

Fig. 122. Rauchrohrüberhitzer. Bauart: Wilh. Schmidt.

verwendet wird, wird der obere Teil der normalen Siederohre durch Rauchrohre von 124 mm Durchmesser ersetzt, in welche von der Rauchkammer her die Überhitzerelemente eingesetzt werden. Diese bestehen aus je zwei U-förmig gebogenen Rohren oder, bei der neuesten Bauart, aus einer Doppelschleife, in welcher der Dampf also viermal die einfache Länge des Elementes zu durchlaufen hat. Die Überhitzerheizfläche beträgt etwa 25 bis 30 v. H. der Gesamtheizfläche. Auch hier werden beim Stillstand der Lokomotive die Rauchrohre durch in der

Rauchkammer befindliche Klappen für den Durchzug der Gase gesperrt und dadurch die Überhitzerrohre vor dem Erglühen geschützt. Die Bedienung dieser Klappen erfolgt aber selbsttätig durch einen vom Regulator abhängigen, durch Dampf betätigten Automaten, sie kann aber auch von Hand bewirkt werden. Ein Vorzug der Rauchrohrüberhitzer gegenüber den Rauchkammerüberhitzern besteht in der leichten Auswechselbarkeit der einzelnen Überhitzerelemente, was auch aus den Fig. 121 und 122 leicht erkennbar ist.

## 9. Schiffskessel.

### A. Allgemeines.

Für Schiffskessel kommen heute im wesentlichen für jedes Land zwei Bauarten in Betracht, für Handelsschiffe allgemein der sog. Zylinderkessel und für Kriegsschiffe der Wasserrohrkessel, und zwar für jede Marine nur eine oder wenige Bauarten desselben.

Während der Zylinderkessel das Gebiet der Handelsmarine schon lange ausschließlich beherrscht, ist die Frage nach dem für die Kriegsschiffe geeignetsten Kessel erst in der 90er Jahren zugunsten des Wasserrohrkessels entschieden worden. Vorher pflegte man die Linienschiffe und Kreuzer ebenfalls mit Zylinderkesseln, kleinere Schiffe, Torpedoboote u. a. mit Lokomotivkesseln und Beiboote mit stehenden Feuerbüchskesseln auszurüsten.

Eine Zeitlang versuchte man durch kombinierte Anlagen die Vorzüge der obenerwähnten Systeme zu vereinigen, indem man für den normalen Betrieb eine Stammbatterie von Zylinderkesseln wegen der günstigeren Wärmeausnutzung derselben führte und zur Aushilfe für schnelle Inbetriebnahme und plötzliche Forcierung

der Maschinen eine Zusatzbatterie von Wasserrohrkesseln hatte. Man ist aber bald dazu übergegangen, ausschließlich Wasserrohrkessel zu verwenden; wozu außer dem Streben nach Einheitlichkeit der Anlage auch der Umstand beigetragen haben mag, daß der Wirkungsgrad des Wasserrohrkessels infolge weiterer Verbesserungen demjenigen des Zylinderkessels nicht mehr nachsteht.

Folgende Gegenüberstellung erklärt die Eignung beider Kesselsysteme für ihre besonderen Verwendunggebiete.

Eigenschaften der Zylinderkessel:

1. verhältnismäßig große Wasser- und Dampfzäume;
2. einfache Bedienung;
3. geringere Empfindlichkeit gegen unreines Speisewasser;
4. großes Gewicht bezogen auf 1 qm Heizfläche (rd. 200 kg);
5. mangelhafter Wasserumlauf, daher vorsichtiges und langsames Anheizen erforderlich; die Zeit, bis die Betriebsspannung erreicht ist, beträgt etwa 8 Stunden (siehe auch Fig. 605).

Eigenschaften der Wasserrohrkessel:

1. geringes Gewicht auf 1 qm Heizfläche (rd. 50 kg);
2. guter Wasserumlauf und daher gute Leistung der Heizfläche und
3. schnelle Betriebsbereitschaft, etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde;
4. kleine Wasser- und Dampf Räume, daher exakte Speisung und reines Speisewasser erforderlich;
5. schwierigere Reinigung.

## B. Zylinderkessel.

Der Zylinderkessel ist anzusehen als kombinierter Flammrohrheizröhrenkessel mit Feuerbüchse und rückkehrenden Heizrohren. Er wird in Größen von 10 bis 600 qm Heizfläche mit 1 bis 4 Flammrohren, für die größten Heizflächen als Doppelender ausgeführt. Bei letzterer Bauart münden an jeder Stirnseite die 3 oder 4 Flammrohre, und es vereinigen sich in der Mitte je zwei gegenüberliegende Flammrohre zu einer gemeinsamen Feuerbüchse.

