

Zur Erzielung der obengenannten Zugkräfte ist nötig, daß der Kessel der Lokomotive den nötigen Dampf hergibt, und daß die Dampfzylinder derartig groß sind, daß sie den erforderlichen Dampf wirtschaftlich verarbeiten können; auch muß der Triebraddurchmesser und der Kolbenhub im richtigen Verhältnis zum Zylinderdurchmesser stehen. Bezeichnet man die Zugkraft einer Lokomotive mit  $Z$ , die Geschwindigkeit in Kilometern in der Stunde mit  $V$ , so ist die Leistung  $N$  der Lokomotive in Pferdestärken ausgedrückt  $N = \frac{Z \cdot V}{270}$ . Man sieht daraus, daß eine Lokomotive dieselbe Leistung geben kann bei einem kleinen Werte von  $Z$  und großem  $V$  oder bei einem großen Werte von  $Z$  und kleinem  $V$ . Das erstere wird zutreffen bei Personen- und Schnellzügen, das letztere bei Güterzügen. Um die zulässigen höchsten Umdrehungszahlen der Triebräder der Lokomotiven möglichst gleichzumachen, erhalten die Güterzuglokomotiven kleine Triebräder (1200—1300 mm), während die Schnellzuglokomotiven größere Räder bekommen (bis 2200 mm). Die höchsten zulässigen Umdrehungszahlen der Triebräder hängen von der Bauart der Lokomotive ab; über die Endachsen überhängende Massen geben z. B. zu unruhigem Gang bei hohen Umdrehungszahlen Veranlassung. Derartige Lokomotiven (Fig. 1016) müssen also weniger Radumdrehungen in der Minute haben als z. B. die Form Fig. 1019, die vorn ein Drehgestell hat.

## 2. Lokomotivkessel.

Die Arbeit, die eine Lokomotive dauernd zu leisten imstande ist, hängt in erster Linie von der Größe der Rostfläche und Heizfläche des Kessels ab. Die *Rostfläche* muß, um die nötige Wärme und damit eine bestimmte Arbeit zu erzeugen, dem Brennmaterial angepaßt werden; es muß also z. B. ein Rost, auf dem Holz oder Braunkohle verbrannt werden soll, größer sein als einer, der zur Verbrennung von Steinkohlen oder Koks dienen soll. Im allgemeinen kann man annehmen, daß bei einer Verbrennung von 450—550 kg guter Steinkohle stündlich auf 1 qm Rostfläche bei Zwillingslokomotiven 300 PS, bei Zweizylinder-Verbundlokomotiven 330 PS, bei Vierzylinder-Verbundlokomotiven 360 PS und bei Heißdampflokomotiven 480 PS (bei bester Dampfausnutzung) erzielt werden können. Vorausgesetzt ist hierbei, daß eine richtig bemessene *Heizfläche* die auf dem Rost erzeugte Wärme aufnehmen kann; als solche hat sich eine Heizfläche als genügend groß erwiesen, die etwa 50—60mal so groß ist wie die Rostfläche.

Die Dampferzeugung eines Kessels wird natürlich gesteigert in dem Maße, wie die Verbrennung zunimmt. Die Anfachung des Feuers geschieht bei Lokomotiven durch den auspuffenden Dampf; da nun bei schnellerer Fahrt die einzelnen Dampfschläge, d. h. die Auspuffe der Zylinder, schneller aufeinander folgen, so steigt die Leistungsfähigkeit des Lokomotivkessels bis zu einem gewissen Grade mit der Geschwindigkeit.

Alle Teile der Lokomotive müssen bei größter Leistung mit kleinstem Gewicht konstruiert werden; Lokomotiven, die 1800 PS und mehr leisten, dürfen infolge des für den Bau gültigen Normalprofils (Umgrenzung des lichten Raumes, durch den sämtliche Eisenbahnfahrzeuge hindurchgehen müssen) nur einen derartig kleinen Raum einnehmen, wie er bei feststehenden Dampfmaschinenanlagen nicht einmal für die Dampfmaschine allein ausreichend wäre. Ganz besonders erschwerend ist die Raumbeschränkung für den Bau des Lokomotivkessels. Die immer größer werdenden Leistungen neuerzeitiger Lokomotiven erfordern Kessel, die bei feststehenden Dampfanlagen große Kesselhäuser füllen würden.

