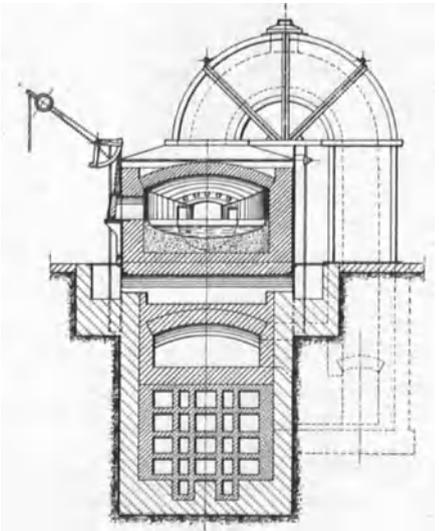
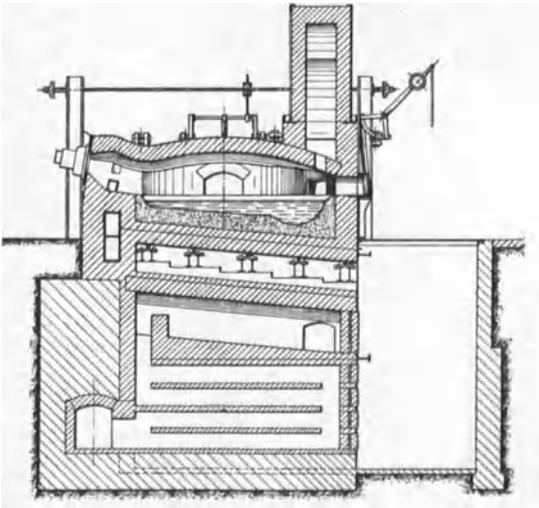


Abb. 231 und 232.

Kupferschmelzöfen. Abb. 231 und 232 zeigen einen Kupferschmelz- und Raffinierofen mit Regenerator des Rhein.-Vulkan. Der Brenner ist gegen die Badoberfläche geneigt, so daß eine gute Wärmeübertragung gewährleistet ist.

Abb. 233 und 234 zeigen einen Schmelz- und Röstofen nach Siemens, wie er in Süd-Rußland zur Kupfergewinnung benutzt wird. Der Ofen besteht aus dem kreisrunden Schmelzofen und dem länglichen geneigten Röstofen. Das Erz wird am oberen Ende des letzteren aufgegeben. Zwei neben dem Verbindungskanal vom Röstofen zum Schmelzofen tangential

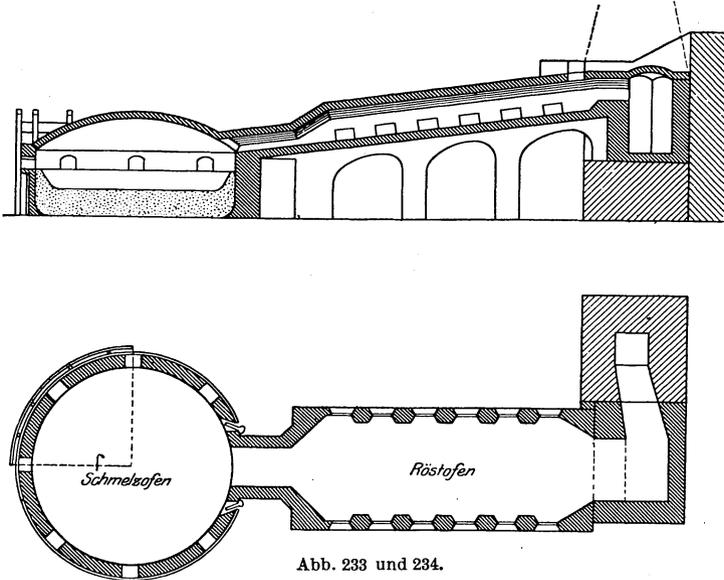


Abb. 233 und 234.

in letzteren blasende Brenner halten das geschmolzene Material auf Temperatur. Die im Schmelzofen umkehrende Flamme tritt in den Röstofen über, wobei die Abgase zum Rösten benutzt werden.

Abb. 235 zeigt einen Emaille-Schmelzofen¹⁾ mit Ölfeuerung. Auch hier müssen, um ein Qualitätsmaterial zu erzielen, hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Brenners gestellt werden.

Tauchlötöfen. Abb. 236 und 237 zeigen den Längs- und Querschnitt eines Tauchlötofens von Pierburg, wie er zum Löten von Fahrradrahmen benutzt wird.

