

währen, sich aus- oder einwärts zu biegen, wenn sich die Flammrohre strecken oder zusammenziehen.

Die Gallowayröhren werden mit Rücksicht auf das Ein- und Ausbringen derselben stets konisch geformt und derart eingesetzt, daß das weitere Ende nach oben kommt, damit der in dem Rohre gebildete Dampf rascher entweichen kann.

193. Heizröhren und kombinierte Kessel. Läßt man die Heizgase direkt oder indirekt, nachdem sie vorher andere Partien der Kesseloberfläche bestrichen haben, durch eine größere Anzahl enger, im Wasserraum liegender Röhren, sogenannter Rauch- oder Heizröhren, ziehen, dann nennt man solche Kessel im allgemeinen Heizröhrenkessel. Der Zweck derselben liegt in der Erzielung vergrößerter wirksamer Heizfläche bei verringertem Wasservolumen, somit in der Konzentration großer Heizflächen auf verhältnismäßig kleinem Raume bei geringerem Gewichte des Kessels. Lokomotiv-, Lokomobil- und alle älteren Schiffskessel sind ausgesprochene Heizröhrenkessel; man benützt jedoch auch für stationäre Zwecke sehr häufig Heizröhrenkessel, jedoch zumeist in Verbindung mit anderen Kesselformen, indem man die Heizgase erst in zweiter Linie durch die Heizröhren leitet, diese somit vor der direkten Einwirkung der Stichflamme sichert. Den Vorteilen der großen, leicht ausdehnbaren Heizfläche, der raschen Dampfentwicklung, sowie der verhältnismäßig geringen Wärmeverluste der eigentlichen Heizröhrenkessel mit Innenfeuerung bei vorübergehender Unterbrechung des Betriebes, stehen als Nachteile die große Empfindlichkeit gegen Kesselstein, die im Verhältnisse zur Heizfläche kleine Wasseroberfläche, daher Neigung zur Bildung nassen Dampfes, sowie die schwierige Reinigung gegenüber.

Die Heizröhrenkessel werden für stationäre Anlagen zumeist mit Flammrohrkesseln, seltener mit einfachen Walzenkesseln vereinigt; man nennt solche Kessel im allgemeinen kombinierte Kessel. In diese Gruppe gehören die bekanntesten Großkesselkonstruktionen, als der Dupuis-Kessel, der Fairbairn-Kessel und der Tischbein-Kessel.

Der Dupuis-Kessel (von D. Dupuis & Co. in Gladbach) sowie dessen Abarten sind eine Verbindung eines gewöhnlichen, liegenden Walzenkessels mit Unterfeuerung mit einem rückwärts unmittelbar angeschlossenen stehenden, kurzen Röhrenkessel. Die Heizgase streichen unter dem Walzenkessel nach rückwärts, steigen durch das Röhrenbündel, dessen oberer Teil bereits im Dampfraum liegt, aufwärts und ziehen dann nach der Esse ab. Dupuis-Kessel wurden seinerzeit für Heizflächen von 50 bis 150 qm viel gebaut, in neuerer Zeit jedoch durch die Tischbein- und Wasserröhrenkessel in den Hintergrund gedrängt, da sie, in die Länge

gebaut, eine verhältnismäßig große Bodenfläche beanspruchen; sie geben jedoch gute Brennmaterialausnutzung, lassen sich zufolge der kleineren Durchmesser für hohen Druck herstellen und geben in anbetracht der zur Heizfläche großen Wasseroberfläche nicht leicht nassen Dampf; zur Speisung erfordern sie jedoch wie alle Heizröhrenkessel weiches Wasser. Die größten ausgeführten Dupuis-Kessel haben einen Diameter des Kessels von 1400 mm bei 7 m Länge, einen Diameter des Dupuis-Topfes von 2200 mm bei 4,5 m Höhe; ein derartig dimensionierter Kessel bietet eine totale Heizfläche von 150 qm bei einer wasserbespülten Heizfläche von etwa 120 qm.

Der obere Teil der Heizröhren dient zur Dampftrocknung, bei forciertem Betriebe zur Überhitzung. Der Nutzeffekt dieser Kessel beträgt nach sorgfältig durchgeführten Versuchen 65 bis 70, im Mittel 68 Prozent. und stellt sich im allgemeinen dem Nutzeffekte der Wasserröhrenkessel gleich.