Die am meisten gebräuchliche Form eines Lokomotivkessels ist die, wie sie der erste Erbauer einer wirklich brauchbaren Lokomotive, Stephenson, angegeben hat. Der eigentliche Feuerraum (*Feuerbüchse* oder *Feuerkiste*) hat die Gestalt eines prismatischen Kastens, dessen untere Fläche von dem Rost gebildet wird. Die fünf anderen Wände werden allseitig vom Wasser umspült und bilden die *direkte Heizfläche*. Unter dem Rost befindet sich der mit abschließbaren Klappen versehene *Aschkasten*, der ein Herabfallen glühender Kohlen- und Aschenteilchen verhindert. Mit Hilfe dieser Aschkappen kann der Führer die Verbrennung und damit die Dampferzeugung insofern regeln, als durch ihr Öffnen bzw. Schließen eine Veränderung des Luftzutritts zum Rost bewirkt, also mehr oder weniger Kohle verbrannt wird. Die innere

Feuerbüchse ist in einem Abstand von etwa 70 mm von der äußeren Feuerbüchse (*Feuerbüchsmantel*) umgeben. Beide Teile sind unten durch einen schmiedeeisernen Ring, den *Bodenring*, mittels Niete verbunden. Zur Beschickung des Rostes mit Brennstoff geht durch beide Feuerkistenwände hindurch hinten eine Öffnung (*Feuerloch*), das von der Feuertür verschlossen wird.

An den Feuerkistenmantel schließt sich nach vorn, von der Feuerbüchs- oder hinteren Rohrwand ausgehend, der *Langkessel* oder *Rundkessel* an, dessen Begrenzung die vordere Rohrwand bildet. Vor dieser ist die *Rauchkammer* angeordnet, auf der oben der *Schornstein* sitzt, und die vorn von der Rauchkammertür abgeschlossen ist. In dem Langkessel liegen, die beiden Rohrwände verbindend, eine große Anzahl *Siederohre*, die einen Durchmesser von etwa 40—50 mm haben. Sie gestatten den in der Feuerkiste gebildeten heißen Gasen den Durchtritt in die Rauchkammer, wobei sie ihre Wärme im Langkessel an das sie umgebende Wasser abgeben; die Temperatur der Heizgase ermäßigt sich von etwa 1400—1500° in der Feuerkiste auf 250—300° in der Rauchkammer. Die Heizfläche der Siederohre wird als *indirekte Heizfläche* bezeichnet. In der Rauchkammer sitzt senkrecht unter dem Schornstein das *Blasrohr*; aus diesem pufft der in den Zylindern verarbeitete Dampf aus, wobei infolge der in ihm noch vorhandenen Geschwindigkeitsenergie die Rauchgase aus der Rauchkammer angesaugt und durch den Schornstein ins Freie befördert werden. Durch die Saugwirkung entsteht in der Rauchkammer, den Siederohren und der Feuerkiste ein Unterdruck gegenüber dem äußeren Atmosphärendruck; infolgedessen muß Luft durch den Aschkasten unter den Rost nachtreten und gelangt so an das glühende Brennmaterial heran, wobei sie den zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff liefert. Ohne Blasrohr wäre es kaum möglich, einen leistungsfähigen Lokomotivkessel zu bauen, da auf die Wirkung des Schornsteins nicht wie bei stationären Anlagen gerechnet werden kann.

Für ein sparsames Arbeiten des Dampfes in den Zylindern ist es erforderlich, daß er möglichst wenig mechanisch mitgerissenes Wasser enthält. Man bringt deshalb die Dampfentnahme an einem Punkte des Kessels an, wo die Dampfentwicklung nicht zu heftig vor sich geht, also meist am vorderen Ende des Kessels. Das Dampfentnahmerohr, das den Dampf zu den Zylindern leitet, kommt aus dem erhöhten zylindrischen Dampfdom. Vor der Mündung des Entnahmerohres ist der Regulator angebracht, mit Hilfe dessen der Führer durch den Regulatorhebel den Dampf nach Bedarf absperren kann.