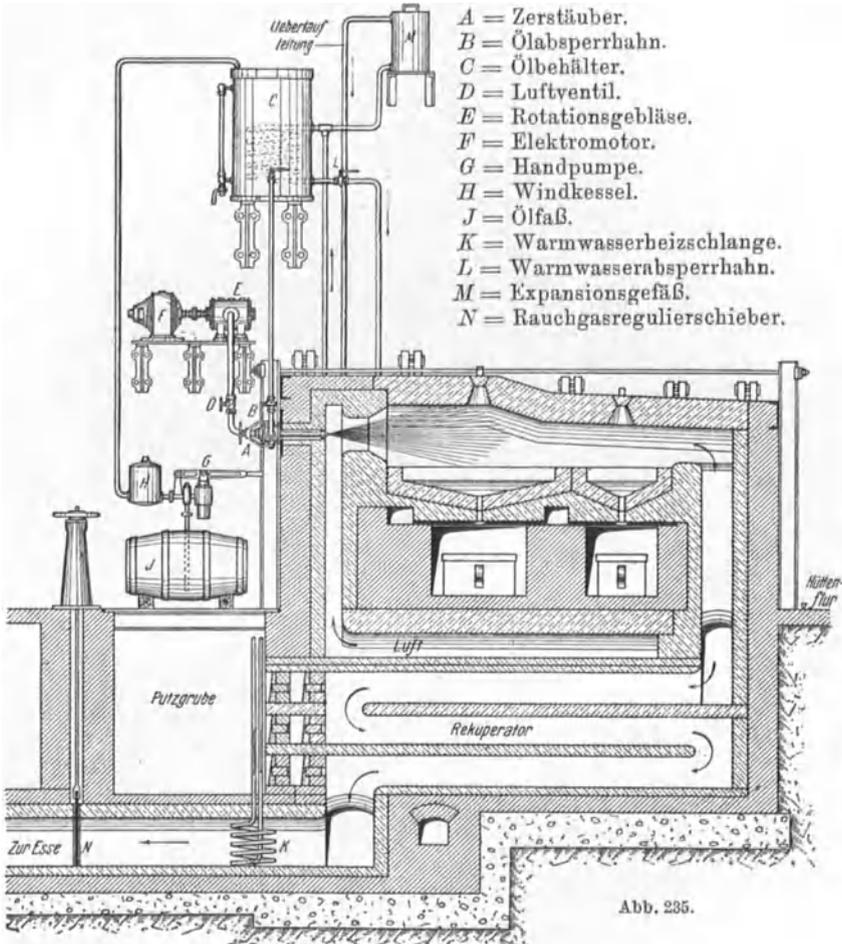
Einen Kalzinierofen mit Ölfeuerung zeigt Abb. 238. Ein Teil der Verbrennungsluft wird über dem Gewölbe des Ofens vorgewärmt. *A* ist der Zerstäuber, *B* eine Schau- und Zündöffnung.

Trockenkammern. Abb. 239 und 240 zeigen den Längs- und Querschnitt einer Trockenkammer mit Ölfeuerung. Zwischen den Schienen,

¹⁾ Feuerungstechnik, 1915, Nr. 35.

auf denen die zu trocknenden Wagen ein- und ausgefahren werden, sind Verbrennungskanäle angeordnet, welche durch je einen Brenner beheizt werden.

Glasschmelzöfen. Abb. 241 und 242 zeigen einen Glasschmelzofen von Wolf¹⁾ mit über dem Schmelzraum angeordneter Feuerung. Dies



stellt eine wesentliche Verbesserung gegenüber der Kohlenfeuerung dar, welche unter dem Schmelzraum angeordnet werden muß und daher mit erheblich größerem Brennstoffverbrauch arbeitet.

Abb. 243 zeigt einen Kalkofen mit Ölfeuerung²⁾. Man unterscheidet an demselben eine Brennzone, eine Vorwärmzone und eine Kühlzone. Die Brennzone erstreckt sich von den Düsenkanälen aufwärts bis zu den Schauöffnungen an der unteren Bühne. Darüber liegt die Vorwärmzone,

¹⁾ Glasers Annalen, 1918.

²⁾ Feuerungstechnik, 1915, Nr. 35.

darunter die Kühlzone. Nur ein Teil der Luft tritt, in den Kanälen *B* und *C* vorgewärmt, zu den Brennern. Der übrige Teil tritt durch die

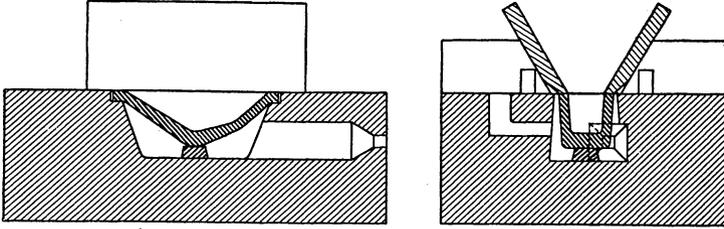


Abb. 236 und 237.

Öffnungen *D* ein, kühlt den gebrannten Kalk und wärmt sich selbst dabei hoch vor.

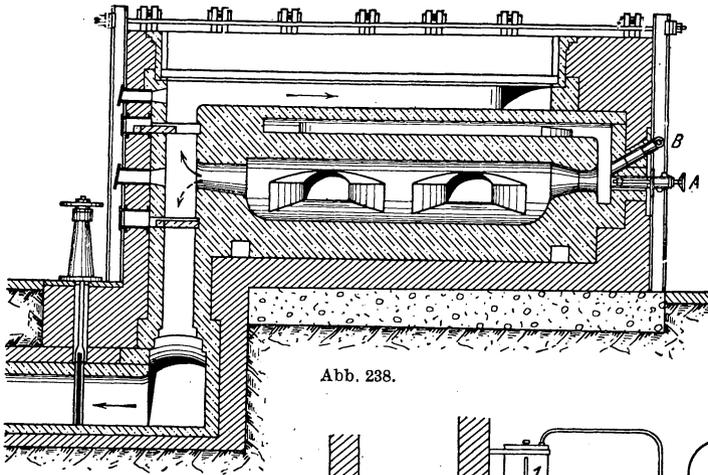


Abb. 238.

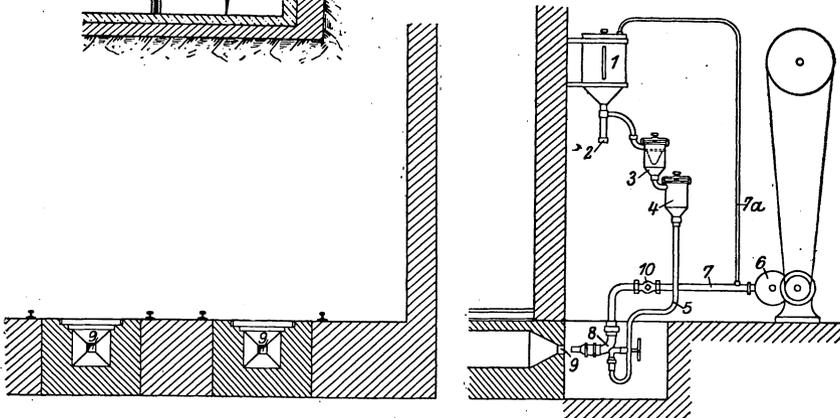


Abb. 239 und 240.