Der Vorderkessel ist mit dem Dupuis-Topf durch zwei Mannlöcher verbunden, wovon das eine im Dampfraum, das andere im Wasserraum

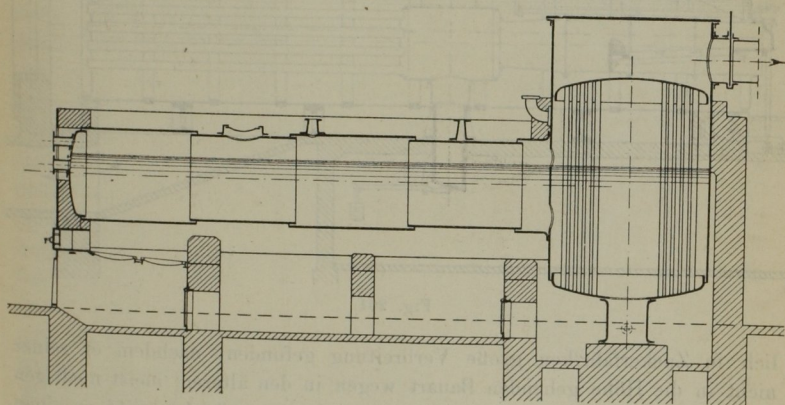


Fig. 200.

und zwar so tief liegt, daß alles Wasser behufs Entschlammung nach dem unteren Teil des Dupuis-Topfes abfließen kann.

Der Dupuis-Kessel wird heute noch in Fabriken der chemischen und textilen Industrie, namentlich in Färbereien, Tuchfabriken etc., wo viel Kochdampf benötigt wird verwendet, da zufolge der Außenfeuerung der Betrieb beliebig gesteigert oder reduziert werden kann. In Deutschland hat der Dupuis-Kessel weniger Anwert als in Österreich gefunden. Fig. 200 zeigt die allgemeine Anordnung eines Dupuis-Kessels im Längenschnitt.

Der Fairbairn-Kessel sowie der Tischbein-Kessel sind Kom-

binationen von Flammrohr- und Heizröhrenkesseln. Der Fairbairn-Kessel vereinigt in ein und derselben Kesselhülle sowohl die beiden Flammrohre als auch die Heizröhren, indem erstere hinter der Feuerbrücke in eine gemeinschaftliche Verbrennungskammer von elliptischer Form münden, von deren rückwärtiger Wand eine größere Anzahl Heizröhren bis zum zweiten Kesselboden reichen; die beiden kurzen Flammrohre dienen daher in erster Linie dem Zwecke der Innenfeuerung. Der Fairbairn-Kessel ist somit in die Länge gebaut, gibt rasch Dampf und gute Heizflächen, ist jedoch teuer, erfordert gutes Brennmaterial und weiches Wasser. Er eignet sich nur für Großbetrieb bei Heizflächen von etwa 100 bis 200 qm und hat speziell in der chemischen Industrie, nament-

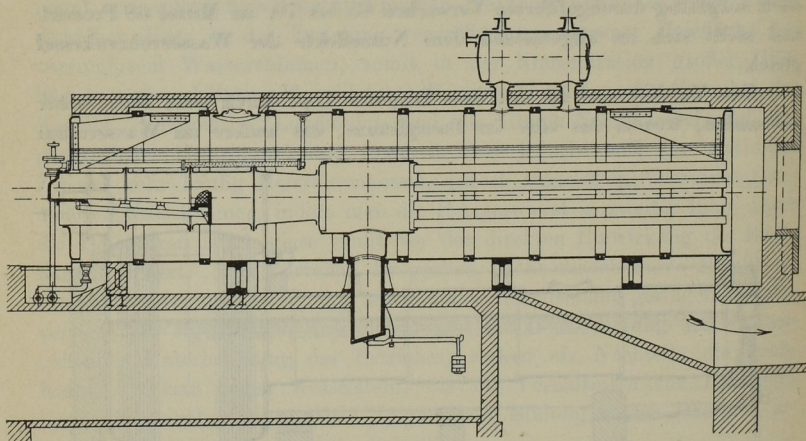


Fig. 201.

lich in Zuckerfabriken große Verbreitung gefunden, nachdem er seiner nicht in die Höhe gehenden Bauart wegen in den älteren, meist niedrigen Kesselhäusern leicht untergebracht werden kann; außerdem gibt er einen sehr günstigen Nutzeffekt von 73 bis 75 Prozent und trockenen Dampf vermöge der großen Dampfensteigungsfläche. Fig. 201 zeigt den Kessel in den wichtigsten Umrissen. Die elliptische Heizkammer wird behufs leichter Reinigung von Asche nach oben und unten durch einen Einsteigbeziehungsweise Entleerungsstutzen mit dem Kesselmantel verbunden; diese zweiseitige starre Verbindung ruft jedoch an den Verbindungsstellen Zerrungen, die von Deformationen und Rissen etc. begleitet sind, hervor; es ist daher besser den oberen Stutzen wegzulassen und den unteren mit einer selbsttätig funktionierenden Entleerungsklappe zu versehen.