Die Feuerkiste besteht zum großen Teil aus ebenen Platten, die bei innerem Druck auseinander gedrückt werden würden, wenn nicht durch die Wände der Feuerkiste und des Mantels kupferne Stehbolzen in Abständen von etwa 100 mm durchgezogen wären. Das Material der Kessel ist bis auf die Feuerkiste, die meist aus Kupfer besteht, Schweißeisen oder Flußeisen. Neben den schmalen, zwischen den Rahmen angeordneten Feuerkisten werden bei großen Lokomotiven auch sogenannte breite Feuerkisten gebaut, die seitlich über den Rahmen hinausragen. Die schmale Feuerkiste, die bei normaler Spurweite von 1435 mm eine Rostbreite von etwa 1 m ermöglicht, kann mit Rücksicht auf gutes Beschicken des Rostes nur etwa 3 m lang gemacht werden; es kann demnach bei einer schmalen Feuerkiste eine Rostgröße von höchstens 3 qm erzielt werden. Neuere Lokomotiven, besonders amerikanische, haben bereits Roste von 9 qm und mehr. Schmale Roste (Fig. 1020) haben vor breiten (Fig. 1021) bei gleicher Rostfläche den Vorteil einer besseren Flammenentwicklung und damit einer besseren Verbrennung; auch wird die hintere Rohrwand beim Öffnen der Feuertür infolge der größeren Entfernung vom Feuerloch nicht so leicht von der kalten Luft getroffen, wodurch Abkühlungen und damit das gefürchtete Siederohrlaufen verhindert werden.

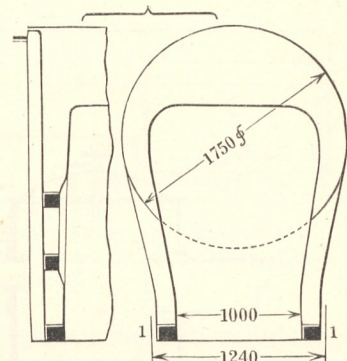


Fig. 1020. Schmalere Rost (Schnitt; 1—1 Rahmen der Lokomotive).

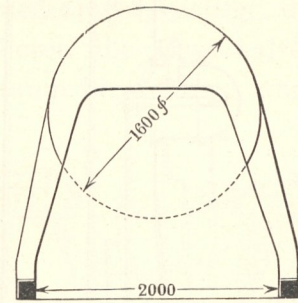


Fig. 1021. Breitere Rost (Schnitt).

Außer den oben beschriebenen Formen der Feuerkisten haben sich andere bis jetzt nicht bewährt. Man hat versucht, die Feuerkiste aus flußeisernen Wellrohren herzustellen, die infolge ihrer kreisrunden Form eine Verankerung entbehren können. Ferner sind Ausführungen bekanntgeworden, die statt der Feuerkiste ein System von dicht nebeneinander gestellten Rohren verwenden.

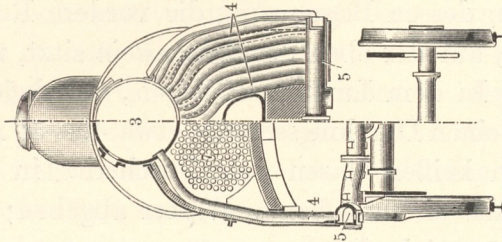


Fig. 1023. Querschnitt.