Abb. 244¹⁾ zeigt einen Sulfat-Muffelofen mit Ölfeuerung.

¹⁾ Feuerungstechnik, 1915, Nr. 35.

C. Die kleinen Ölbrenner und ihre Anwendung.

Die bedeutenden Vorteile der Ölfeuerung gegenüber der Kohlenfeuerung besonders beim Schiffsbetrieb: schnellere Versorgung mit Brennstoff, größerer Aktionsradius, leichte Erhöhung der Leistung, sauberer Betrieb, höherer Wirkungsgrad usw., haben dazu geführt, die mit Kohle gefeuerten Dampfkessel durch ölgeheizte Kessel zu ersetzen. Parallel dazu ist die Großdieselmachine in den letzten Jahren derartig entwickelt, daß die Zahl der mit Öl betriebenen Schiffe bedeutend gestiegen ist.

Dementsprechend ergab sich die Notwendigkeit, auch alle Nebenfeuerstellen im Schiffsbetrieb, insbesondere die Heiz- und Kochapparate, mit Ölfeuerung zu betreiben, weil es natürlich sehr unbequem ist, neben dem Öl noch Kohlen, wenn auch in kleinen Mengen, mitführen zu müssen. Infolgedessen war den Spezialfirmen für Heiz- und Kochapparate die Aufgabe gestellt,

eine Ölfeuerung zu entwickeln, mit welcher die einzelnen Feuerstellen betrieben werden konnten. Es handelt sich darum, eine Ölfeuerung zu schaffen, welche leicht zu regulieren und zu bedienen ist und stündlich eine Ölmenge von 2—8 kg rauchfrei verbrennt. Es ist natürlich leichter, große Ölmengen gleichmäßig zu zerstäuben und zu verfeuern, als derartig kleine Mengen, weshalb ganz besondere Brennerkonstruktionen angewandt werden mußten. Für diese Kleinfluerungen werden in der Regel Niederdruck-

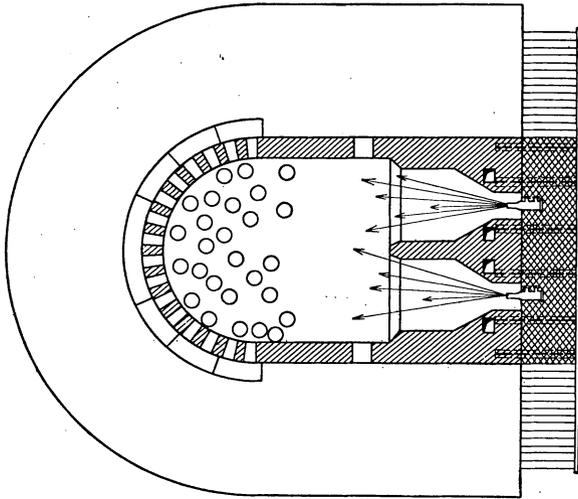
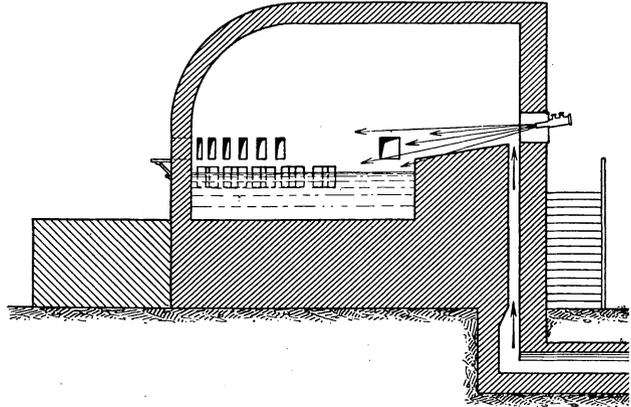


Abb. 241 und 242.

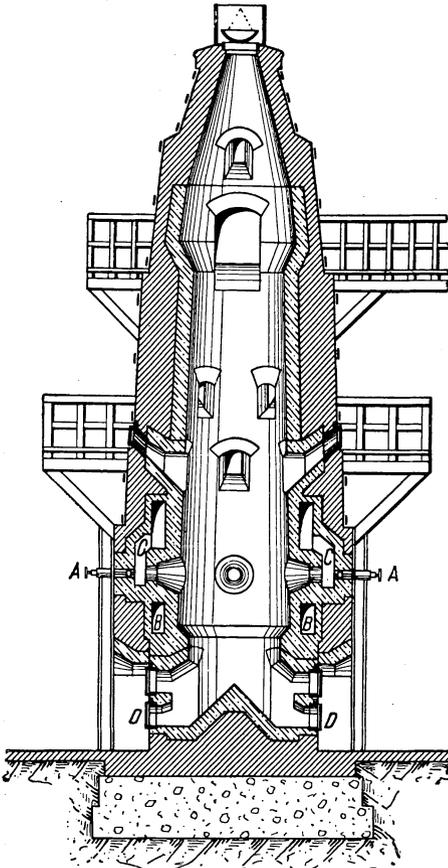


Abb. 243.

fließenden Ölstrahl auf und zerstäubt ihn zu feinstem Ölnebel. Die Regulierung von Öl und Luft erfolgt durch Ventile, welche in die Öl- und

zerstäuberbrenner verwandt, und zwar dient dabei niedrig gespannte Druckluft als Zerstäubungsmittel. Die Zerstäuberluft wird durch kleine, meist elektrisch angetriebene Gebläse erzeugt. Der Betriebsdruck beträgt 0,1 bis 0,4 Atm.

Die Voßwerke A.-G. in Sarstedt-Hannover hat Kleinf Feuerungen für verschiedene Verwendungszwecke durchkonstruiert und auf den Markt gebracht. — Der Brenner ist als Niederdruckzerstäuber ausgeführt und seine Konstruktion aus Abb. 245 ersichtlich.

