

an Kohlen 20—25 Proz. gegenüber Zwillingsnaßdampflokomotiven, an Wasser bis 40 Proz. und mehr.

Während die preußischen und belgischen Staatsbahnen von dem Gedanken ausgehen, daß man mit Rücksicht auf die für den Lokomotivbetrieb erforderliche Einfachheit mit einfacher Dampfexpansion auskommen kann, gehen andere Verwaltungen zur *Verbund-Heißdampflokomotive* über. Die Überhitzung des Dampfes bei Verbund-Heißdampflokomotiven wird so ausgeführt, daß entweder nur der in den Hochdruckzylinder einströmende Dampf hochüberhitzt wird und aus dem Hochdruckschieberkasten unmittelbar in den Niederdruckzylinder strömt, oder man überhitzt den Hochdruckdampf und den in den Niederdruckschieberkasten eintretenden Zwischendampf noch einmal, d. h. man arbeitet dann mit sogenannter *Zwischenüberhitzung*. Welches von beiden Systemen den Vorzug verdient, ist noch nicht genau festgestellt.

4. Rahmen und Laufwerk.

Der Rahmen der Lokomotive dient als Lager für die Achsen, Zylinder und Kessel; er bildet gleichsam das Fundament, auf dem die ganze Lokomotive aufgebaut ist. Nach der Lage des Rahmens, ob innerhalb oder außerhalb der Räder, unterscheidet man *Innen-* und *Außenrahmen*, nach dem Material und Herstellung der Rahmen *Platten-* und *Barrenrahmen*. Europäische Lokomotiven haben hauptsächlich Innenrahmen, und zwar meistens aus Blechen hergestellte Plattenrahmen. Neuerdings werden auch vereinigte Platten- und Barrenrahmen hergestellt, und zwar besonders bei Vierzylinderlokomotiven.

Die Rahmenbleche sind je nach Art und Größe der Lokomotive aus etwa 18—40 mm starken Blechplatten hergestellt. Barrenrahmen werden aus Barreneisen von etwa 100 × 100 mm geschweißt oder aus Stahlguß gegossen. Sie haben den Vorteil, daß das innere Triebwerk zugänglicher wird, es lassen sich jedoch die Querverbindungen schlechter anbringen; die beiden Rahmenseiten werden in der Hauptsache nur durch das vordere Zylindergußstück (bei Mehrzylinderlokomotiven) oder durch ein Verbindungsstück der beiden Zylinder, den *Zylindersattel*, gegeneinander abgesteift. Es treten daher häufige Rahmenbrüche auf, die kostspielige Wiederherstellungsarbeiten erforderlich machen. Stahlgußrahmen haben ähnliche Mängel, da derartig lange und schwere Gußstücke kaum gänzlich blasenfrei und ohne innere Gußspannungen herstellbar sind. Die Barrenrahmen sind auch beträchtlich teurer als Plattenrahmen.

Der Kessel wird vorn an der Rauchkammer mit dem Rahmen durch kräftige Bleche und Winkeleisen fest verbunden. Infolge der Wärmeausdehnung, die ein Kessel beim Anheizen erfährt, darf er am hinteren Ende, der Feuerkiste, nicht ebenfalls fest mit dem Rahmen verbunden sein, die Auflagerung muß vielmehr so hergestellt sein, daß die unvermeidliche Ausdehnung leicht ermöglicht wird, ohne den Rahmen zu beanspruchen. Die Feuerkiste ruht daher auf Gleitstücken, die am Rahmen so geführt sind, daß zwar eine Ausdehnung des Kessels möglich ist, ein Abheben desselben jedoch durch übergreifende Winkel verhindert wird. Statt auf diesen Gleitstücken befestigt man den Kessel neuerdings vielfach auf sogenannten *Pendelblechen*, das sind dünne Bleche, die quer zur Achse des Kessels an der Feuerkiste und am Rahmen vernietet sind und sich bei Längenausdehnungen durchbiegen. — Vorn und hinten werden die beiden Rahmenbleche durch kräftige Querstücke, die *Pufferbohlen*, vereinigt, die gleichzeitig die Zug- und Stoßapparate aufnehmen.

Bei kleineren Lokomotiven, besonders Tenderlokomotiven, bildet der Rahmen vielfach einen geschlossenen Kasten. Dieser *Kastenrahmen* gewährt eine vorzügliche Versteifung und hat den weiteren Vorteil, daß man ihn gleichzeitig als Wasserbehälter benutzen kann.