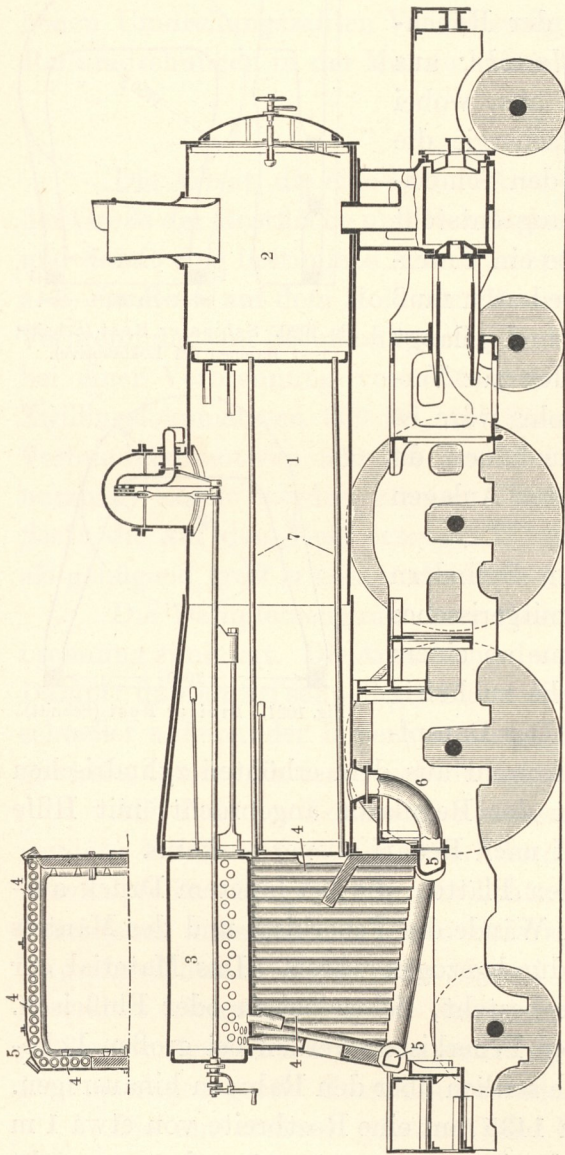


Fig. 1022. Längsschnitt.

Fig. 1022 und 1023. Kessel, Bauart Brotan, für eine Schnellzuglokomotive.

Fig. 1022 und 1023 zeigen einen derartigen Kessel, Bauart Brotan. Der Langkessel 1 mit der Rauchkammer 2 trägt an seinem hinteren Ende oben einen kleinen Kesselstumpf 3, in den eine Anzahl Rohre 4 eingewalzt sind. Diese bilden die Feuerkiste und sind unten in einem viereckigen hohlen Grundrohr 5 befestigt, das mit dem Langkessel 1 durch ein Knierohr 6 in Verbindung steht. Die heißen Rauchgase ziehen durch die Siederöhren 7 in die Rauchkammer 2 ab. Infolge der starken Erwärmung wird das Wasser in den Rohren 4 durch die mit ihm vermischten Dampfblasen leichter; es steigt in den Kesselstumpf 3 hinein, während das kühlere Wasser aus dem Langkessel in den Grundring 5 hineingesaugt wird. Der hierdurch entstehende gute Wasserumlauf hindert ein Festsetzen von Kesselstein in den engen Rohren 4 und schützt sie dadurch vor Verbrennen. Wegen der kreisrunden Form der Rohre sind Stehbolzen unnötig; der Kessel hat allerdings eine große Anzahl von Dichtungsstellen, die bei den Erschütterungen während der Fahrt leicht undicht werden können. — Außer dem *Brotankessel* sind noch viele andere Kesseltypen gebaut worden, einen größeren Erfolg hat indes noch keine Ausführung gehabt, obwohl ein vollwertiger Ersatz für die teure, schlecht zu reinigende und schwer zu unterhaltende kupferne Feuerkiste sehr zu wünschen wäre.