Das Öl gelangt durch den an der rechten Seite liegenden Anschlußstutzen *A* in die in der Mitte des Brenners liegende austauschbare Düse *D*, die in eine der zu verbrennenden Ölmengen entsprechenden feinen Bohrung ausläuft. Die Zerstäuberluft kommt durch den linken Stutzen *B* und wird mittels eines ringförmigen Kanals *C* der Luftdüse *L* zugeführt, welche konzentrisch zur Öldüse *D* liegt. Die Druckluft tritt durch den ringförmigen Schlitz *E* aus, nimmt den aus der Öldüse

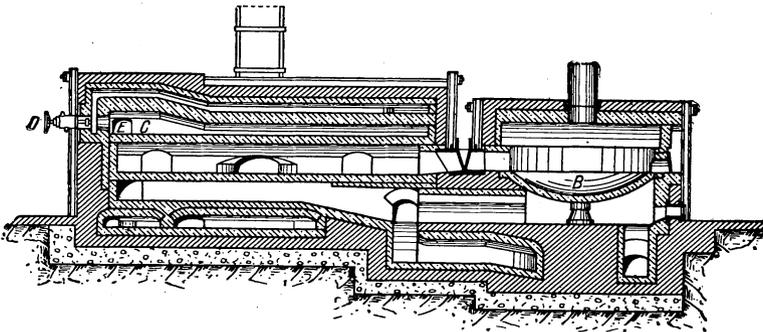


Abb. 244.

Luftleitung eingebaut werden. In die Ölleitung setzt man zweckmäßig ein Filter, damit Verunreinigungen im Öl vor Eintritt in den Brenner zurückgehalten werden. Sollte trotzdem die Öldüse einmal während des Betriebes verstopfen, so ist der Brenner mit einer Einrichtung versehen, welche gestattet, die Öldüse sofort wieder frei zu machen. In der Mitte der Öldüse liegt eine Nadel *N*, die in dem zentrisch geführten Schaft *F'* befestigt ist. Dieser Schaft wird durch eine Spiralfeder so gehalten, daß die Nadel die Öldüse stets freiläßt. Durch den Druck auf die hintere Hülse *H* dringt die Nadel in die Düsenbohrung und beseitigt die Verstopfung.

Da die Ölfeuerung möglichst einfach zu bedienen sein soll, ist anzustreben, daß die Regulierung auch nur durch ein einziges Ventil geschieht. Hierfür hat die Voßwerke A.-G. eine sehr einfache Lösung gefunden. Wie die Abb. 246 zeigt, ist der Öltank

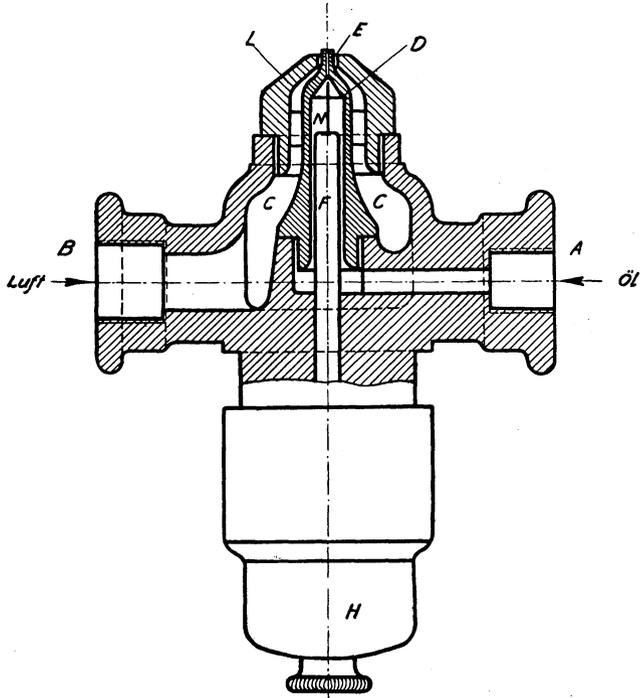


Abb. 245.

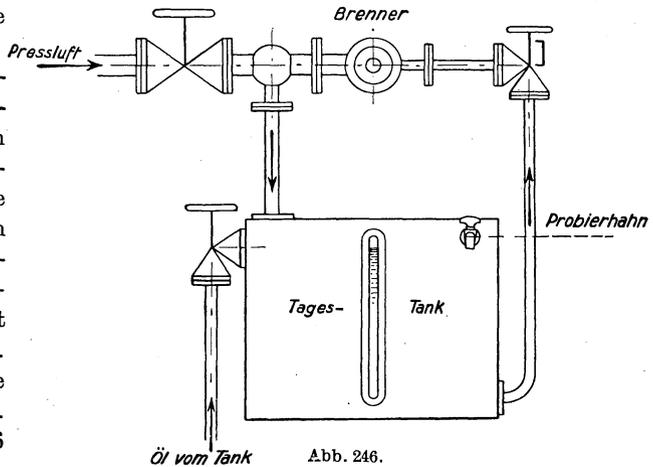


Abb. 246.

tief gelegt. Die Ölförderung zum Brenner geschieht dadurch, daß die zum Betriebe des Ölzerstäubers dienende Druckluft dem allseitig ge-

schlossenen Tagestank zugeführt wird. Da die Luftabzweigung zum Tagestank hinter dem Regulierventil für die Preßluft liegt, geschieht die För-

