

überschreiten. Die Hauptsache ist ein gut eingepaßter Steg, der besser am Rahmen, nicht an der erst angeschraubten Achslagerführung sitzen soll. Der Steg soll einen Querschnitt erhalten, der mindestens ein Fünftel des Rahmenquerschnitts beträgt.

Beanspruchung beim Anheben des Rahmens, wenn z. B. Achsen ausgewechselt werden. Anheben geschieht in der Weise, daß vorn und hinten Querträger unter die Rahmenenden gesteckt werden; das ganze Gewicht des Kessels belastet den Rahmen dann an der Rauchkammer und am hinteren Kesselträger. Obwohl der Kessel an der Rauchkammer fest mit dem Rahmen verschraubt ist, wird man der größeren Sicherheit wegen doch so rechnen, als ob er nur, wie hinten, lose aufliegt. Die Biegemomente lassen sich durch die gegebenen Belastungen (Kessel, Zylinder) aus dem Kräfteplan bestimmen, wobei das Eigengewicht des Rahmens als gleichmäßig verteilte Last anzunehmen ist. Aus den Momenten können dann die gefährlichen Querschnitte über den Achslagerausschnitten berechnet werden; die zulässige Biegebungsbeanspruchung ist 500 bis 600 kg/qcm.

Der Rahmen wird sich bei dieser Beanspruchung in der Mitte nach unten durchbiegen. Kesselstützen, die das Durchbiegen des Rahmens nach oben verhindern sollen, haben beim Anheben keinen Zweck, da sie sich abheben; eine bessere Versteifung geben Zugbänder, die um den Kessel herumgelegt werden und ihn dadurch von den Biegemomenten entlasten. Denselben Vorteil gewähren auch fest mit dem Kessel verbundene Kesselträger, die sich bei der Ausdehnung des Kessels durchbiegen, sogen. „Pendelleche“ (vgl. Abb. 162) aus etwa 8 mm starkem Blech.

2. Tragfedern und Ausgleichhebel.

Unter Zwischenschaltung von Tragfedern wird das Lokomotivgewicht auf die Radsätze übertragen. Es sind gewöhnlich Blattfedern zwischen den Achslagern und dem Rahmengestell, seltener Wickelfedern, da diese die Schwingungen weniger dämpfen.

Material für die Blattfedern ist sog. Federstahl (Flachstahl) oder Krupp'scher Spezialstahl. Je nach Raddurchmesser und Fahrwegwindigkeit der Lokomotive beträgt die Länge der Blattfeder 750 bis 1200 mm und mehr (in Belgien bis 1500 mm); die Breite 80 bis 130 mm, in der Regel 90 mm bei Lauf- und 100 bis 120 mm bei Trieb- und Kuppelachsen; die Stärke 8 bis 13 mm. Bei Kleinbahnlokomotiven finden sich Federabmessungen von (65 × 7) mm oder (75 × 10) mm.

Für Berechnung der Blattfeder gilt
$$P \cdot l = \frac{n \cdot b \cdot h^2}{6} \cdot kb.$$
 Somit ist die erforderliche Federblattzahl
$$n = \frac{6 P \cdot l}{b h^2 \cdot kb} \quad \text{Feder-}$$

durchbiegung (Federspiel) bei ruhender Last bei Vollbahnen 30 bis 45 mm, bei Nebenbahnen 20 bis 35 mm, Pfeilhöhe in unbelastetem Zustande 55 bis 75 mm oder 0 mm. Genau berechnet sich die Durchbiegung f_{mm} aus
$$f = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{l^3}{2} = \frac{6 l^3}{b h^3} \cdot \frac{P}{E} = \frac{l^2}{h} \cdot \frac{kb}{E},$$
 P ist die halbe Federbelastung in kg, E der Elastizitätsmodul = 20 000 bis

30 000 kg/qmm, $J = \frac{b h^3}{12}$ (für Federblatt von Rechteck-Querschnitt)

bei b mm Federbreite und h mm Federstärke, l die halbe Federlänge zwischen Aufhängepunkt bis Federbund in mm, k_b die zulässige Biegebungsbeanspruchung in kg/qmm. k_b bei ruhender Last 50 kg/qmm für gewöhnlichen Federstahl und 60 kg/qmm für Krupp'schen Spezial-

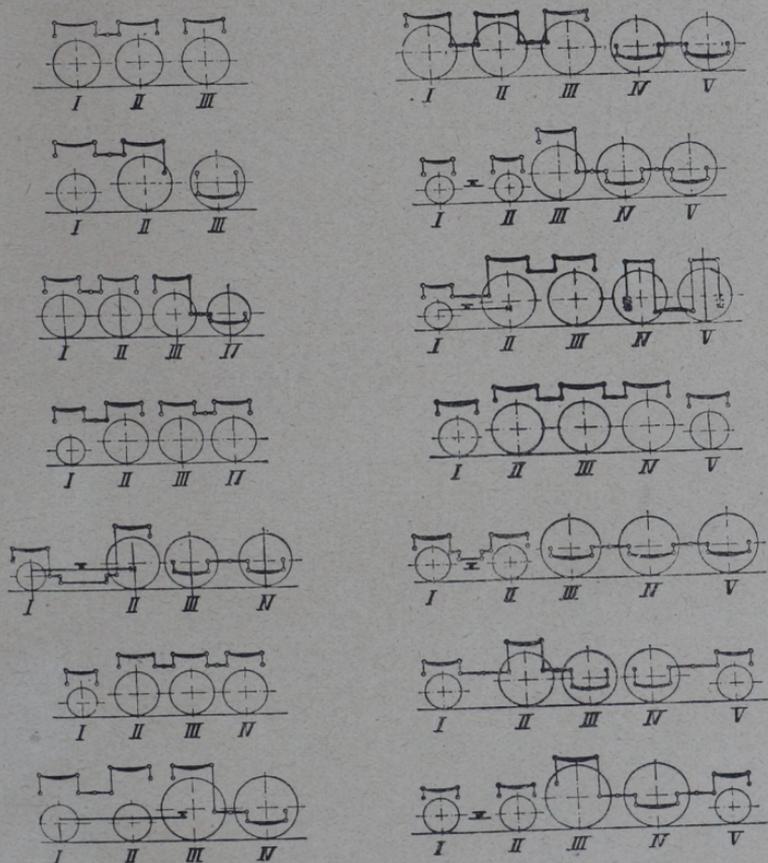


Abb. 180. Federanordnungen.