**Armatur** (vgl. S. 47 ff.). Zur Speisung des Kessels, zum Ersatz des verdampften Wassers dienen die Speisepumpen, und zwar meist *Injektoren*, in denen ein aus einer Düse mit großer Geschwindigkeit austretender Dampfstrahl kaltes Wasser ansaugt und in den Kessel drückt. Von den Speisevorrichtungen sind *zwei* gesetzlich vorgeschrieben. Den Wasserstand erkennt man in einem *Wasserstandsglas*; statt der ebenfalls vorgeschriebenen zweiten Wasserstands-Anzeigevorrichtung können auch *Probierhähne* dienen. Der Dampfdruck läßt sich an einem *Manometer* ablesen. Um eine unzulässige Überschreitung des Dampfdruckes zu verhindern, ist jeder Kessel mit *Sicherheitsventilen* ausgerüstet. Außer diesen für die Sicherheit des Kesselbetriebes nötigen Vorrichtungen sind die Kessel noch mit einer *Dampfpfeife* und vielfach, besonders auf Nebenbahnen, wo unbewachte Bahnübergänge vorhanden sind, mit einem *Dampfläutewerk* ausgerüstet. Zur Reinigung des Kessels dienen *Auswaschluken*, die an den Stellen, wo sich der meiste Schmutz erfahrungsgemäß ablagert oder ansetzt, angebracht sind.

Als Brennmaterial für den Kessel dienen Steinkohle, Steinkohlenbriketts, Braunkohle, Holz, Torf und in ölreichen Gegenden, wie in Rußland, Petroleum oder Petroleumrückstände. Die Ölfeuerung hat vor Feuerungen mit festen Brennstoffen den großen Vorzug der absoluten Rauch- und Funkenlosigkeit, was besonders da von Wichtigkeit ist, wo viele Tunnels vorhanden sind oder erfahrungsgemäß leicht Waldbrände entstehen. Auch wird die schwere Arbeit des Heizers bei Anwendung der Ölfeuerung vollständig erspart. Das Brennöl muß in fein zerstäubtem Zustand mit der nötigen Verbrennungsluft gemischt in die Feuerkiste eingeführt werden. Dies geschieht entweder durch Dampfstrahlgebläse (vgl. S. 40) oder durch Zentrifugalzerstäuber. Bei den ersteren geht ein Teil des Heizwertes verloren, da der in den Verbrennungsraum mit eingespritzte Wasserdampf während der Verbrennung auf höhere Wärmegrade erhitzt werden muß. Bei den *Zentrifugalzerstäubern*, die von der

Firma Körting in Hannover ausgeführt werden, wird dieser Nachteil vermieden. Eine Pumpe drückt das auf  $100-125^{\circ}$  angewärmte Öl, mit Luft gemischt, durch die Zentrifugalzerstäuber, die unmittelbar vor der

Feuerkiste liegen. Diese ist, um sie vor den Einwirkungen der heißen Stichflammen zu schützen, im unteren Teil mit feuerfesten Steinen ausgemauert. Bei Ölfeuerung ist die Leistung der Kessel in viel höherem Maße veränderlich, da die eingeführte Ölmenge leicht geregelt werden kann.

Die immer größer werdenden Lokomotiven in Amerika haben Kesselformen gezeitigt, die von den in Europa gebauten ganz erheblich abweichen. Besonders boten die riesenhaften *Mallet-Lokomotiven* infolge ihrer großen Achsenzahl (bis zwölf Achsen) Raum für derartig lange Kessel, daß ein solcher für die nötige Dampferzeugung viel zu groß geworden wäre. Man hat daher den eigentlichen Kessel verkürzt und vor der vorderen Rohrwand einen Dampfüberhitzer und einen Speisewasservorwärmer eingebaut. Fig. 1024 zeigt den Kessel einer großen Mallet-Lokomotive, die der Atchison-Topeka and Santa Fé-Bahn gehört. Die eingeschriebenen Maße (in mm) zeigen die im Vergleich mit europäischen Lokomotivkesseln ganz gewaltigen Abmessungen.

Viele Versuche sind, besonders bei amerikanischen Lokomotiven, angestellt worden, um die Arbeit des Heizers zu erleichtern. Zu verfeuernde Kohlenmengen von 3000 kg in der Stunde sind dort keine Seltenheit mehr, würden aber zwei Heizer auf einer Lokomotive erfordern. Man hat daher *selbsttätige Rostbeschickungsanlagen* gebaut, bei denen meistens das Brennmaterial durch Wurfvorrichtungen über dem Rost verteilt wird, was jedoch infolge der ungünstigen Form des Lokomotivrostes sehr schwierig ist.