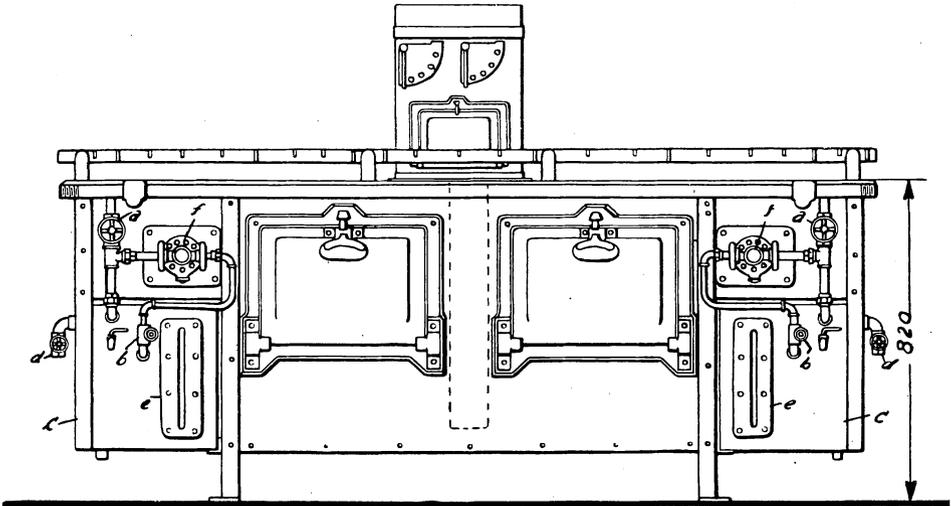


Abb. 247.

derung des Öls abhängig vom Luftdruck. Durch Drosseln des Luftventils wird also zugleich mit der Luftförderung die Ölmenge vermindert. Das

rechts vom Brenner liegende Eckventil dient zur nur einmaligen Einregulierung der Ölmenge und bleibt dann für den Betrieb der Ölfeuerung unverändert stehen. Es hat hauptsächlich den Zweck, eine Veränderung der Ölmenge vornehmen zu können, falls einmal mit einer anderen Ölsorte gearbeitet wird. Da diese Einrichtung hauptsächlich an Kochvorrichtungen angewandt wird, ist es zweckmäßig, den Tagestank an den Kochapparat selbst zu legen, damit eine automatische Vorwärmung des Öls stattfindet.

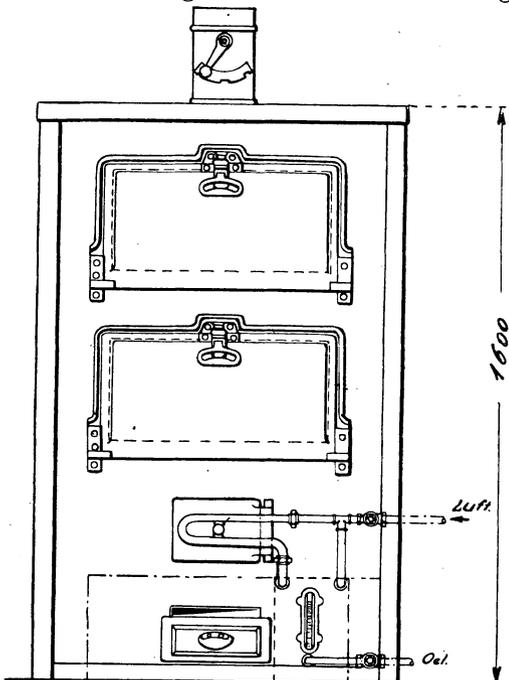


Abb. 248.

Abb. 247 zeigt ein Anordnungsbeispiel für diese Ölfeuerung, und zwar stellt die Abbildung einen Schiffshernd mit zwei Feuerstellen und zwei

Bratöfen dar. Die Lage des Öltanks und die Ölförderung ist aus der Skizze deutlich ersichtlich. Abb. 248 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, nämlich einen Schiffsbackofen für Kohlen- und Ölfeuerung. Bei dieser Konstruktion ist die Ölfeuerung so eingebaut, daß der Backofen auch durch Auswechslung der Feuertür nach Lösung der Rohranschlüsse mit Kohle betrieben werden kann.

Der vom Senkingwerk A.-G. Hildesheim konstruierte Ölbrenner ist in Abb. 249 dargestellt. Er besteht aus einem gemeinsamen Rotgußgehäuse, das die Zerstäuberdüse und je ein Öl- und Luftregulieradelventil enthält. Die Öldüse ist nach Abnehmen einer Verschlusskappe auswechselbar, innen befindet sich eine Nadelventilspindel zum Einregulieren der höchst benötigten Brennstoffmenge. Die Schutzkappe verhindert ein unbefugtes

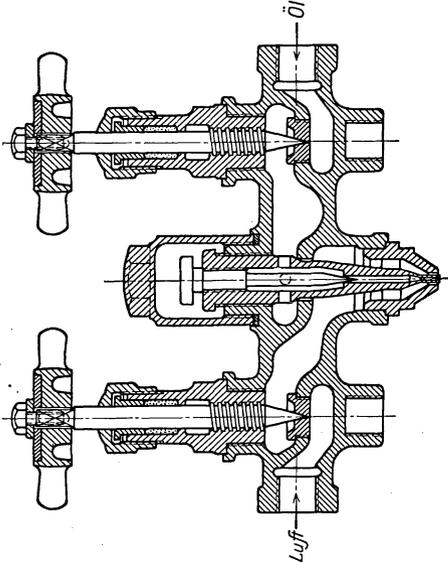


Abb. 249.

Verstellen der einregulierten Öldüse. Durch die Feinbohrung der Düse von 0,5—0,6 mm tritt das Öl aus und wird durch den die Düse ringförmig umschließenden Luftstrahl in den Verbrennungsraum als feiner Nebelschleier zerstäubt. Die Preßluft wird dem Gehäuse der einzelnen Brenner-

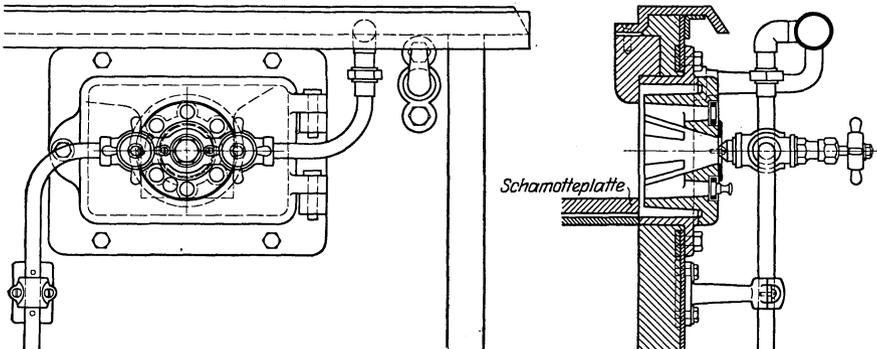


Abb. 250.