Die *Räder* der Eisenbahnfahrzeuge sind im Gegensatz zu denen gewöhnlicher Fuhrwerke fest auf der Achse befestigt, drehen sich also mit der Achse zusammen. Sie sind meist aus Stahlguß und werden an der Lauffläche mit warm aufgezogenen Radreifen versehen, die nach eingetretener Abnutzung wieder auf die richtige Form abgedreht und schließlich durch neue ersetzt werden. Als Material dient für diese hoch beanspruchten Teile Tiegelgußstahl, der neben großer Härte

auch bedeutende Zähigkeit besitzt. Die Verbindung des Reifens mit dem Unterring, die in der Hauptsache als Sicherung gegen Abfliegen bei Brüchen dienen soll, geschieht durch sogenannte *Sprengringe*, die in schwalbenschwanzförmige Nuten im Ring und Unterreifen hineingehämmert werden, oder durch *Klammerringe*, die eine noch bessere Verbindung ermöglichen. Die Befestigung des Rades auf der Achse geschieht durch Aufpressen mittels hydraulischer Pressen, bei Drucken bis über 250 000 kg. Die Treib- und Kuppelzapfen werden ebenfalls in die Räder hineingepreßt.

Zur Aufnahme der Achslager dienen Ausschnitte im Rahmen, die zur Aufhebung der Schwächung des Rahmenquerschnittes an dieser Stelle durch kräftige Achsbacken eingefast werden. In diesen gleiten möglichst ohne Seitenspiel die Achslager, die das Gewicht der Lokomotive auf die Achsen übertragen. In den Achslagern sind die Lagerschalen angebracht, die die Achsschenkel von oben umfassen und meist zur Verminderung der Reibung mit Weißmetall ausgegossen sind. Den unteren Teil des Achslagers bildet ein mit Schmieröl angefüllter Kasten; ein in diesem gelegenes Schmierpolster drückt gegen den Schenkel und schmiert ihn dadurch.

Oben oder unten an dem Achslager sind *Federn* befestigt, die verhindern sollen, daß die beim Fahren entstehenden Stöße unmittelbar auf den Rahmen übertragen werden. Hätte nun jedes Achslager der Lokomotive eine am Rahmen befestigte Feder, so wäre die Lokomotive so oft unterstützt, wie sie Räder hätte. Würde dann z. B. bei einer zweiachsigen Lokomotive ein Vorderrad über eine Erhöhung fahren, so würde es eine starke Mehrbelastung erleiden, während das Hinterrad auf derselben Seite gleichzeitig entsprechend entlastet wird, da es sich von der Schiene abzuheben sucht. Um diese ungleichmäßigen Achsbelastungen zu vermeiden, verbindet man die Federn durch Ausgleichhebel; hierdurch wirkt eine Mehrbelastung einer Achse sofort auch auf alle durch Ausgleichhebel verbundenen Achsen ein, und zwar derart, daß sich die Ausgleichhebel schiefe stellen und dadurch einen Teil des Druckes auf die benachbarten Achsen übertragen. Kleinere Lokomotiven erhalten eine derartige Verbindung der Federn durch Ausgleichhebel, daß sie nur auf drei Punkten unterstützt sind (jede durch Ausgleichhebel verbundene Gruppe von Federn gilt als ein Unterstützungspunkt), da dies die sicherste Auflagerung für einen Körper ist. Größere Lokomotiven werden allerdings in mehr Punkten unterstützt, da sie sonst, besonders bei schnellerem Fahren, zu beweglich werden und leicht in unangenehme Schwankungen geraten.

Zur Erleichterung des Durchfahrens von Krümmungen wird das Spurmaß der Schienen erweitert. Außerdem spielt der Achsstand des Fahrzeugs eine große Rolle, da Lokomotiven mit großem, festem Radstand, d. h. großer Entfernung der beiden äußersten, im Rahmen festgelagerten Achsen, schwerer durch Krümmungen hindurchlaufen als solche mit kurzem Radstand. Zur weiteren Erleichterung des Durchfahrens von Krümmungen dienen hauptsächlich: 1. Drehgestelle, 2. drehbare Achsen, 3. verschiebbare Achsen.