Das Verhältnis  $H : R$  ist:

bei natürlichem Zuge =  $\sim 30$  bis  $35$ ,  
 „ künstlichem „ =  $\sim 38$  „  $42$ .

Die gesamte Heizfläche verteilt sich:

auf die Flammrohre mit etwa	7 v. H.
„ „ Feuerbüchsen „ „	10 „
„ „ Heizrohre „ „	82 „
„ „ Stirnwand „ „	1 „

Die Flammrohre bestehen nur bei kleineren Kesseln aus glatten, sonst nur gewellten Rohren (siehe Fig. 397 bis 400). Die Befestigung derselben in der Stirnwand geschieht, indem die letztere nach außen oder nach innen umgebörtelt wird, wie bei den Flammrohrkesseln. Für erstere Konstruktion spricht die bequemere Anbringung des Feuergeschränkes, für letztere die Möglichkeit, zwei Ränder zu verstemmen.

Von besonderer Bedeutung ist die Verbindung der Flammrohre mit der Rohrwand der Feuerkammern, da bei Nietverbindungen die Nietköpfe der Stichflamme ausgesetzt sind und infolge der Überlappung Wärmestauungen auftreten können. Aus dem Grunde werden jetzt häufig die Flammrohre mit der ebenfalls durch Schweißung zusammengefügt Feuerbüchse zusammengeschweißt. Auf die Möglichkeit, ein Flammrohr zwecks Ersatzes oder zur Ausbesserung durch den Kesselboden herausnehmen zu können, nimmt man dann keine Rücksicht, da die Erfahrung gezeigt hat, daß die Flammrohre im allgemeinen mit den Kesseln aushalten.

Die Tiefe der Feuerbüchse ist bei Einenderkesseln etwa zwei Drittel des Flammrohrdurchmessers.

Die ebenen Wände derselben werden durch Stehbolzen teils gegeneinander, teils gegen den Kesselmantel, die Rohrwand durch die Heiz- und Ankerrohre gegen die Stirnwand versteift. Die auf der Decke ruhende Belastung wird durch die Deckenträger auf die Rohrwand und die Rückwand der Feuerbüchse übertragen. Dabei ist zu beachten, daß sich bei tiefen Feuerkisten, z. B. der Doppelender Fig. 126, für diese Wände eine sehr erhebliche Druckbelastung ergibt, welcher die Rohrwand unter Umständen kaum gewachsen ist, was sich dadurch erwiesen hat, daß die Bohrungen der oberen Rohrreihen oval gedrückt wurden. Aus dem Grunde werden solche Decken durch Ankerschrauben oder Hängeisen an dem Kesselmantel aufgehängt. Die Decken der Heizflächen sind gewöhnlich um  $4^\circ$  bis  $8^\circ$  (S. 123) gegen die Wagerechte geneigt, um den gesetz-

lichen Vorschriften bezüglich des Wasserstandes (Allg. pol. Best. f. Schiffsk. § 3, 1) leichter zu entsprechen.

Als Siederohre werden überlappt geschweißte oder besser nahtlose Rohre von 51 bis 89 mm äußerem Durchmesser und  $3\frac{1}{2}$  bis 4 mm Wandstärke verwendet, die Ankerrohre haben 7 bis 10 mm Wandstärke bei gleichem äußeren Durchmesser. Die Teilung beträgt 66 bis 115 mm. In den Außenreihen der Rohrbündel soll wenigstens jedes zweite Rohr ein Ankerrohr sein; während die Ankerrohre im übrigen so in den Rohrbündeln verteilt sind, daß sie allein die Zugspannung aufnehmen könnten; der englische Lloyd schreibt dabei eine höchste zulässige Beanspruchung von 527 kg/qem vor.

Weiteres über Rohre im Abschnitt XV.

Der Kesselmantel wird bis zu recht großen Abmessungen (siehe Fig. 123) aus einem Schuß und einem Blech gemacht. Trotzdem die Bauvorschriften härteres Material von größerer Festigkeit als für Landdampfkessel zulassen, ergeben sich bei den großen Durchmessern, bis zu 5 m, große Blechstärken und Nietdurchmesser, sowie vielreihige Vernietungen, welche es erklären, daß man, um mit möglichst wenig Nähten auszukommen, lieber Überpreise für normale Bleche bezahlt. Deshalb werden da, wo man mit einem Schuß nicht mehr auskommt, eher zwei Schüsse als drei gewählt trotz der Unbequemlichkeit, die Böden von ungleichem Durchmesser nehmen zu müssen. Doppelender erhalten gewöhnlich drei Schüsse.