Der Tischbein-Kessel besteht aus einem kurzen Zweiflammrohr-

kessel als Unterkessel mit Innenfeuerung und einem darüberliegenden Heizröhrenkessel als Oberkessel; der ganze Kessel ist daher in die Höhe gebaut und gleichsam ein der Länge nach in zwei Teile zerschnittener Faibairn-Kessel, dessen Teile übereinander gelegt sind. Die Heizgase steigen nach Verlassen der Flammrohre nach aufwärts, ziehen durch die Heizrohre des Oberkessels und fallen zumeist, diesen und den Unterkessel außen bestreichend, wieder ab, um unter dem Unterkessel nach der Esse abzuziehen. (Siehe Fig. 202, S. 470).

Nach der ursprünglichen Anordnung des Tischbein-Kessels ist der Ober- und Unterkessel durch zwei kurze Stützen derart verbunden, daß eine freie Zirkulation des Wassers stattfinden kann; der Oberkessel ist daher bis zur Wasserlinie, der Unterkessel vollständig gefüllt; der Dampfraum befindet sich nur im oberen Kessel, infolge dessen müssen die im unteren Kessel sich bildenden Dämpfe eine hohe Wassersäule durchdringen, um frei zu werden. Es wird infolge dessen nasser Dampf erzeugt und bilden sich im Dampfraum sogenannte Spritzwellen; außerdem sammelt sich im Oberkessel, der schwer zu reinigen ist, viel Schlamm und Kesselstein. Diesen Übelständen begegnet man bei neueren Konstruktionen dadurch, daß man den Wasserraum des Ober- und Unterkessels trennt, so daß jeder der beiden Kessel seinen eigenen Dampfraum besitzt und der Dampf vom Unterkessel durch ein Rohr direkt in den Dampfraum des Oberkessels aufsteigen kann. Der Oberkessel ist außerdem mit einem darüberliegenden Dampfsammler verbunden, von welchem der Dampf entnommen wird. Den Unterkessel legt man gewöhnlich horizontal und verbindet denselben mit dem Oberkessel durch einen blinden Stutzen, von welchem das Dampfrohr bis in den Dampfraum des Oberkessels reicht. Die Speisung erfolgt nur im oberen Kessel und das Wasser fließt von diesem durch ein bis an den mittleren Wasserstand reichendes Trichterrohr in den Unterkessel ab; nachdem somit der Wasserstand im Oberkessel konstant oder nahezu konstant bleibt, so sind nur am Unterkessel Wasserstandszeiger notwendig. Für den Fall einer im Unterkessel eintretenden Wassernot ist dieser mit einer Notspeisevorrichtung versehen. Die Kessel erfordern unbedingt eine aufmerksamere Bedienung wie der ältere Tischbein-Kessel. Nachdem die rückwärtige Scheidemauer zwischen beiden Kesseln häufig zusammenbrach, legte man den unteren Kessel geneigt, sodaß sich vorne der Dampf sammelt, der rückwärtige Teil jedoch vollkommen mit Wasser gefüllt ist, daher bei eingebrochener Trennungsmauer die aus dem Unterkessel tretenden noch hochehitzen Gase nicht Kesselpartien treffen, die innen nur mit Dampf in Berührung stehen.

Der ältere Tischbein-Kessel wird in Verbindung mit Dampfüberhitzern noch vielfach verwendet und gibt ebenso wie der Doppeldampf-

raumkessel einen sehr guten Nutzeffekt von 73 bis 75 Prozent. Bei den großen Durchmessern dieser Kessel von 2 bis 2,4 m bei einer Länge bis 6 m für den unteren und 4,5 m für den oberen Kessel sind dieselben sehr hoch aufgebaut und erreichen die Höhe eines zweistöckigen Baues, wodurch natürlich die Übersicht und Bedienung erschwert ist. Bei diesen Abmessungen geben die Tischbein-Kessel Heizflächen bis zu 200 qm.

Die Heizröhren der Großkessel werden aus patentgeschweißten oder Mannesmann-Flußeisenröhren hergestellt und erhalten zumeist einen lichten Durchmesser von 76 mm bei 83 mm Außendiameter; für niedrigere