Drehgestelle haben stets zwei in einem besonderen Rahmen gelagerte Achsen; der Rahmen ist um einen in der Mitte gelagerten Zapfen drehbar mit dem Hauptrahmen der Lokomotive verbunden. Das Lokomotivgewicht wird nun entweder durch diesen Zapfen, der dann als Kugelzapfen ausgebildet ist, unmittelbar auf das Drehgestell übertragen, oder es drückt auf zwei in der Mitte zwischen den Achsen liegende Gleitplatten, die das Drehgestell zwischen den Rädern belasten. Vielfach kann sich der Mittelzapfen im Drehgestell seitlich verschieben, wodurch die Durchfahrt durch Krümmungen noch mehr erleichtert wird. Die Rückstellung des Drehzapfens in seine Mittellage geschieht dann durch Federn, die bei einer Seitenverschiebung des Zapfens zusammengedrückt werden.

Drehbare Achsen sind solche, die sich bei der Fahrt der Lokomotive in Krümmungen frei in die Richtung des Halbmessers, d. h. nach dem Krümmungsmittelpunkt zu, einstellen können. Bekannte Ausführungen sind die von Adams und Webb. Die beiden Achslager sind durch ein sattelförmiges Verbindungsstück vereinigt, die Anlageflächen der Achsbüchsen an die Achsbüchsenführungen nach einem Kreisbogen gekrümmt, so daß sich die erwähnte radiale Einstellung ermöglichen läßt. Die Rückstellung in die Mittellage wird durch Federn erreicht, oder es werden auf den Lagern Keilflächen angebracht, die bei einem Seitenausschlag der Achse ein Anheben

der Lokomotive bewirken; läuft dann die Lokomotive wieder in die Gerade ein, so bewirkt das Eigengewicht der Maschine eine Rückstellung der Achse in die Mittellage.

Ein Drehgestell, das sich besonders bewährt hat, ist das von der Lokomotivfabrik Krauß in München entworfene *Krauß-Helmholtz-Drehgestell*. Fig. 1040 zeigt die Einstellung einer mit diesem Drehgestell versehenen 1 C gekuppelten Lokomotive bei der Fahrt in einer Krümmung. Das Drehgestell besteht aus einer in einem dreieckigen Rahmen oder einer dreieckigen Deichsel gelagerten Achse 1; der Rahmen dreht sich um den festen Punkt 4 der Lokomotive. Bei der Einfahrt in die Krümmung legt sich nun der äußere Flansch der Achse 1 im Punkt 3 an den Schienenkopf an, wodurch eine Drehung der Achse und des Rahmens um den Punkt 4 bewirkt wird. Das hintere Ende des Rahmens greift dabei in eine Gabel ein, die an einem Verbindungsstück der Achslager der Achse 2 sitzt, und verursacht durch seine Drehung eine *Seitenverschiebung* der letzteren nach der äußeren Schiene. Die Achse 2 ist dabei eine Kuppelachse; es kann also bei Lokomotiven mit Kraußchem Drehgestell ein größerer Teil des Gesamtgewichts zur Triebachslast herangezogen werden als bei Lokomotiven mit drehbaren Laufachsen und Drehgestellen. Bei der neuesten Ausführung des Drehgestelles ist die Achse 1 in dem vorderen Ende der Deichsel noch besonders drehbar, wodurch einige Nachteile der älteren Bauart vermieden werden sollen. Die perspektivische Fig. 1041 dieses Drehgestelles läßt die einzelnen Teile gut erkennen.

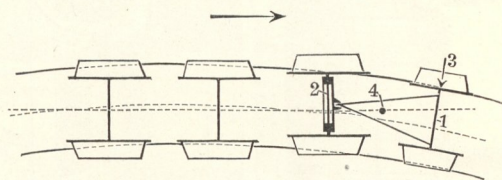


Fig. 1040. Lokomotive mit Kraußchem Drehgestell (schematisch).

Störende Bewegungen der Lokomotiven. Zur Erzielung eines leichten Laufes der Lokomotive läßt man den Spurkränzen der Achsen zwischen den Schienenköpfen Spiel und macht die Lauffläche der Räder konisch, damit die Lokomotive immer möglichst in der Mitte des Gleises läuft. Die konische Form der Radreifen ist auch deshalb gewählt, damit bei der Fahrt durch Krümmungen, wobei der äußere Schienenstrang länger ist als der innere, die Achse ohne Gleiten rollen kann. Das Rad auf der äußeren Schiene muß nämlich einen längeren Weg durchlaufen als das auf der inneren Schiene; wären die Laufflächen zylindrisch, so müßte eines der Räder gleiten, da beide Räder fest auf der Achse sind. Der Flansch des äußeren Rades läuft an den Schienenkopf an, der größere Durchmesser des Rades rollt also auf dem größeren Weg der äußeren Schiene, während das innere Rad mit seinem kleineren Durchmesser auf der inneren, kürzeren Schiene rollt.