Die Böden bestehen bei großen Durchmessern aus zwei Teilen, von denen der untere die Öffnungen für die drei oder vier Flammrohre enthält.

Um auch die letzte Rundnaht zwischen Kesselmantel und Hinterboden maschinell nieten zu können, wird von einigen Werken die Krepung nach außen gelegt (Fig. 124), während die meisten anderen hier die schwierige Handnietung ausführen, um an Gewicht und Platz im Kesselraum zu sparen.

Als Feuertür wird auf Schiffen allgemein die Kipptür verwendet (Fig. 125), welche den Vorzug einer bequemen Bedienung hat und bei vorkommenden Rohrbrüchen das Herausschlagen der Flamme in den Heizraum verhindert.

## C. Wasserrohrkessel.

Nachdem die Kriegsmarinen sich allgemein für die Wasserrohrkessel entschieden hatten, mußte die Entscheidung über die Wahl des Systemes getroffen werden. Es zeigte sich, daß jedes System erst durch eine Reihe von Verbesserungen den Anforderungen des Marinebetriebes angepaßt werden mußte, ferner daß es im Interesse dieses Betriebes ist, daß das Personal nur mit einer einzigen ihm gut vertrauten Bauart zu tun hat.

Als Schiffskesseltypen kommen in Betracht:

a) Kessel mit weiten Wasserrohren.

1. Der Babcock- und Wilcox-Kessel. Ein Unterschied gegenüber dem Landkessel (Fig. 85 und 86) besteht darin, daß die Rohre kürzer sind und die zwei unteren Reihen 101,6 mm äußeren Durchmesser haben, die oberen Reihen jedoch aus kleinen Bündeln von je 4 Rohren von 47,4 mm äußerem Durchmesser bestehen. Der Oberkessel liegt quer über den Vorderkammern. Verwendung in England und Amerika; auch in der Handelsmarine.

2. Der Belleville-Kessel. Die Rohre der senkrechten Reihen sind hintereinander geschaltet, so daß der Dampf auf zickzackförmigem Wege durch alle hindurchfließen muß. Die Wasser- und Dampf Räume sind

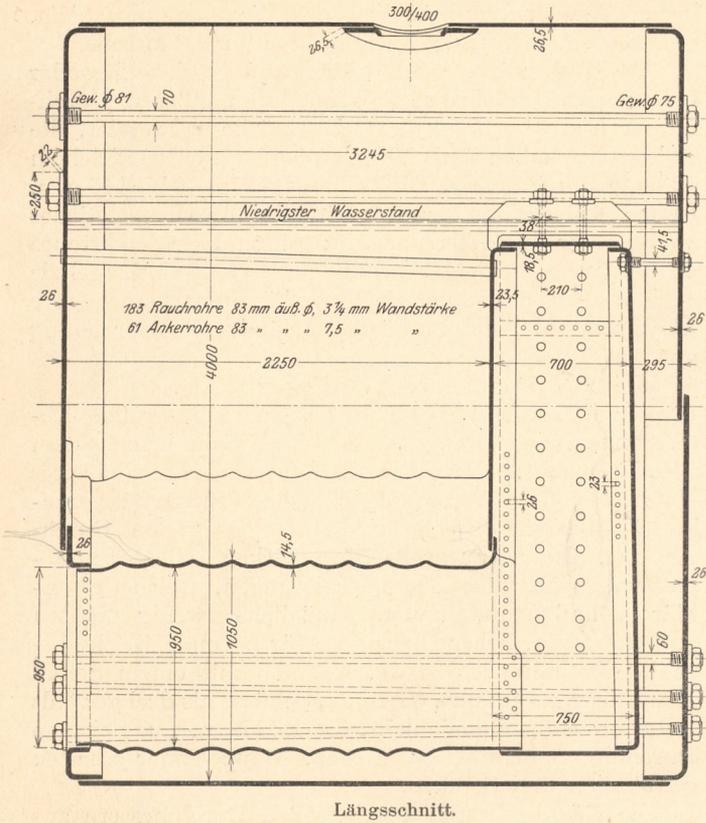


Fig. 123. Schiffskessel.

Ausführung: Ottensener Eisenwerke, A.-G., Altona-Ottensen.

Überdruck = 13 at,  
Heizfläche = 175 qm.

Wasserberührte Heizfläche:

- in den Flammrohren = 11,6 qm,
- in den Feuerkisten = 18,5 "
- in den Rohren = 142,5 "
- im Vorderboden = 2,8 "
- gesamt = 175,4 qm,
- Rostfläche = 5,3 qm.

- Stehbolzen 38 mm Kerndurchmesser, beide Seiten vernietet,
- 41,5 " " " " mit Muttern.