armaturen durch die Herdstange zugeführt (siehe Abb. 250). Dadurch, daß, abgesehen von dem zentral angeordneten Preßluftventil, für verschiedene Temperaturen sowohl Luft- und Ölzufuhr durch ein besonderes Ventil auch an jeder Brennstelle einzeln geregelt werden kann, ist es möglich,

jede einzelne Brennstelle gesondert zu bedienen, verschiedene Temperaturen der einzelnen Feuerstellen, falls diese erforderlich, zu erreichen, auch einzelne Brennstellen ganz auszuschalten. Der Verbrennungsraum

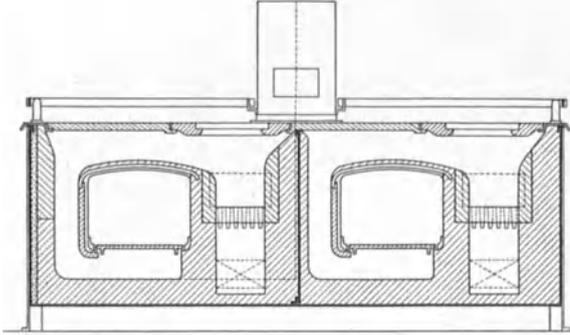


Abb. 251.

ist so eingerichtet, daß er auch mit Kohle geheizt werden kann; die Brennerarmatur kann durch Lösen der Luft und Öl zuführenden Rohre leicht entfernt werden. Die Ausmauerung des Verbrennungsraumes erfolgt wegen der hohen Temperatur des verbrennenden Öles durch besondere Schamottesteine.

Die Rauchabzüge sind aus der Schnittzeichnung Abb. 251 ersichtlich. Sie sind bis zur Ausmündung aus dem Herd in Gußeisen gehalten, um den hohen Temperaturen Widerstand leisten zu können.

Die Feuertür enthält das Düsenmundstück aus starkwandigem Gußeisen, nach dem Feuerraum zu kegelförmig erweitert, vor dem außen die

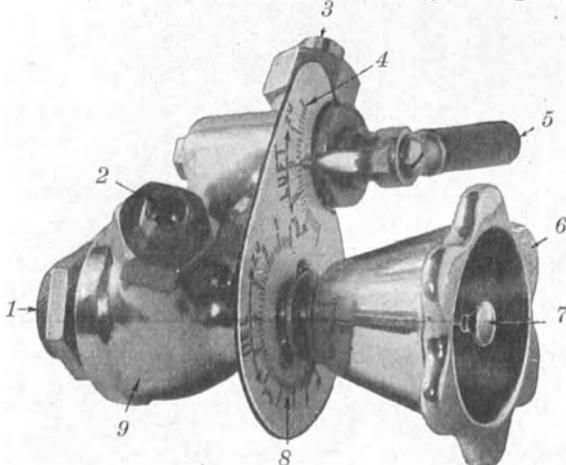


Abb. 252. 1 Zerstäuberdüse; 2 Ölanschluß; 3 Druckluftanschluß; 4 Einstellskala für Druckluft; 5 Handgriff zum Luftventil; 6 Handrad zum Ölventil; 7 Durchstoßnadel zur Öldüse; 8 Einstellskala für Öl; 9 Ventilkörper.

Düse der Brennerarmatur angeordnet ist. Die Kegelform ist gewählt, um beim Eintritt des Ölluftgemisches Wirbelbildung zu vermeiden, die die Zündgeschwindigkeit des Gemisches herabsetzen und dadurch unruhiges Brennen, Flackern oder Abreißen der Flammen hervorrufen können. Durch die Kegelform und die heißen Wände wird die Strömungsgeschwindigkeit vermindert und die Zündgeschwindigkeit erhöht, so daß bei kurzer Vorwär-

mung die Vergasung der Ölteilchen und die Entzündung des Ölluftgemisches frühzeitig eintritt. Dadurch wird das Auftreffen von unverbrannten oder nur mangelhaft verbrannten Ölteilchen auf die heißen Wände des Verbrennungsraumes vermieden. Im Düsenmundstück ist ein Kranz von kleinen Löchern angeordnet, die den Zweck haben, die zur vollkommenen und rauchlosen Verbrennung erforderliche Sekundärluft der Flamme zuzuführen. Die kalte

Luft wird auf ihrem Gang durch das Düsenmundstück erhitzt. Eine vor den Löchern angebrachte Luftregulierscheibe gestattet, den Querschnitt der Löcher und somit die eintretende Luftmenge zu verändern.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Ölfeuerung im Schiffsküchenbetrieb ist die Konstruktion der Firma Demmerwerk, A.-G., Eisenach. Abb. 252 und 253 zeigen den Brenner in Ansicht und Schnitt. Der Brenner bildet ein einziges Armaturengehäuse und enthält die Ölzufluß- und Luftregulierungen. Die Einstellung des Ölzuflusses zur Düse erfolgt durch ein kräftig gebautes Präzisionsnadelventil mit einer zentral angeordneten Düsen-durchstoßnadel. Hiermit kann die Öldüse jederzeit während des Betriebes durchstoßen und gereinigt werden. Die Luftzufuhr wird durch einen Konushahn mit Hebelgriff reguliert und eine in der Druckluftkammer angeordnete Scheibeneinlage versetzt die durchströmende Druckluft in eine wirbelnde

Bewegung, so daß eine einwandfreie Verbrennung der schweren Heizöle gewährleistet ist. Die Leistungsfähigkeit kann durch Einsetzen größerer oder kleinerer Öldüsen dem jeweiligen Wärmebedarf angepaßt werden. Das Heizöl fließt den Brennern unter eigenem Druck aus dem Küchenvorratsbehälter zu; in der Ölleitung sind ein Filter und ein selbsttätiges Absperrventil eingebaut, letzteres schließt die Ölzufuhr beim Ausbleihen der Druckluft ab.