Weitere Versuche sind gemacht worden, um die Verbrennung in der Feuerkiste der Lokomotive zu verbessern. Beim Aufschütten neuer Kohle ist der für die Verbrennung erforderliche Luftbedarf naturgemäß am größten, infolge der höheren Brennschicht wird aber gerade dann weniger Luft durch die Rostspalten angesaugt werden können. Dadurch können die Rauchgase nicht ordentlich verbrennen, und die Lokomotive qualmt, was neben dem Verlust an Brennstoff zu Belästigungen der Anwohner führen kann. Die zur Verbesserung der Verbrennung gebauten Vorrichtungen suchen nun die Luftzufuhr zu dem Brennmaterial besser zu regeln. Eine neuerdings vielfach verwendete Einrichtung ist die von Marcotty, deren neueste Ausführung Fig. 1025 zeigt. Sie besteht aus zwei Teilen: einem Paar über der Feuertür angeordneter, hohler Stehbolzen

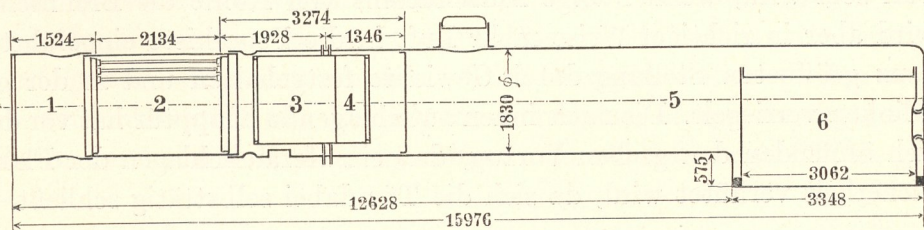


Fig. 1024. Kessel einer 2B+C1-Personenzug-Verbund-Malletlokomotive der Atchison-Topeka-Santa Fé-Bahn (1 Rauchkammer; 2 Speisewasservorwärmer; 3 Zwischenüberhitzer; 4 Hochdrucküberhitzer; 5 Langkessel; 6 Feuerbüchse).

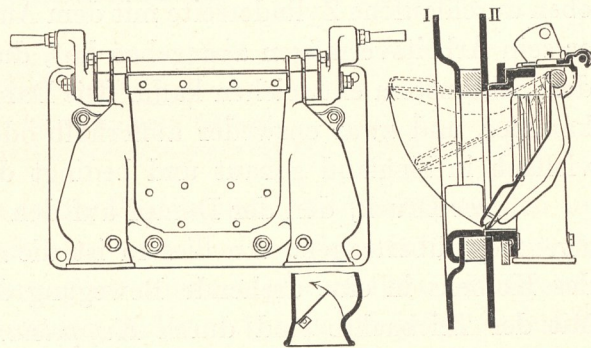


Fig. 1025. Marcottys Rauchverminderungs-Vorrichtung für Lokomotivfeuerungen (I innen, II außen).

und aus einer nach innen aufschlagenden Feuertür mit besonderer Luftzuführung. Die beiden hohlen Stehbolzen sind an eine mit dem Schieberkasten verbundene Dampfleitung angeschlossen, so daß bei fahrender Lokomotive, wenn also im Schieberkasten Dampf ist, aus ihnen ins Innere der Feuerkiste zwei schräg nach vorn unten gerichtete Dampfschleier austreten. Diese Dampfschleier sollen die durch die Feuertür beim Öffnen eintretende Luft von der hinteren Rohrwand abhalten und sie zu einer Mischung mit den Feuergasen veranlassen. Die Feuertür schlägt nach innen auf und hat an beiden Seiten Luftkanäle, die oben mit Luftleitungsrippen versehen sind und unten mit leicht beweglichen, nach innen aufschlagenden Klappen aus dünnem Blech verschlossen werden können. Beim Arbeiten der Lokomotive wird durch diese Klappen ständig Luft angesaugt, und zwar um so mehr, je größer die Luftleere in der Feuerkiste ist, was dann der Fall sein wird, wenn infolge Aufschüttens von Kohle die Brennschicht hoch ist. Gerade dann wird aber in richtiger Weise mehr Luft in die Feuerkiste eingeführt. Die Kipptür wird in ihrer ganz geöffneten Stellung durch Gewichte festgehalten und in der geschlossenen Stellung durch Klinken verriegelt. Die nach innen aufschlagende Klapptür hat vor der gewöhnlichen, nach außen sich öffnenden den großen Vorzug, daß ein Herausschlagen der Flamme aus dem Feuerloch mit Sicherheit verhütet wird, da sich die Tür dabei selbsttätig schließt.