Material: Siemens-Martin-Stahl.

- Festigkeit des Mantels und der Laschen = 45 ÷ 51 kg/qmm
- Festigkeit der übrigen Bleche = 36 ÷ 42 "
- Festigkeit der Anker, Stehbolzen und Deckenträger = 36 ÷ 42 "

Zahlentafel Nr. 47

über Abmessungen und Gewichte von Schiffszylinderkesseln nach den Angaben des Ottensener Eisenwerks, A.-G., Altona-Ottensen.

Wasserberührte Heizfläche auf der Feuerseite gemessen	qm	Ein Flammrohr					Zwei Flammrohre				Drei Flammrohre		
		10	15	20	30	40	50	75	100	125	150	180	200
Durchmesser . . . . .	mm	1200	1500	1600	1800	2000	2200	2700	3100	3500	3800	4100	4300
Länge . . . . .	"	1800	2050	2320	2580	2800	2600	2900	2960	3020	3100	3150	3150
Durchmesser der Flammrohre . . . . .	"	500	650	700	800	850	600	800	950	1150	950	1050	1150
Länge der Flammrohre . . . . .	"	1040	1500	1720	1900	2050	1900	2050	2060	2070	2200	2200	2200
Höhe der Feuerbüchsen . . . . .	"	720	925	1020	1170	1330	1490	1870	2150	2450	2700	2940	3170
Tiefe der Feuerbüchsen . . . . .	"	350	400	440	500	550	450/500	550/600	600/650	650/700	600/650	650/700	650/700
Anzahl der Rauchrohre . . . . .	"	46	42	44	58	68	100	126	168	212	224	266	295
Davon sind Ankerrohre . . . . .	"	12	12	12	14	20	22	26	36	46	57	66	66
Durchmesser der Rauch- und Ankerrohre mm	"	44,5	63,5	70	76	83	76	83	83	83	89	89	89
Annähernde Gewichte	bei 7 at Überdruck	2100	3450	4100	5350	6800	—	—	—	—	—	—	—
der Kessel		2300	3650	4200	5600	7200	8300	12500	15700	19300	25600	29800	32800
ohne Zubehör		2400	4200	4650	6100	7800	9300	14200	17600	21800	28700	33400	36500
		2650	4600	5200	6700	8700	10400	16000	19500	24300	31800	36400	39800
		—	—	—	—	—	11000	16800	20300	25200	33600	38200	41700

sehr klein. Oberhalb des Kessels ist ein Vorwärmer als Bestandteil desselben angeordnet. Verwendung in Frankreich und England.

3. Der Dürr-Kessel. Die Rohre sind auch hier kürzer als bei dem gleichnamigen Landkessel (Fig. 89). Der Oberkessel ist ebenfalls quer zur Wasserkammer gelagert. Verwendung in Deutschland. Neubauten wurden nicht mehr mit diesem Kessel ausgerüstet.

4. Der Nielausse-Kessel ist ähnlich dem Dürr-Kessel ein Einkammerkessel, hat jedoch schmale Wasserkammern (Sektionen) wie der Babcock & Wilcox-Kessel. Verwendung in England, Frankreich und Amerika.

b) Kessel mit engen Wasserrohren.

1. Der Yarrow-Kessel besteht aus zwei Bündeln gegeneinander geneigter, gerader Rohre, welche zwei Unterkessel mit dem einen Oberkessel verbinden. Für



