

Heißdampf entsteht. Mit der Überhitzung, die in neuerer Zeit bis auf 400°C getrieben wird, ist bei gleichbleibender Spannung des Wasserdampfes eine Zunahme der Temperatur und des Volumens des Dampfes verbunden. Dem gesättigten Dampfe gleicher Spannung gegenüber besitzt der Heißdampf eine höhere Temperatur und ein größeres spezifisches Volumen (Rauminhalt von 1 kg Dampf). Der überhitzte Dampf beseitigt im Dampfmaschinenbetrieb, da er ein schlechterer Wärmeleiter als der gesättigte ist, die Kondensation in der Zuführungsleitung sowie die Eintrittskondensation im Zylinder; er kehrt auch nicht schon bei der geringsten Temperaturniedrigung in den flüssigen Zustand zurück, sondern wird zunächst in den gesättigten übergeführt. Außerdem besitzt er eine etwas größere Arbeitsfähigkeit als gesättigter Dampf. Zum Betriebe der Dampfkraftmaschinen findet sowohl gesättigter als auch überhitzter Dampf Verwendung.

Die Hauptteile einer Dampfkesselanlage sind: 1. die Feuerungsanlage, 2. der Dampfkessel, 3. die Dampfkesselarmatur, 4. die Zubehörteile.

I. Die Feuerungsanlage.

Die Feuerungsanlage muß die Erzeugung einer möglichst großen Wärmemenge aus dem

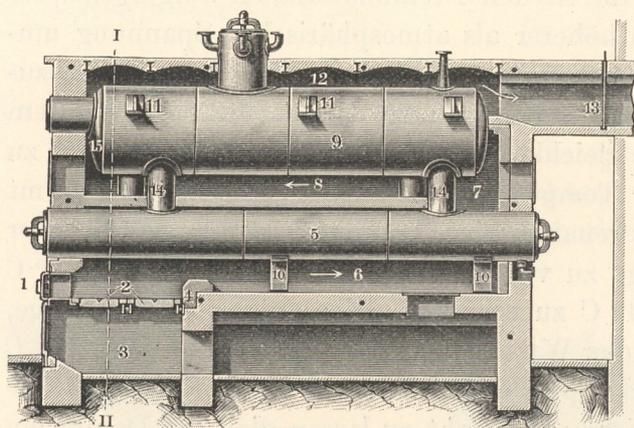
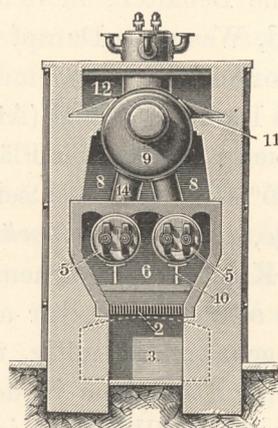


Fig. 74. Mehrfacher Zylinderkessel mit Unterfeuerung.



Querschnitt I II.

Brennmaterial und die möglichst vollkommene Abgabe dieser Wärme an das Wasser im Dampfkessel ermöglichen. Letzteres ist nur durch eine große Heizfläche zu erreichen. Unter der gesamten oder *feuerberührten Heizfläche* ist der von den Feuergasen bestrichene Teil der Kesseloberfläche (auf der Feuerseite gemessen) zu verstehen; die Gesamtheizfläche zerfällt in die unmittelbar von der strahlenden Wärme des Feuers getroffene *direkte Heizfläche*, und die ihre Wärme nur durch die Berührung mit den Feuergasen erhaltende *indirekte Heizfläche*. Die *wasserberührte Heizfläche* wird im Kesselinnern von Wasser gespült.

Die Feuerungsanlage besteht aus dem Feuerraum, den Heizkanälen oder Feuerzügen, in denen die aus dem Feuerraum kommenden Verbrennungsgase um oder durch den Kessel ziehen, und schließlich der Vorrichtung zur Erzeugung des für die Bewegung der Verbrennungsgase nötigen Zuges.