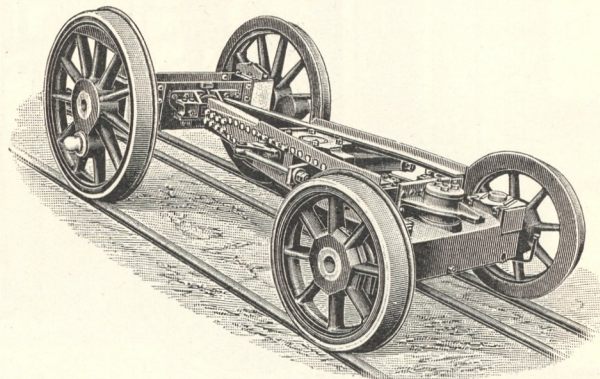


Fig. 1041. Kraußches Drehgestell.

Auf der geraden Strecke liegen die einzelnen Schienenstöße, d. h. die Verbindungsstellen der Schienen, sich gegenüber, die Räder einer Achse treffen also immer gleichzeitig die Vertiefung zwischen den Schienen; es entsteht dadurch eine Abwärtsbewegung der Lokomotive, die sich in regelmäßigen Zwischenräumen wiederholt (*Nicken* oder *Stampfen* der Lokomotive). Da die Umdrehung der Räder der Lokomotive durch einen Kurbelmechanismus erfolgt, wird die Triebachse nicht gleichmäßig angetrieben, weil der Hauptdruck auf den Kurbelzapfen in der ersten Hälfte des Hubes am größten ist. Diese Ungleichförmigkeiten rufen das *Zucken* der Lokomotive hervor, das sich dadurch äußert, daß diese sich nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern ruckweise bewegt. Infolge der Kurbelversetzung um 90° bei einer Zweizylinderlokomotive geschieht der Antrieb auf beiden Seiten nicht gleichzeitig mit derselben Größe; die Folge davon ist eine schlangenförmige Bewegung der Lokomotive im Gleise (*Schlingern*). Die wechselnden Kreuzkopfdrucke bei einer Umdrehung der Triebachse bewirken ferner ein Schwanken der Lokomotive um die wagerechte Längsachse (*Wanken*).

Man sucht die Ursachen der störenden Bewegungen durch entsprechende Bauart der

Lokomotive zu beseitigen. Durch Anbringen von Gegengewichten in den Rädern, welche die Wirkungen der hin und her gehenden Massen der Kolben, Kolbenstangen, Kreuzköpfe, Kurbeln und Kuppelstangen teilweise aufheben, werden die Zuckbewegungen gemildert. Bei Vierzylinderlokomotiven ergibt die Triebwerksanordnung einer Seite schon einen guten Massenausgleich, da je zwei Kurbeln einer Seite unter 180° versetzt sind, die Wirkungen der hin und her gehenden

Massen sich also aufheben. Ein langer Radstand und richtig gewählte Federanordnungen verringern die anderen Störungen auf ein erträgliches Maß. Vorteilhaft für den ruhigen Lauf der Lokomotive ist natürlich auch ein kräftiger, gut unterhaltener Oberbau.

5. Beschreibung einiger ausgeführter Lokomotiven für normalspurige Hauptbahnen.

Lokomotiven zur Beförderung von Personen- und Schnellzügen, die vorwiegend auf Flachlandstrecken verkehren, werden meist als 2-B Lokomotiven gebaut. Sie besitzen ein unter der Rauchkammer liegendes zweiachsiges Drehgestell, die Triebachse liegt dann vor, die Kuppelachse hinter der Feuerkiste. Diese Bauart eignet sich besonders für schnellen Gang und ist für die erwähnten Zwecke die meistgebrauchte Type. Sie kann bei Anwendung von Heißdampf etwa bis 1000 Pferdestärken leisten.

Eine Zweizylinder-Heißdampflokomotive der Preussischen Staatsbahnen dieser Gattung ist im Klappmodell dargestellt. Ihre Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser	550 mm
Kolbenhub	630 -
Triebraddurchmesser	2100 -
Rostfläche	2,29 qm
Verdampfungsheizfläche	138,9 -
Überhitzungsheizfläche	37,4 -
Reibungsgewicht betriebsfähig	32,0 t
Lokomotivgewicht	57,6 -

Die Lokomotive ist neuerdings auch für dieselbe Bahn versuchsweise mit Gleichstromzylindern ausgerüstet worden.