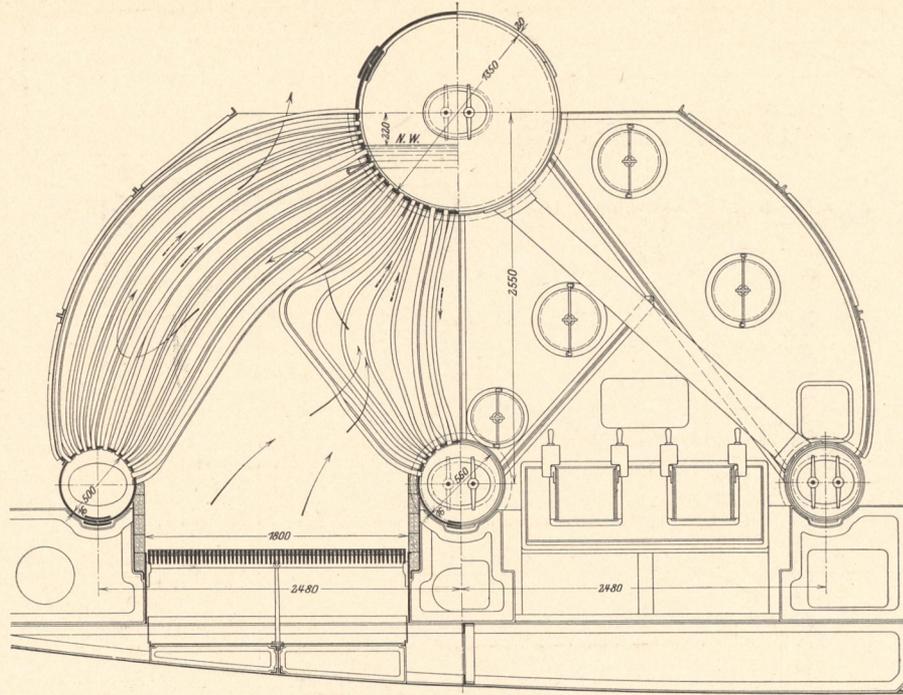


Fig. 126. Doppellängiger Wasserrohrkessel (Patent R. Schulz).

Überdruck = 13 at,  
 Heizfläche = 780 qm,  
 Rostfläche = 14,4 qm.

zu erkennen —, durch welche die Heizgase gezwungen werden, einen möglichst langen Weg durch die Rohrbündel zurückzulegen. Dieser Weg ist aber beim Thornycroft-Kessel nicht lang genug, um die Gase genügend abzukühlen, während derselbe Weg beim Schulz-Kessel etwa gleich der dreifachen Länge des Rohrbündels ist. Durch diese Rohrwände kann man einige Rohrreihen, zwischen dem unteren Scheitel des Oberkessels und dem mittleren Unterkessel legen, der Einwirkung der heißesten Gase völlig entziehen, und diese, obwohl von normalem Durchmesser, reichen, wie Versuche gezeigt haben, als Fallrohre vollständig aus, um auch durch wagerechte Verbindungsrohre die unteren Seitenkessel mit Wasser zu versorgen. Bei den neueren Kesseln führt man jedoch den letzteren das Wasser aus dem Oberkessel direkt durch weite, schräg liegende Rohre zu. Seitdem die Firma Krupp in Essen als Besitzerin der Schulz-Patente 1899 mit der Firma J. Thornycroft ein Syndikat zur gemeinsamen Ausnutzung der Patente beider Firmen gebildet hatte, werden diese Kessel in Deutschland unter dem Namen Schulz-Thornycroft-Kessel, in England als Thornycroft-Schulz-Kessel geführt<sup>1)</sup>.

Ein großer Vorzug dieses Kessels besteht in dem ausgezeichneten, durch die Bauart selbst bedingten Wasserumlauf, dessen Stärke sich der Leistung der Heizfläche genau anpaßt.

Infolge dieses Umstandes und der vorerwähnten günstigen Führung der Gase beträgt der Wirkungsgrad des Kessels 75 bis 80 v. H. Die verhältnismäßig schwache Krümmung der Rohre gestattet eine leichte Reinigung. Bei den neuesten Kesseln münden alle Rohre unter dem Wasserspiegel, da sich das als günstiger für die Lebensdauer derselben erwiesen hat.

Einzelheiten. Die Wasserrohre sind aus schwedischem Eisen nahtlos gezogen, haben 36 mm äußeren

Durchmesser und 3 bis 3,5 mm Wandstärke. Sie werden durch Einwalzen in eingedrehte Rillen und durch Aufweiten der um 5 mm vorstehenden Rohrenden befestigt (Fig. 127). Das Verzinken der Rohre hat den Zweck, etwaige Fehler sofort zu entdecken, da sich an dem Zinküberzug die feinsten Haarrisse bemerkbar machen. Die Mäntel der Ober- und Unterkessel müssen dort, wo die Rohre eingewalzt werden, größere Blechstärke haben, als sonst mit Rücksicht auf die Festigkeit nötig wäre.

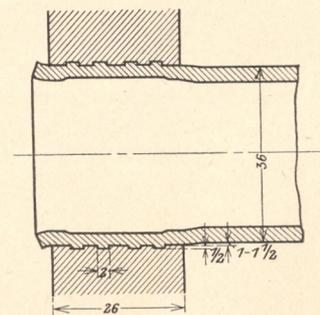


Fig. 127.

Man nimmt nun zum Mantel entweder zwei verschieden dicke Bleche und erhält damit zwei Längsnähte oder ein Blech von der für das Einwalzen erforderlichen Stärke, dessen Dicke an der nicht mit Rohren besetzten Fläche durch Abhobeln auf das notwendige Maß verringert wird; letzteres ist ein teures, aber durch die Gewichtsersparnis gerechtfertigtes Verfahren. Häufig werden die Mäntel aus einem nach dem Ehrhardtschen Verfahren nahtlos gewalzten Rohre hergestellt.