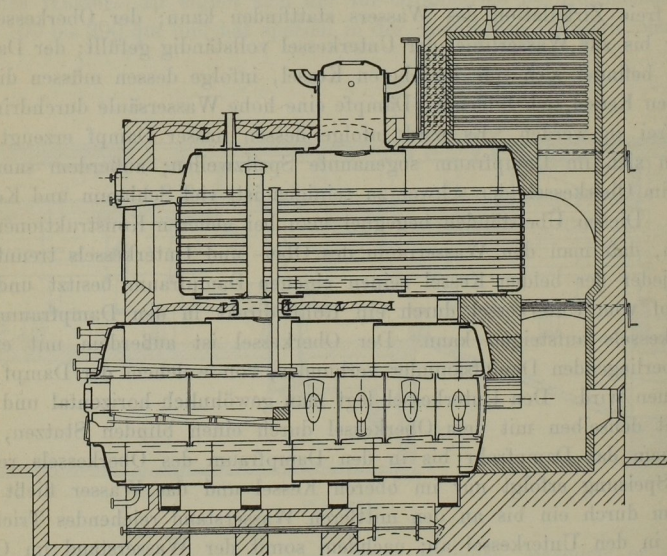


Fig. 202.

Kesselspannungen bis 7 Atmosphären wählt man etwas weitere Rohre von 83 mm innerem und 89 mm äußerem Durchmesser. Nachdem die Kesselböden heutzutage fast nur mehr gewölbt verwendet werden und vermöge der schrägen Lage des Bodens zum Rohre die Einwalzflächen dieser mit abnehmenden Rohrdiameter zunehmen, so pflegt man eben für höheren Druck Röhren von kleinerem Durchmesser vorzuziehen.

Man pflegt die Böden nach einem Halbmesser von ca. 3,5 m zu wölben; zu wenig gewölbte Böden gestatten den Flammröhren eine zu große Beweglichkeit, wodurch dieselben leicht undicht werden. Die Böden bekommen bei obigen Durchmessern und den heute gebräuchlichen Betriebs-

spannungen eine Blechstärke von 25 bis 26 mm; die Mantelbleche eine solche von durchschnittlich 22 mm.

Fig. 202 zeigt die Anordnung eines Doppeldampfraumkessels.

194. Die Wasserröhrenkessel. Wird die Heizfläche eines Röhrenkessels durch die äußere Oberfläche einer größeren Anzahl enger Röhren oder anderer kleiner Kesselteile, durch welche eine stete Zirkulation des Wassers infolge des Unterschiedes der Dichte des heißen und kalten Wassers stattfindet, gebildet, dann bezeichnet man solche Kessel als Wasserröhrenkessel.

In gewöhnlichen Kesseln ist die Wasserzirkulation im allgemeinen ganz unregelmäßig, denn wenn eine Dampfblase an irgend einer Stelle der Heizfläche aufsteigt, wird deren Platz von einem Wasserteilchen eingenommen, welches von irgend einer Seite kommen kann; in einem gut angelegten Wasserröhrenkessel ist hingegen die Zirkulation vollkommen systemmäßig: das Wasser tritt in jedes der Rohre an einem Ende ein durchzieht dasselbe in einem dünnen, kontinuierlichen Strome und verläßt das Rohr teilweise in Dampf verwandelt. Gewöhnlich stehen die Rohre mit einem räumlich von denselben getrennten, darüberliegenden einfach cylindrischen Kessel in Verbindung, an welchen sie den Dampf abgeben; von diesem als Dampf- und Wasserreservoir dienenden Kessel wird einerseits der Dampf entnommen, um direkt oder nach Passierung eines Überhitzers seinem Zwecke zugeführt zu werden, während andererseits das Wasser in dem Maße, als es in den heißeren Partien auftreibt, in den kühleren Rohrpartien vermöge seiner Schwere nachsinkt und somit auf seinem Wege durch dieselben und den Sammelraum einen steten Kreislauf beschreibt.

Die ersten wirklich brauchbaren Wasserröhrenkessel wurden vor etwa 60 Jahren von dem Maschinenfabrikanten Alban zu Plau in Mecklenburg ersonnen und in seinem Werke „*Die Hochdruckdampfmaschinen*“ beschrieben. Alban wollte vor allem einen schwer- oder überhaupt nicht explodierbaren Kessel für hochgespannte Dämpfe liefern. Die Albansche Konstruktion kam jedoch bald in Vergessenheit und erst in den sechziger Jahren wurde das Interesse für den Wasserröhrenkessel in beteiligten Kreisen neuerdings angeregt und zwar in erster Linie durch die Konstruktionen des Franzosen Belleville, welche anlässlich der Pariser Ausstellung 1867 gerechtes Aufsehen erregten. Von da an fing ein förmlicher Wettlauf an in der Herstellung brauchbarer Wasserröhrenkessel; der alte Alban-Kessel wurde wieder der Vergessenheit entrissen und in mannigfachen Konstruktionen verbessert; neue Typen wurden geschaffen, indem man sich die Hand in Hand gehenden Fortschritte in der Erzeugung geeigneter Rohre und diverser Verbindungsdetails, in erster Linie jedoch