Bei höheren Leistungen kommt man mit dem bei der 2-B Bauart zulässigen Höchstgewicht von 50—55 Tonnen nicht mehr aus, man muß dann noch eine Achse mehr nehmen. Es entstand so die 2-B-1 Bauart, in Amerika als *Atlantic-Type* bekannt. Eine derartige Lokomotive zeigen Fig. 1042 und 1043, nämlich eine vierzylinderige Verbundlokomotive der badischen Staatsbahnen, von der Firma Maffei in München gebaut. Die vier

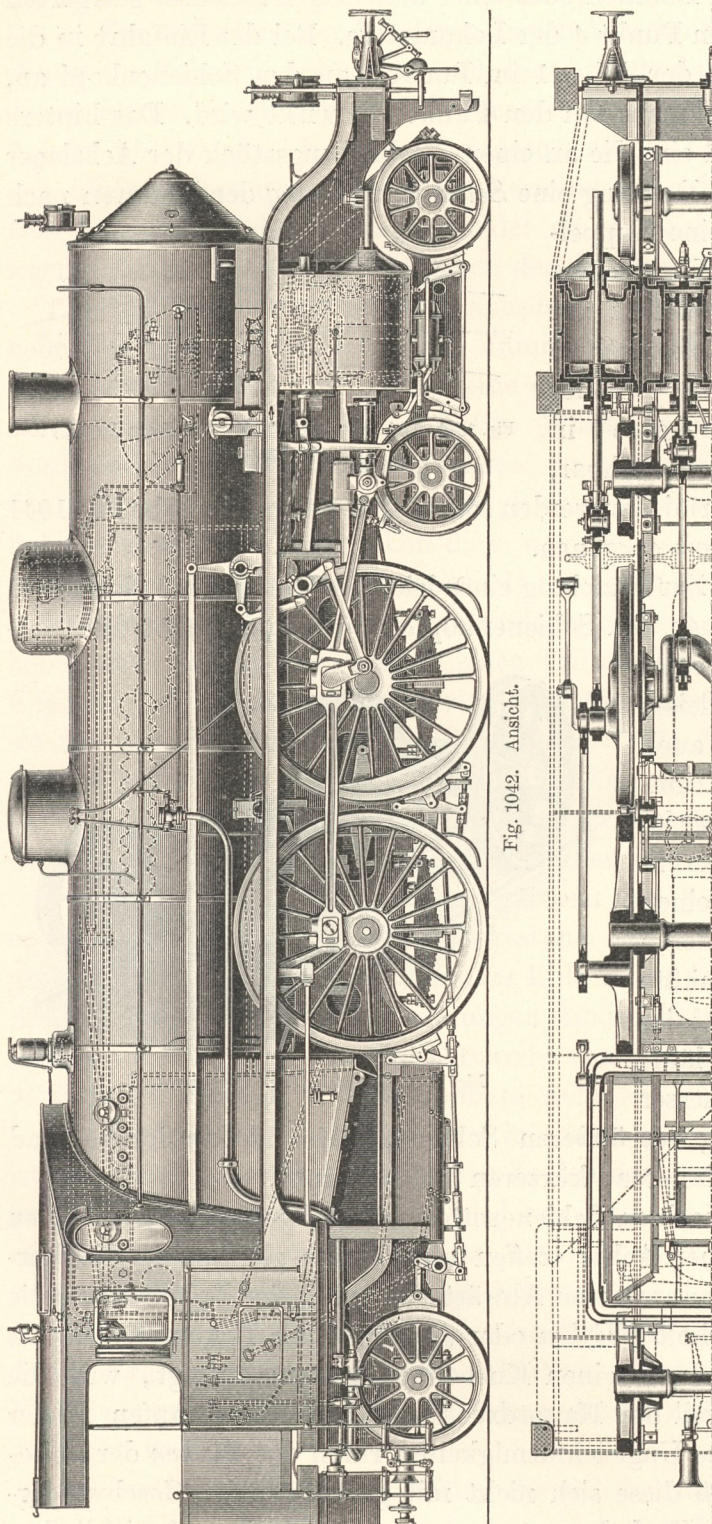


Fig. 1042. Ansicht.

Fig. 1043. Grundriß.

Fig. 1042 und 1043. 2-B-1 Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive der Badischen Staatsbahn.