



Fig. 52. Kombierter Flammrohr-Wasserrohrkessel. System Tomson.
 Ausführung: Jacques Piedbœuf, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk.
 Überdruck = 8 at,
 Heizfläche = 245 qm,
 Rostfläche = 5 qm.

6. Wasserrohrkessel.

A. Allgemeines.

In bezug auf die Bauart der Wasserrohrkessel ist zu unterscheiden zwischen

- Einkammerkessel,
- Zweikammerkessel und
- Steilrohrkessel mit

- a) geraden und
- b) gebogenen Rohren.

Ein- und Zweikammerkessel erhalten, — wie der Name schon besagt — eine oder zwei Wasserkammern, die meist ebene, durch Stehbolzen versteifte Wandungen haben, eventuell auch gewölbt oder zergliedert sind und in welche die Wasserrohre an einem oder an beiden Enden eingewalzt werden.

Bei den Steilrohrkesseln werden die Rohre in der Regel direkt in die Mäntel der Ober- und Unterkessel eingewalzt, so daß besondere Wasserkammern entbehrlich sind.

Der erste, praktisch verwendbare Wasserrohrkessel wurde um das Jahr 1840 von dem Maschinenfabrikanten

Ing. Alban zu Plau in Mecklenburg als Zweikammerkessel gebaut. Die diesem Kessel noch anhaftenden Mängel gestatteten jedoch nicht seine weitere Verbreitung, so daß erst etwa 20 Jahre später¹⁾, nachdem auch andere Fabriken das System vervollkommen hatten, für den Wasserrohrkessel ein größeres Anwendungsgebiet geschaffen wurde. Heute findet man den Wasserrohrkessel überall da, wo große Heizflächen auf kleinem Raum untergebracht werden müssen oder gegebenenfalls ein schnelles Anheizen erforderlich wird (in Elektrizitätswerken, auf Kriegsschiffen usw.).

In Fabrikbetrieben, wo größere Schwankungen in der Dampfentnahme stattfinden und wo man zur Aufstellung von Wasserrohrkesseln übergehen will, werden mehrere oder größere Oberkessel, breiter dimensionierte Wasserkammern und eventuell größere Schlammfänger

¹⁾ Das Original eines Wasserrohrkessels von Alban aus dem Jahre 1859 befindet sich im Deutschen Museum in München. Dieser Kessel, dessen Oberkessel durchgeschnitten gezeigt wird, weist bereits einen hohen Grad der Vollkommenheit auf.

angeordnet, um den Wasserinhalt und damit die Dampfreserve zu vergrößern. In Fällen, wo auch dieses noch nicht ausreicht, greift man zum Großwasserraum-Wasserrohrkessel (Fig. 93 und 94), wobei sich Wasserinhalt bzw. Dampfreserve wohl auf jede praktisch erforderliche Größe bringen lassen.

Die quantitative und qualitative Leistungsfähigkeit der Wasserrohrkessel ist in den letzten Jahren entsprechend den hoch gestellten Anforderungen erheblich gesteigert worden, was unbeschadet der Betriebssicherheit durch Verwendung geeigneten Materials, zweckentsprechende Bemessung der einzelnen Kesselteile und durch den Einbau von Überhitzern und Vorwärmern erreicht worden ist. Während früher die normale Beanspruchung pro qm Heizfläche und Stunde 12 bis 13 kg und die maximale 15 bis 18 kg betrug, werden heute Normleistungen bis 25 kg zugesichert. Dabei entwickeln sich je nach der Führung der Heizgase Wassergeschwindigkeiten in der untersten Rohrreihe bis zu etwa 1 m pro Sekunde. Eine Folge der höheren Kesselbeanspruchung ist es auch, daß man die frühere Bauart, 10 bis 12 Rohrreihen in gleichen Abständen übereinander, hat verlassen müssen, da es dabei vorkommen konnte, daß bei Forcierung des Kessels das Wasser auch durch die oberen Rohrreihen, statt allein durch Oberkessel und Verbindungsstutzen in die hintere Kammer zurückkief und dadurch erhebliche Mißstände — Krummwerden der Rohre und Herausreißen der Enden aus den Kammerwänden — zeitigte.

Die Hochleistungs-Wasserrohrkessel neuerer Bauart haben selten mehr als 8 bis 9 Rohre übereinander, außerdem sind die unteren Rohrreihen gewöhnlich in größeren Abständen als die übrigen voneinander gelagert (Fig. 67, 68, 73, 79, 81 usw.), um eine reichliche Wasserzufuhr zu den dem Feuer zugekehrten Rohren gesichert erscheinen zu lassen.

B. Konstruktion der Zweikammerkessel.

a) Wasserrohre.¹⁾

Betriebssicherheit wie Leistungsfähigkeit eines Wasserrohrkessels sind in hohem Maße abhängig von der schnellen

¹⁾ Eine Verordnung vom 18. XI. 05, die noch heute für die im Königreich Sachsen zur Aufstellung kommenden Wasserrohrkessel Gültigkeit hat, besagt u. a.:

1. Die Verwendung geschweißter Siederöhren ist zu untersagen.

2. Die Länge der Siederöhren darf nicht mehr betragen als der sechzigfache lichte Durchmesser derselben. Auch dürfen Rohren von mehr als 5 m Länge nicht verwendet werden.

