



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 Verwendungsbereiche.

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 Feuergeschränkens, 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 Hängeeisen 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 Landdampfessel 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 Kriegsmarinern 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