### 3. Dampfmaschine und Triebwerk.

Der im Kessel der Lokomotive erzeugte Dampf gelangt durch den Regulator in das Dampfrohr, das durch die vordere Rohrwand hindurchgeführt ist und sich bei den sogenannten Zwillingslokomotiven in der Rauchkammer teilt. Die beiden Zweigrohre leiten den Dampf in die Schieberkasten der beiden Zylinder, in denen die Schieber die richtige Dampfverteilung besorgen. Der Dampf gelangt durch den Schieber abwechselnd in die Kanäle, die am vorderen und hinteren Ende in den Zylinder münden und in denen dadurch der Kolben bald nach hinten, bald nach vorn gedrückt wird. Kurz bevor der Kolben seinen Hub vollendet hat, setzt der Schieber die vom Kolben eben durchlaufene Zylinderseite mit dem Auspuffkanal in Verbindung, so daß der Dampf, nachdem er sein Arbeitsvermögen abgegeben hat, durch das in der Rauchkammer befindliche Blasrohr in den Schornstein entweichen kann. Die Dampfzylinder liegen meist vorn in der Nähe der Rauchkammer, und zwar entweder außerhalb oder innerhalb des Rahmens. Letztere Anordnung wird vielfach in England gebaut und bedingt die Anwendung von Kropfachsen.

Der Druck, den der Dampf auf den Kolben ausübt, wird durch die *Kolbenstange* auf den *Kreuzkopf* übertragen. An diesem ist die *Schubstange* angelenkt, die die geradlinige Bewegung des Kolbens in eine drehende Bewegung der an der *Triebachse* angebrachten Kurbel umsetzt. Mit der Triebachse sind durch *Kuppelstangen* die *Kuppelachsen* verbunden, die dadurch die Drehung der Triebachse mitmachen müssen.

Jede Lokomotive hat mindestens zwei Zylinder, welche die Räder auf beiden Seiten der Lokomotive antreiben. Die an den Treibrädern befestigten Kurbeln, an welche die Schubstangen angreifen, sind auf beiden Seiten um einen rechten Winkel versetzt, so daß, wenn der linke Kolben am Hubende, die Kurbel also im Totpunkt steht, die rechte Kurbel oben und der rechte Kolben auf Hubmitte steht.

Außer der richtigen Dampfverteilung hat der Schieber bei der Lokomotive noch eine andere wichtige Aufgabe zu erfüllen; er muß auch ein Vorwärts- und Rückwärtsfahren ermöglichen (vgl. S. 64 ff.). Neben der Änderung der Fahrtrichtung wird die Änderung der Füllung durch entsprechende Schieberbewegungen bewirkt; zu diesem Zweck besitzt jede Lokomotive eine Steuerung, die vom Führer verstellt werden kann. In der Mittellage der Steuerung erhalten die Zylinder durch die Schieber keinen Dampf; wird die Steuerung nach vorn ausgelegt, so erhalten die Zylinder zunächst kleine, dann, bei weiterem Auslegen, größere Füllungen, und zwar sind die Schieberbewegungen derart, daß die Lokomotive vorwärts fährt; wird die Steuerung nach rückwärts verlegt, so fährt die Lokomotive ebenfalls rückwärts. Als gebräuchlichste Lokomotivsteuerungen werden die von Stephenson, Gooch, Allan und neuerdings wohl am meisten die von