3. Die Siederöhren müssen eine solche Lage erhalten, daß sie eine Steigung von mindestens 12° besitzen.

4. Alle Siederöhren müssen an beiden Enden durch genügend große Reinigungsöffnungen zugänglich sein, deren Achse tunlichst mit der Rohrachse zusammenfallen muß.

5. Das zur Speisung der engröhriigen Siederohrkessel benutzte Wasser muß eine Beschaffenheit besitzen, bei welcher Schlamm oder Kesselstein nicht abgelagert wird. Erforderlichenfalls kann von den mit der Überwachung der Dampfkessel betrauten Aufsichtsorganen verlangt werden, daß eine Herausnahme und Untersuchung der Rohre in Fristen von längstens drei Jahren erfolgt.

6. Rücksichtlich der Kessel, deren Siederohre nur mit dem oberen Ende in eine Wasserkammer münden, während die unteren Enden frei liegen, z. B. Dürr-Kessel, ist zu verlangen, daß die unter 1 bis 5 erwähnten Vorschriften sinngemäße Anwendung zu finden haben. Auch sollen bei diesen Kesseln die Röhren am freien Ende so gestützt sein, daß sie durch ihr Eigengewicht und das Gewicht des eingeschlossenen Wassers nicht durchgebogen werden. Ferner müssen Vorkehrungen gegen das Herausschleudern der Rohre getroffen sein, und zwar in einer Weise, daß ihrer Ausdehnung in der Längsachse kein Hindernis entgegengestellt wird.

Förderung der Dampfblasen aus den Wasserrohren in den Oberkessel und der reichlichen Wasserzufuhr insbesondere zu den dem Feuer zunächst liegenden Rohrreihen. In dem Auftrieb bietet sich das einfachste Mittel, die Dampfblasen in den Oberkessel zu leiten, weshalb schon bei Kammerkesseln die Wasserrohre eine Steigung von wenigstens 1:6 oder besser 1:5 bis 1:4 haben sollten.

Aus dieser Erwägung heraus sind auch die Steilrohrkessel, d. h. Wasserrohrkessel mit senkrechten oder nur wenig geneigt liegenden Wasserrohren (Bauart Garbe, Fig. 98 bis 100, Stirling, Fig. 101, Schulz, Fig. 126 usw.) entstanden.

Um eine gute Führung der Heizgase um die Wasserrohre und eine bequeme äußere Reinigung der letzteren von Ruß und Flugasche zu ermöglichen, sollten bei Kammerkesseln die Rohrentfernungen nicht zu klein genommen werden. Für Rohre von 95 mm äußerem Durchmesser sind wagerechte Mittelentfernungen von 170 mm und senkrechte Entfernungen der Rohrreihen voneinander von 150 mm gebräuchlich. Kleinere Entfernungen, z. B. 150 × 130 mm, wendet man meist nur im Notfalle — bei Platzmangel — an. Der Durchmesser der Wasserrohre wird dabei in der Regel mit 95 mm außen, selten kleiner (Zahlentafel Nr. 27, Borsig = 88 mm) oder größer (Fig. 85 und 86, Babcock & Wilcox = 102 mm) gewählt. Die Wandstärke ist gewöhnlich die normale, d. h. für 95er Rohre 3¹/₄ mm (Zahlentafel Nr. 63).

Nicht unzweckmäßig ist es, die dem direkten Feuer ausgesetzten Rohre mit etwas stärkerer Wandung, z. B. wie in Fig. 67 gleich 3¹/₂ und Fig. 68 gleich 4 mm zu wählen. Vorn werden die Rohre um 3 mm aufgeweitet und die Rohr- und Verschlusslöcher daselbst entsprechend gebohrt, um die Rohre bequem durch die vordere Kammer einbringen zu können.

Die Rohrlänge beträgt bei normalen Zweikammerkesseln mit 95er Rohren durchweg 5000 mm, hin und wieder auch mehr (s. u. a. Zahlentafel Nr. 28 und 29). Hochleistungskessel erhalten kürzere Rohre von nur 4500 bis 4800 mm, da sonst bei der üblichen Zahl der senkrechten Rohrreihen die Zahl der wagerechten Rohrreihen zu klein und somit die lichte Weite des Mauerwerks zur Unterbringung der größeren Rostflächen nicht ausreichen würde.

Bei Steilrohrkesseln werden Rohre mit kleineren Durchmessern als bei den Kammerkesseln verwendet. Der Stirling-Kessel (Fig. 101) hat Wasserrohre von nur 83 mm äußerem Durchmesser, während die Garbe-Kessel (Fig. 98 bis 100) Rohre von 60 mm und der Schulz-Kessel (Fig. 126) sogar Rohre von nur 36 mm äußerem Durchmesser aufzuweisen hat.

b) Die Wasserkammern

Die Wasserkammern werden meist an den Rändern geschweißt, seltener genietet. Die Tiefe einer Kammer sollte nicht unter 100 bis 150 mm, je nach Kesselgröße vielmehr 200 bis 250 mm und eventuell größer bemessen werden. Dabei ist die Lichtweite der vorderen Wasserkammer und deren Verbindung mit dem Oberkessel zweckmäßig größer zu wählen als bei der hinteren Kammer, weil das aufsteigende Dampf- und Wassergemisch ein größeres Volumen einnimmt als die entsprechende, in die hintere Kammer zurückzuführende Wassermenge. Einzelne Firmen bemessen aber aus Fabrikationsrücksichten beide Kammern gleich tief, andere wiederum wählen die hintere Kammer tiefer als die vordere, um ihr einen größeren Inhalt zu geben und dadurch