Fig. 126 zeigt einen der doppellängigen Wasserrohrkessel des Linienschiffes „Kaiser Wilhelm der Große“.

Die Kessel haben auf 1 qm Heizfläche etwa 8 l Dampfraum und 13 l Wasserraum.

Die Brenngeschwindigkeit beträgt etwa 300 kg/qm Rostfläche.

<sup>1)</sup> W. Mentz, Schiffskessel, S. 190.

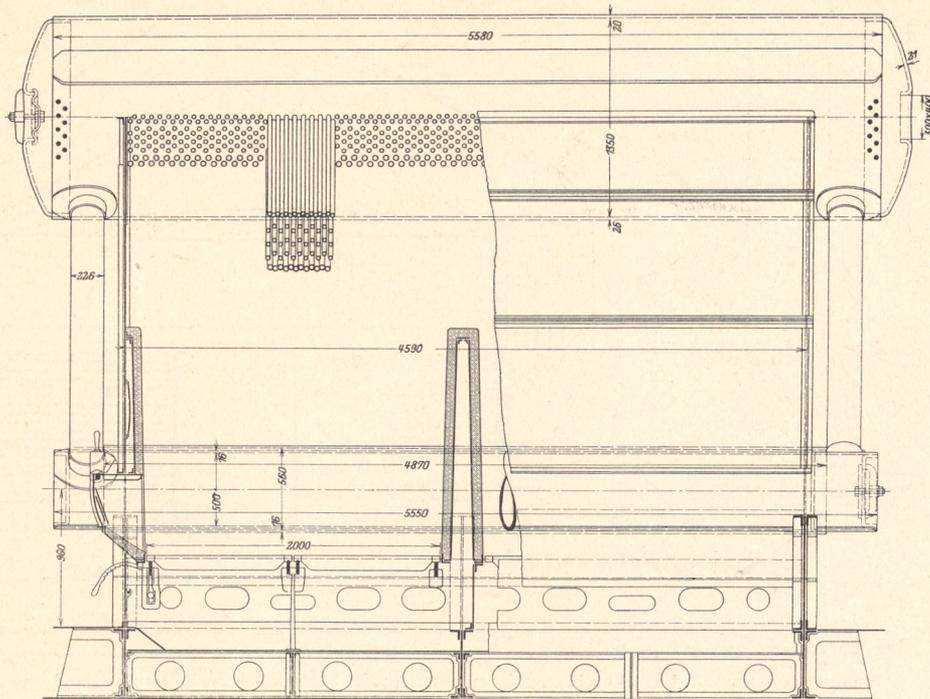


Fig. 126.

### D. Die Zugerzeugung.

Die erforderliche Zugstärke richtet sich nach dem Grade der Rostbeanspruchung, die mit der Geschwindigkeit des Schiffes wechselt. Bei guter Kohle braucht man eine Zugstärke von 10 bis 12 mm W. S. und kommt dann mit natürlichem Zuge aus, wie ihn die Schornsteine der größeren Schiffe, die 20 bis 30 m hoch sind, liefern. Der Schornstein hat einen Querschnitt von  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Rostfläche und wird häufig zum Schutz gegen Abkühlung doppelwandig ausgeführt, meistens ist dies bei dem unter Deck befindlichen Teil des Schornsteines und dem Rauchfang der Fall.

Bei einer Rostbeanspruchung von mehr als 100 oder 120 kg/qm gebraucht man künstlichen Zug, und zwar:

a) durch Überdruck im Heizraum. Der Heizraum wird dicht verschlossen, er ist zu diesem Zweck mit Doppeltüren versehen. Durch einen Ventilator wird die erforderliche Luftmenge in den Heizraum gedrückt. Der Überdruck beträgt 25 bis 60 mm W. S. Diese Druckerzeugung wird meistens bei Kriegsschiffen angewendet.

b) durch Überdruck im Aschenfall (Howdens forcierter Zug). Der Ventilator drückt die Luft durch eine Rohrleitung in den dicht abgeschlossenen Aschenfall, nachdem sie vorher im Rauchfang einen Luftvorwärmer passiert hat, dessen Rohre von den heißen Abgasen durchzogen werden. Die Temperatur der Gase wird dabei um 70 bis 100° erniedrigt, die Verbrennungsluft auf 120 bis 150° vorgewärmt. Über 100 mm W. S. soll die Zugstärke nicht gesteigert werden. Zu beachten ist, daß vor dem Öffnen der Feuertür der Aschenfall abgesperrt werden muß, damit die Flamme nicht heraus schlägt.

c) durch Absaugen der Gase aus den Feuerzügen (Ellis and Eaves induced draught). Ein im Rauchfang aufgestellter Ventilator saugt die Verbrennungsgase ab und die Verbrennungsluft durch einen Vorwärmer hindurch. Der Saugezug beträgt am Ventilator 50 bis 70 mm, im Aschenfall 6 bis 10 mm W. S.