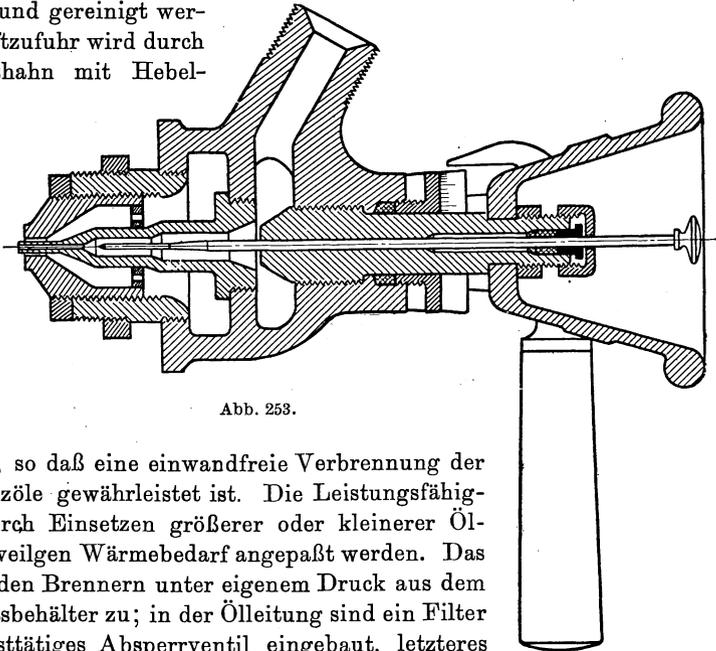


Abb. 253.

Bei Einbau dieser Feuerung in den Schiffsherd tritt an Stelle der normalen Feuertür eine gußeiserne Tür mit Rosettenscheiben und Brennerarmaturen, im Feuerloch wird ein Schamotteboden eingelegt. Das Öl wird durch die Schutzstange zugeführt, während die Luftleitung unterhalb des Herdrahmeneisens liegt. Die Sekundärluft wird auf Grund von Versuchen durch den Rosettenschieber und durch den mit schrägen Löchern versehenen Feuerlochboden zweifach zugeführt. Es ist also möglich, jeden mit Kohle geheizten Herd in einfachster Weise in einen Ölfeuerungsherd umzubauen.

Infolge der außerordentlich großen Bequemlichkeit in der Bedienung und der Sauberkeit des Betriebes hat sich die Ölfeuerung speziell im Schiffsbetriebe für die Küche sehr schnell eingeführt, und die Apparate arbeiten ohne Störung. Die Feuerung ist auch hier besonders wirtschaftlich, weil

die Verbrennung ohne nennenswerten Luftüberschuß arbeitet und daher der Heizwert des Öles höher ausgenutzt wird als der der Kohle. — Ein Ölgeruch ist, da die Herdheizungen unter Unterdruck stehen, nicht zu bemerken.

Sachverzeichnis.

- Anlaßöfen** 83
Ausdehnungskoeffizient 2
Blechglühöfen 79
**Brenneranordnung bei Industrie-
feuerungen** 69
Dampfkesselfeuerungen 57
Dampfzerstäuber 24, 40
Durchlauföfen 73
Emaillierbrennöfen 75
Emaillieröfen 75
Emaillerschmelzöfen 118
Feinfilter 49
Filter 49
Flammpunkt 3
Gebläse 52
Glasschmelzöfen 119
Glüh- und Härteöfen ohne Muffel 75
Grobfilter 49
Härteöfen, stehender 75
Heizölmesser 56
Heizwert 3
Hochdruckbrenner 23
Hochdruckzerstäuber 23
Industriefeuerungen 68
Kalzineröfen 118
Kalköfen 119
Kippbare Tiegelschmelzöfen 104
Kippbare, tiegellose Schmelzöfen 106
Kistenglühöfen 79
Kupferschmelzöfen 118
Kupolöfen 115
Lokomotivfeuerungen 62
Luftbedarf 3
Luftleitungen 53
Luftvorwärmung 70
Manometer 56
Martinöfen 113
Mittelfilter 49
Muffelöfen 70
Naphthalin 5, 46, 49
Naphthalinverfeuerung 54
Niederdruckbrenner 23
Oberflächenverbrennung 57
Ölfilter 49
Ölhalbgas 15
Ölleitungen 47
Ölpumpen 49
Öltransport 46
Ortsfeste Kessel 57
Plattenglühöfen 79
Pufferglühöfen 79
Pumpen 49
Salzbadhärteöfen 83
Schiffskessel 61
Schmiedeöfen 87
Schweißöfen 93
Spezifisches Gewicht 2
Spezifische Wärme 2
Stoßöfen 92
Sulfatmuffelöfen 120
Tankanlagen 46
Tauchlötöfen 118
Tiegelschmelzöfen 97
Topfglühöfen 79
Transportable Nietwärmöfen 85
Transportable Ölfeuerungen 39
Trockenkammern 118
Tropfffeuerungen 8
Übernahmefilter 49
Ventile 48
Verdampferbrenner 10
Verdampfungswärme 3
Verzinkungspfannen 93
Viskosität 3
Vorwärmer 52
Wärmöfen 83
Wärmöfen für Stangenmaterial 86
Warmpreßöfen 84
Zentralheizungsfeuerungen 66
Zerstäubungsarbeit 16
Zinkschmelzöfen 93
Zündgeschwindigkeit 13

Die flüssigen Brennstoffe, ihre Gewinnung, Eigenschaften und Untersuchung. Von **L. Schmitz**. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage von Dipl.-Ing. Dr. **J. Follmann**. Mit 59 Abbildungen. VII, 208 Seiten. 1923. Gebunden RM 7.50