Als Brennmaterial finden feste oder staubförmige, seltener flüssige und gasförmige Stoffe Verwendung. Nach der Lage des Feuerraumes zum Kessel unterscheidet man *Unter-, Innen- und Vorfeuerung*. Bei der *Unterfeuerung* (Fig. 74) liegt der Feuerraum unter, bei der *Innenfeuerung* (Fig. 75) in und bei der *Vorfeuerung* (Fig. 76) vor dem Kessel. Alle drei Figuren zeigen Rostfeuerungen, und zwar die beiden ersten solche für feste Brennstoffe. Das Brennmaterial wird durch die Feuertür 1 (Fig. 74) auf den Rost geworfen. Dieser besteht aus vielen nebeneinander gelegten Roststäben 2; die Spalten zwischen ihnen dienen zum Durchtritt der für die Verbrennung nötigen Luft. Der in Fig. 74 und 75 dargestellte wagerechte oder schwach nach hinten geneigte Rost heißt *Planrost*. Die gesamte vom Rost eingenommene Fläche wird als *totale Rostfläche*, die durch die Rostspalten gebildete als *freie* und die übrigbleibende, von den oberen Flächen der hochkant stehenden Roststäbe eingenommene als *tote Rostfläche* bezeichnet. Unter dem Rost 2 befindet sich der Aschenraum 3, der durch eine Aschentür zugänglich ist.

Die von dem Rost 2 kommenden heißen Verbrennungsgase strömen über die Feuerbrücke 4 in den Heizkanal 6 und umspülen die beiden Unterkessel 5, die mit dem Oberkessel 9 durch Stützen 14

verbunden sind. Am Ende des Heizkanals 6 gelangen sie durch den Überströmkanal 7 in den Heizkanal oder Feuerzug 8, dessen obere Begrenzung durch den Oberkessel 9 und das sich gegen diesen legende Mauerwerk gebildet wird. Dieses Mauerwerk dient außerdem zum Tragen des Oberkessels, der sich, wie Querschnitt I II zeigt, mit seinen durch Nietung fest mit ihm verbundenen Prätzen 11 auf das Mauerwerk legt.

Zur Unterstützung der Unterkessel sind die Kesselfüße 10 angeordnet. Nachdem die Verbrennungsgase die wasserberührte Heizfläche des Oberkessels 9 bestrichen haben, umströmen sie dessen vordere Stirnfläche 15

und ziehen durch den Abzug 12, in dem sie den Dampfraum des Kessels berühren und zur Trocknung des Dampfes beitragen, in den *Fuchs*, d. h. den Verbindungskanal zwischen den Feuerzügen und dem Schornstein. Zwischen Fuchs und Feuerzügen befindet sich der Rauchschieber 13.

Fig. 75 und 79 zeigen das Beispiel einer *Innenfeuerung*. Der zylindrische Kessel ist in Fig. 75 der Länge nach von zwei weiten, unterhalb des Wasserspiegels liegenden Flammrohren 1 durchzogen, von denen jedes einen Rost enthält. Die Innenfeuerung gewährt eine gute Ausnutzung der Wärme und hat große Verbreitung gefunden. Die Heizgase umstreichen, nachdem sie die Flammrohre 1 verlassen haben, den Außenkessel meist in horizontalen Zügen, in der Figur zunächst den mittleren Teil 2 von hinten nach vorn und dann den unteren Teil 3.

Die *Vorfeuerung* (Fig. 76) liegt vor dem Kessel. Der Feuerraum ist von Mauerwerk begrenzt, das innen mit feuerfesten Steinen 1 bekleidet ist und als Wärmespeicher dient. Steigt die Temperatur im Feuerraum, so nimmt das Mauerwerk Wärme auf, die bei sinkender Temperatur wieder abgegeben wird. Besonders geeignet für Vorfeuerung sind Brennstoffe mit niedrigem Heizwert, wie geringere und mittlere Braunkohlensorten, Torf, Kohlenstaub usw. Dem Vorteil einer sehr guten Verbrennung stehen als Nachteile gegenüber die größeren Ausstrahlungsverluste durch das vor dem Kessel liegende Mauerwerk der Feuerung und der größere Brennstoffaufwand beim Anheizen. Der Wirkungsgrad der Vorfeuerung ist daher kleiner als der der Innenfeuerung.

Während bei den Planrostfeuerungen die Verteilung des Brennstoffes auf dem Roste durch den Heizer erfolgt, geschieht dieses bei den *Schrägrostfeuerungen* selbsttätig, denn bei ihnen sind die Roststäbe stark geneigt, so daß der von oben zugeführte Brennstoff in dem Maße selbsttätig nach unten nabsinkt, wie der Abbrand erfolgt. Die bekannteste Schrägrostfeuerung ist die als Innenfeuerung ausgebildete *Tenbrink-Feuerung* (Fig. 77).