Die Vorwärmung der Verbrennungsluft auf 120 bis 150° C bringt eine Kohlenersparnis von 6 bis 10 v. H.<sup>1)</sup>, was um so wichtiger ist, als eine Ausnutzung der Abgaswärme in Speisewasservorwärmern beim Schiffsbetrieb nicht in Betracht kommt, da das Speisewasser durch die Kondensation und den Abdampf der Pumpen schon genügend erwärmt wird und die ev. weitere Erwärmung zu dem großen Gewicht des Rauchgasvorwärmers, welches mitzuführen wäre, nicht in Einklang stehen würde.

### E. Die Überhitzer.

Später als beim Landdampfkesselbau hat man im Schiffsbetriebe mit der Einführung der Überhitzer begonnen. Indessen zwingen einerseits die immer gesteigerten Leistungen der Heizflächen, welche kaum noch den Dampf trocken genug liefern können, andererseits die in Landanlagen erzielten Vorteile, die Einführung derselben in Erwägung zu ziehen. Es sind hier insbesondere die Bauarten von Wilh. Schmidt verbreitet; für Zylinderkessel kommen folgende in Betracht:

1. Der Flammrohrüberhitzer. Er besteht aus einer größeren Zahl zu einem langen U gebogener Rohre, welche an drei Ringkammern angeschlossen und in ein zwischen den Rauchrohren liegendes Flammrohr hineingeschoben sind. Durch die Anordnung der Ringkammern wird bewirkt, daß jeder Dampfstrahl zwei U-Rohre hintereinander durchläuft.

Durch einen Ringschieber kann das Flammrohr vom Rauchfang abgesperrt werden. Dieser Überhitzer eignet sich für mittlere und kleinere Kessel, ist aber jetzt von dem unter 3. besprochenen Überhitzer überholt worden.

2. Der Schornsteinüberhitzer eignet sich zum nachträglichen Einbau in vorhandene Anlagen. Ein Teil des Schornsteininnern wird durch Wände zu einem prismatischen Raum abgeteilt, der den Überhitzer aufnimmt und unten mit den Enden eines Teiles der

<sup>1)</sup> W. Mentz, Schiffskessel, S. 230.

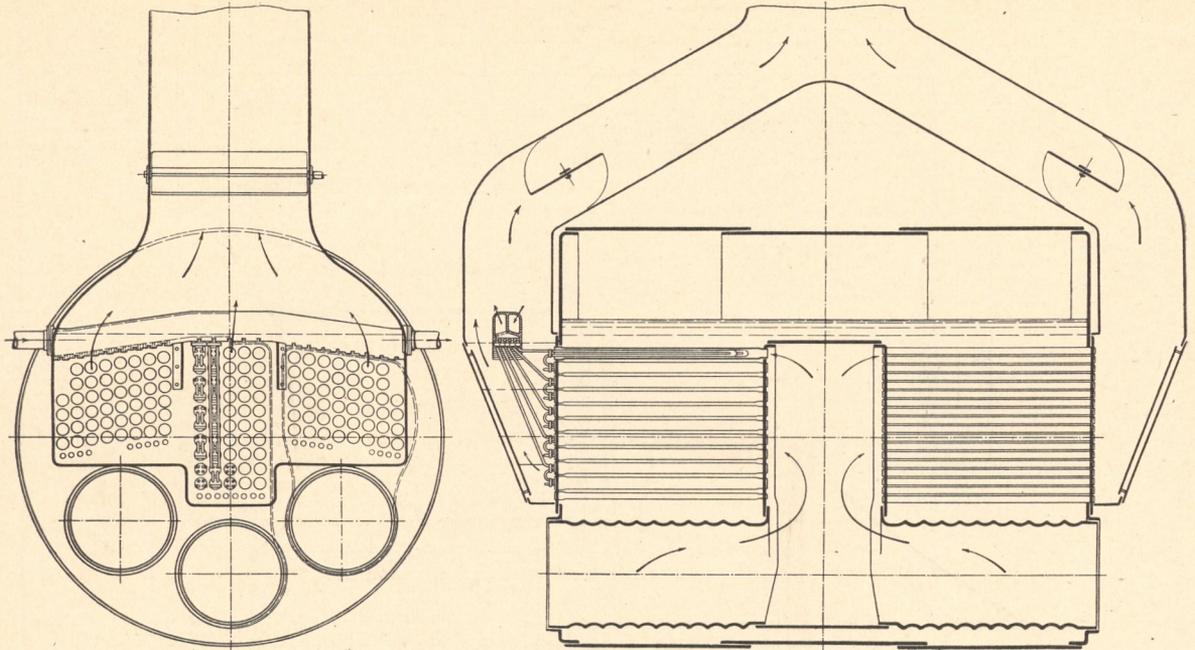


Fig. 128. Anordnung des Rauchrohrüberhitzers in einem Doppelender-Schiffskessel. Bauart: Wilh. Schmidt.