Das Heizöl (Masut). Von **E. Davin**. Deutsche Bearbeitung von Dr. **Ernst Brühl**. Mit Geleitwort von Prof. Dr. **Fritz Frank**. Mit zwei Textabbildungen und drei Zahlentafeln. V, 62 Seiten. 1925. RM 3.60

Die wirtschaftliche Bedeutung der flüssigen Treibstoffe. Von Dr. **Peter Reichenheim**. Mit einer Kurve. 85 Seiten. 1922. RM 2.40

Die Trocknung und Schwelung der Braunkohle durch Spülgase. Von Obergeringieur Dr.-Ing. Dr. jur. **B. Hilliger**. Mit 45 Abbildungen im Text und 2 Rechentafeln. IV, 123 Seiten. 1926. RM 10.50

Brennstoff und Verbrennung. Von Dr. **D. Aufhäuser**, Inhaber der Thermochemischen Versuchsanstalt zu Hamburg.
I. Teil: Brennstoff. Mit 16 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. V, 116 Seiten. 1926. RM 4.20
II. Teil: Verbrennungsvorgang. In Vorbereitung.

Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarbeitung. Von Prof. Dr. **L. Gurwitsch** (Baku). Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 13 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. VI, 399 Seiten. 1924. Geb. RM 18.—

Kohlenwasserstofföle und Fette sowie die ihnen chemisch und technisch nahestehenden Stoffe. Von Prof. Dr. **D. Holde**, Berlin. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 179 Abbildungen im Text, 196 Tabellen und einer Tafel. XXVI, 856 Seiten. 1924. Geb. RM 45.—

Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Verbrennungsmaschinen. Zugleich Hilfsbuch für den Unterricht in Maschinenlaboratorien technischer Lehranstalten. Von Dipl.-Ing. **Franz Seufert**, Obergeringieur für Warmwirtschaft. Achte, verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen. VI, 161 Seiten. 1927. RM 3.60

Verbrennungslehre und Feuerungstechnik. Von Dipl.-Ing. **Franz Seufert**, Obergeringieur für Warmwirtschaft. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 19 Abbildungen, 15 Zahlentafeln und vielen Berechnungsbeispielen. IV, 128 Seiten. 1923. RM 2.60

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Eine Einführung. Von Dipl.-Ing. **Franz Seufert**, Obergeringieur für Warmwirtschaft. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 106 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. Erscheint im Juli 1927

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Wärmeübertragung. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für den praktischen Gebrauch von Prof. Dipl.-Ing. **M. ten Bosch**, Zürich. Zweite, stark erweiterte Auflage. Mit 169 Textabbildungen, 69 Zahlentafeln und 53 Anwendungsbeispielen. VIII, 304 Seiten. 1927. Gebunden RM 22.50

Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung. Ein Leitfaden für die Praxis von Dr.-Ing. **Heinrich Gröber**. Mit 60 Textabbildungen und 40 Zahlentafeln. IX, 200 Seiten. 1926. Gebunden RM 12.—

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes mit einem Anhang über allgemeine Wärmetechnik. Von Dr.-Ing. **Georg Herberg**, Stuttgart. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 62 Textabbildungen, 91 Zahlentafeln sowie 48 Rechnungsbeispielen. XVIII, 332 Seiten. 1922. Gebunden RM 11.—

Reutlinger-Gerbel, Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. I. Band von Dr.-Ing. **Ernst Reutlinger**, Köln, unter Mitwirkung von Oberbaurath Ing. **M. Gerbel**, Wien. Gleichzeitig dritte, vollständig erneuerte und erweiterte Auflage von **Urbahn-Reutlinger**, Ermittlung der billigsten Betriebskraft für Fabriken. Mit 109 Textabbildungen und 53 Zahlentafeln. V, 264 Seiten. 1927. Gebunden RM 16.50

[w] **Kleine Verbrennungskraftmaschinen** für flüssige Brennstoffe. Ein Lehr- und Handbuch für Ingenieure, Konstrukteure, Studierende, Kleingewerbetreibende, Monteure usw. Von Ing. **Ludwig Ptaczowsky**. Mit 119 Abbildungen und 13 Tabellen. 234 Seiten. 1919. (Technische Praxis, Band XXIII.) Pappbd. gebunden RM 1.50

[w] **Der Einblase- und Einspritzvorgang bei Dieselmotoren.** Der Einfluß der Oberflächenspannung auf die Zerstäubung. Von Dr.-Ing. **Heinrich Trlebnigg**, Assistent an der Lehrkanzel für Verbrennungskraftmaschinenbau der Technischen Hochschule Graz. Mit 61 Abbildungen. VI, 138 Seiten. 1925. RM 11.40; gebunden RM 12.90

Der Glühkopfmotor in Schifffahrt, Industrie und Landwirtschaft. Von Oberingenieur **Siegbert Welsch**. Mit 85 Abbildungen im Text und 24 Tabellen. VI, 120 Seiten. 1925. RM 7.20

Graphische Thermodynamik und Berechnen der Verbrennungsmaschinen und Turbinen. Von **M. Seiliger**, Ingenieur-Technolog. Mit 71 Abbildungen, 2 Tafeln und 14 Tabellen im Text. VIII, 250 Seiten. 1922. RM 6.40; gebunden RM 8.—

C. W. Kreidel's Verlag in München 27

Die Wirkungsweise der Verbrennungsmotoren. Von Dipl.-Ing. **Paul Wolfram**, Berlin. Mit 35 Abbildungen im Text und 110 Aufgaben nebst Lösungen. (Technische Fachbücher, herausgegeben von Dipl.-Ing. **Arnold Meyer**, München, Bd. 2.) IV, 121 Seiten. 1926. RM 2.25

Die mit [w] bezeichneten Werke sind im Verlage von Julius Springer in Wien erschienen.