Die Planroststäbe 1, die zur Verhinderung des Durchfallens unverbrannten Brennstoffes auf der oberen Hälfte mit horizontalen Stufen 2 versehen sind, sind in einer Quervorlage 6 untergebracht. Das Brennmaterial wird durch den Kanal 3 eingebracht und sinkt selbsttätig auf dem Roste nach unten nach. Auf der oberen Hälfte des Rostes findet lediglich eine Entgasung des Brennstoffes statt. Die sich hierbei entwickelnden Gase werden durch die von der unteren Hälfte

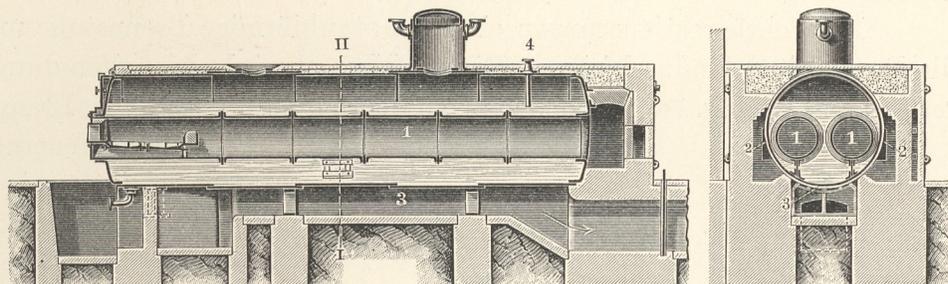


Fig. 75. Zweiflammrohrkessel.

Querschnitt I II.

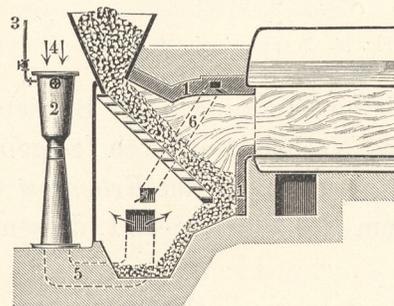


Fig. 76. Vorfeuerung (Treppenrost) mit Unterwindgebläse.

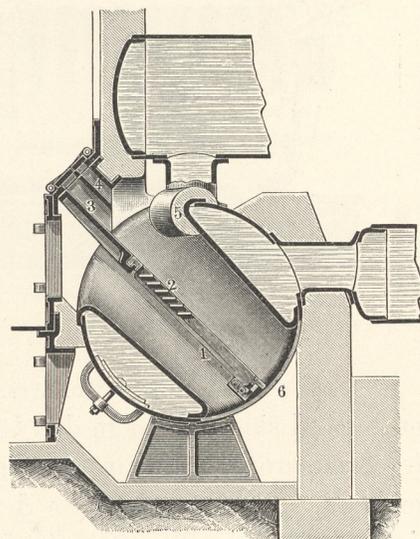


Fig. 77. Tenbrink-Feuerung.

des Rostes aufsteigenden heißen Verbrennungsgase entzündet und erhalten die zur Verbrennung nötige Luft in regelbarer Menge durch den Kanal 4. 5 ist ein Wulst aus feuerfestem Material, um die obere, den Verbrennungsgasen besonders ausgesetzte Begrenzung des Flammrohres zu schützen. Vorzüge der Tenbrink-Feuerung sind hohe Ausnutzung des Brennstoffes und rauchfreie Verbrennung bei geringem Luftüberschuß.

Die Schrägrostfeuerungen sind für staubförmige Brennstoffe unbrauchbar, da diese durch die Rostspalten hindurchfallen. Diesem Mangel wird abgeholfen durch die *Treppen- oder Stufenrostfeuerungen* (Fig. 76), bei denen ebenfalls der oben zugeführte Brennstoff selbsttätig nachsinkt.

Bei dieser Feuerung sind einzelne Platten derart stufenförmig übereinander angeordnet, daß die Rostspalten wagrecht oder schwach geneigt verlaufen. Als Brennstoff finden besonders Staubkohle, Koksgries, Sägespäne und dergleichen Verwendung.

In neuerer Zeit sind Feuerungen in Aufnahme gekommen, bei denen der Brennstoff nicht selbsttätig nachsinkt, sondern auf einem mechanisch bewegten Rost durch die Feuerung geführt wird. Es gestaltet sich bei