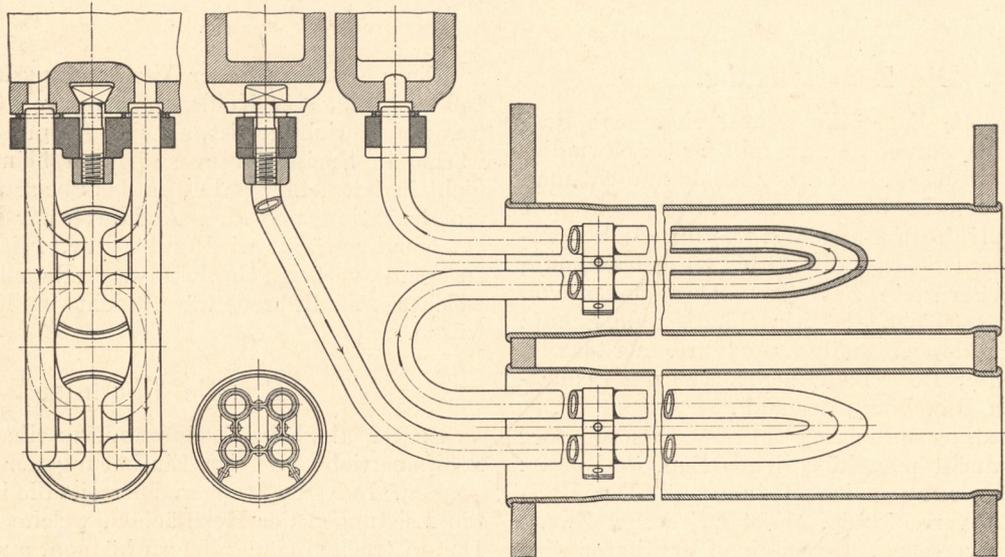


Fig. 129. Rauchrohrüberhitzer. Bauart: Wilh. Schmidt.

Rauchrohre in Verbindung steht, oben aber in den vollen Schornsteinquerschnitt mündet.

Durch diese den Überhitzer aufnehmende Kammer werden die Gase mit Hilfe eines Dampfbläfers mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als in den normalen Rauchrohren, hindurchgesaugt und treten daher mit höherer Temperatur an die Überhitzerheizflächen.

3. Der Rauchröhrenüberhitzer (Fig. 128) beruht auf demselben Gedanken wie der im Lokomotivkessel verwendete Rauchröhrenüberhitzer. Eine Anzahl der normalen Rauchrohre wird durch weitere Rohre von 100 bis 140 mm Durchmesser ersetzt; in diese werden die Überhitzerelemente, meistens aus vier nahtlosen Stahlrohren bestehend, welche so miteinander verbunden sind, daß der Dampf viermal die einfache Rohrlänge durchmessen muß, hineingesteckt. Die Befestigung am Sammelkasten geschieht durch eine oder zwei Schrauben (Fig. 129), so daß jedes Element leicht und schnell ent-

fernt bzw. ausgewechselt werden kann. Die Verbindung der Rohrenden im Rauchrohr besteht aus geschweißten Doppelrohrknien mit verstärkten Spitzen. Diese Bauart gibt gegenüber den einfach gebogenen Rohrknien den Vorteil einer größeren Durchgangsöffnung für die Feuer-gase und verbürgt auch wegen der verstärkten Spitze längere Lebensdauer.

4. Überhitzer mit eigener Feuerung werden auch beim Schiffsbetrieb gelegentlich angewendet, wenn aus irgendeinem Grunde der Überhitzer dem Dampfkessel nicht angegliedert werden kann. Die entsprechende Bauart von Wilh. Schmidt besteht aus dem Überhitzer in Verbindung mit einem Nebenkessel, welcher die erste Hitze der Feuerung aufzunehmen hat, um die Überhitzerrohre zu schützen.

5. Auch Wasserrohrkessel werden mit Überhitzern ausgestattet, indem z. B. beim Schulz-Kessel ein Teil der Wasserrohre durch Überhitzerrohre ersetzt ist.