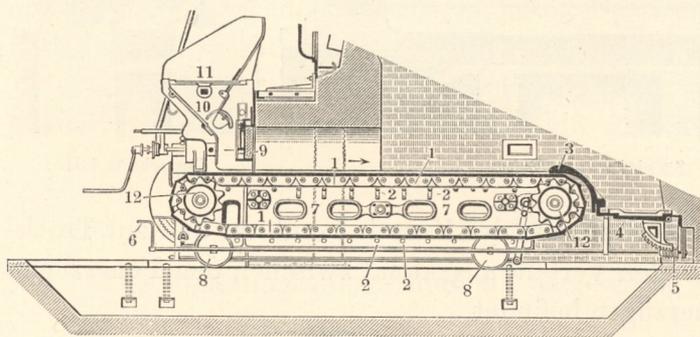


Fig. 78. Mechanische Feuerung (Kettenrost von Babcock & Wilcox).

diesen Feuerungen der Betrieb regelmäßiger als bei den Schrägrostfeuerungen, bei denen mitunter das Nachsinken durch festgebrannte Schlackenstücke gestört wird. Eine derartige mechanische Feuerung zeigt der *Kettenrost* der Firma Babcock & Wilcox (Fig. 78). Der Brennstoff gelangt aus dem Kohlentrichter 11, dessen Abflußöffnung mittels Drehschiebers 10 reguliert werden kann, auf

den Rost; dieser wird von einer aus kleinen Roststäben 1 zusammengesetzten, über zwei Kettenräder 12 laufenden Kette ohne Ende gebildet, die ihre Unterstüzung durch Walzen 2 erhält. Das vordere Kettenrad wird durch ein Schaltwerk langsam angetrieben und erteilt dem Kettenrost eine Bewegung in der Richtung des Pfeiles. Kettenräder und Rost sind in zwei Seitenrahmen 7 gelagert, die auf vier Rädern 8 ruhen, so daß die ganze Rostanlage aus dem Feuerraum herausgezogen werden kann. Am Ende des Rostes ist ein Abstreicher 3 vorgesehen, der sich festsetzende Aschen- und Schlackenbestandteile auf die drehbar gelagerte Klappe 4 bringt. Das Heben und Senken dieser Klappe erfolgt durch Drehen der Schnecke 5 mittels Kurbel 6. Die Höhe der Kohlschicht kann durch den Schieber 9 geregelt werden. Den Einbau einer solchen Kettenrostfeuerung zeigt das aufklappbare Modell des Steinmüllerkessels.

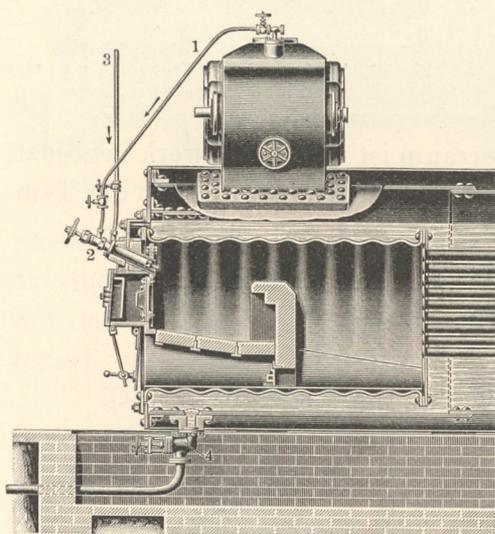


Fig. 79. Petroleumfeuerung (für Lokomobile).

Flüssige Brennstoffe werden in Deutschland wenig für Dampfkesselfeuerung benutzt; dagegen sind sie häufiger in den Gebieten, in denen Rohpetroleum gewonnen wird. Die Zerstäubung des Brennstoffes und Einführung in die Verbrennungskammer erfolgt meistens mittels Dampfstrahlgebläses. Fig. 79 zeigt eine derartige Feuerung für eine Lokomobile. Das Petroleum wird aus einem höher gestellten Gefäße durch Rohr 3 dem Düsenzerstäuber 2 zugeführt. Durch ein zweites Rohr 1 strömt vom Dom der Lokomobile aus Dampf direkt auf die Mündung der Petroleumdüse und bringt das austretende Petroleum zur Zerstäubung. Die Feuerbüchse ist teilweise mit Schamotteausmauerung versehen, die von der Flamme in glühenden Zustand versetzt wird. Durch mehrere Öffnungen in der Schamotteausmauerung wird die Verbrennungsluft von unten zugeführt und durch Berührung mit den glühenden Steinen hoch erhitzt, wodurch eine fast rauchlose Verbrennung entsteht. Da die Einführung des Dampfes in die Feuerung einen Wärmeverlust zur Folge

hat, haben auch Anordnungen Verwendung gefunden, bei denen das Strahlgebläse mit Preßluft betrieben wird oder durch eine Pumpe ersetzt ist.

Zum Ansaugen der zur Unterhaltung der Veerbrennung nötigen Luft dient der *Schornstein (Esse)*, der, da er heiße, leichtere und infolgedessen nach oben steigende Gase enthält, eine lebhaft Luftzuströmung durch den Rost bewirkt. Wesentlich für die Zugkraft des Schornsteines ist seine Höhe, durch die auch eine Belästigung der Umgebung durch die Verbrennungsgase vermieden wird. Die Regulierung des Zuges erfolgt durch den Rauchschieber (Fig. 74, Teil 13). Die beweglichen Kessel (Lokomotiv-, Lokomobilkessel usw.), bei denen sich die Anordnung eines hohen Schornsteines verbietet, werden mit künstlichem Zuge betrieben, der durch Einblasen eines Dampfstrahles in das Abzugrohr der Feuergase oder mittels eines Ventilators erzeugt wird, der Luft vor oder hinter dem Rost einführt. Im ersteren Falle wirkt diese Luft drückend, im letzteren saugend auf die Verbrennungsluft. Eine derartige Vorrichtung zur Erzeugung künstlichen Zuges zeigt Fig. 76. Das Strahlgebläse 2, dem durch Rohr 3 Dampf zugeführt wird, saugt bei 4 Luft an und drückt diese durch den Kanal 5 unter den Rost. Ein Teil der Luft wird durch den Kanal 6 über den Rost geführt.

II. Die Kessel.

Die Dampfkessel sind allseitig geschlossene feste Gefäße, die zur Aufnahme des zu verdampfenden Wassers dienen. Als Material wird hauptsächlich Schweißisen, Flußeisen und Flußstahl verwendet, seltener Kupfer, Messing, Gußeisen.

Die Leistungsfähigkeit eines Dampfkessels wird ausgedrückt durch die *Beanspruchung* oder die *Anstrengung* des Kessels, das ist die Dampfmenge in Kilogrammen, die auf 1 qm Heizfläche in der Stunde erzeugt wird. Die von einem Kessel erzeugte Dampfmenge ist gleich der zugeführten Speisewassermenge und wird durch Wiegen der letzteren gemessen. Ungefähre Mittelwerte für die Anstrengung der Kessel sind:

für ortfeste Kessel	12—30 kg	} Dampf auf 1 qm Heizfläche in 1 Stunde.
- Lokomotivkessel	35—60 kg	
- Schiffskessel	20—30 kg	

Nach der Größe der Heizfläche wird auch die Größe des Rostes bemessen, die außerdem von dem Brennmaterial abhängig ist. Für mittlere Steinkohle ist die totale Rostfläche für ortfeste und Schiffskessel = $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{35}$, für Lokomotivkessel = $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{90}$ der Heizfläche, die sich aus der vom Kessel zu erzeugenden Dampfmenge ergibt. Soll beispielsweise der Kessel in der Stunde 1000 kg Dampf liefern und wird angenommen, daß auf 1 qm Heizfläche in der Stunde 20 kg Dampf erzeugt werden, so muß der Kessel eine Heizfläche von $\frac{1000}{20} = 50$ qm haben.

Die Güte eines Kessels richtet sich nach der Größe seiner *Verdampfungsfähigkeit* (kurz *Verdampfung*), das heißt nach der Dampfmenge in Kilogrammen, die in dem Kessel von 1 kg Brennmaterial erzeugt werden kann. Die Verdampfung ist abhängig von dem Brennmaterial und dem Kesselsystem. Es verdampft durchschnittlich:

1 kg Steinkohle	5,0—10 kg Wasser	(5,0—10fache Verdampfung)
1 kg Koks	4,5—8 - -	(4,5—8fache -)
1 kg Braunkohle	3,0—5 - -	(3,0—5fache -)

Von der im Brennmaterial enthaltenen Wärme werden bei Dampfkesseln ungefähr 60—80 Proz. nutzbar gemacht, in einzelnen Fällen noch mehr. Ein großer Teil der Wärme geht mit den abziehenden Verbrennungsgasen verloren, jedoch wird diese Wärme teilweise zur Erzeugung des Zuges nutzbar gemacht. Ein weiterer Verlust, dem durch Einmauern und Isolieren abgeholfen werden soll, entsteht durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung.

Der von dem Kessel eingeschlossene Raum zerfällt in den *Dampfraum* und den *Wasser-raum*. Die Trennung zwischen beiden erfolgt durch die *Verdampfungsoberfläche*, das ist der Wasserspiegel im Kessel. Der Raum zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande des Kessels heißt der *Speiseraum*.