stahl. Wegen besserer Elastizität sind dünne breite Federlagen vorzuziehen. Außer der Durchbiegung f bei ruhender Last kommt noch die durch Stöße verursachte in Frage. Im ganzen darf die Biegebungsbeanspruchung nicht größer sein als 80 kg/qmm.

Preußisch normal ist 950 mm Länge in gestrecktem Zustande, (90×13) mm Querschnitt, 10 mm Pfeilhöhe. Gewicht einer Feder bei 11 Lagen (ausschließlich des 100 mm starken Federbundes) 61,9 kg.

Die Federblätter werden durch den Federbund zusammengehalten, der sich mittels Federstütze auf dem Achslagergehäuse abstützt oder daran aufgehängt ist. Die als Federspannschrauben ausgebildeten Federgehänge (2 bis 2,5 kg/qmm Beanspruchung) stellen die Verbindung her mit dem abgefederten Teil der Lokomotive. Ist die Anwendung der Feder in der Ebene der Achsbüchsen wegen Platzmangels nicht möglich, so empfiehlt sich der Einbau eines Quertägers und Abstützung der Federn auf den auskragenden Enden des Trägers.

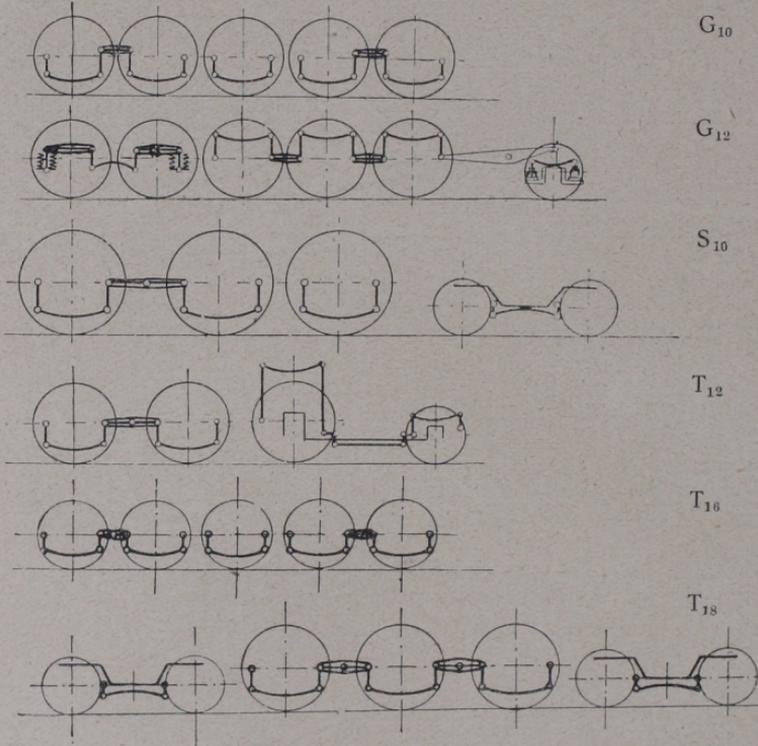


Abb. 181. Federanordnung preussischer Lokomotiven.

Zur Erzielung gleicher Achsbelastungen (Ausgleich von Stößen) bei gekuppelten Achsen werden die Federn mittels drehbar am Rahmen befestigter Ausgleichhebel (Abb. 180) miteinander verbunden. Sie bestehen aus Flußeisenguß, Flußeisen oder zwei Blechen, die durch Abstandhalter verbunden sind. Biegebungsbeanspruchung höchstens 12 kg/qmm. Ist die Anordnung von Ausgleichhebeln nicht möglich wegen Platzmangels oder zu großen Gewichtes, so läßt sich der Ausgleich durch Winkelhebel und Zugstangen ermöglichen. Die Verbindung zwischen Ausgleichhebel und Feder wird durch nachstellbare

Federstützen bewirkt. Bei amerikanischen Lokomotiven wird von der Nachstellung abgesehen; die Auflagerung erfolgt dort auf Schneiden. Bisweilen wird die Lage der Ausgleichhebel und Federn miteinander vertauscht. Man erreicht dadurch bei niedrigen Federn und tief liegender Feuerbüchse eine gut zugängliche Federung.

Mit der Abfederung hängt die Verteilung der Lokomotivgesamtlast auf die einzelnen Räder zusammen. Achsen, die auf jeder Seite eine Einzelfeder haben (selbständige Achse), geben für jede Lokomotivseite einen Stützpunkt. Jede durch Ausgleichhebel verbundene Federgruppe gilt als ein Unterstützungspunkt. Ein Querausgleichhebel gibt einen Punkt in der Lokomotivlängsachse. Kommen keine Querausgleichhebel zur Anwendung, so ist die linke und rechte Lokomotivseite getrennt für sich zu betrachten.

In Abb. 183 sind die beiden Federn der ersten und zweiten Achse auf einer Seite durch Längsausgleichhebel miteinander, die

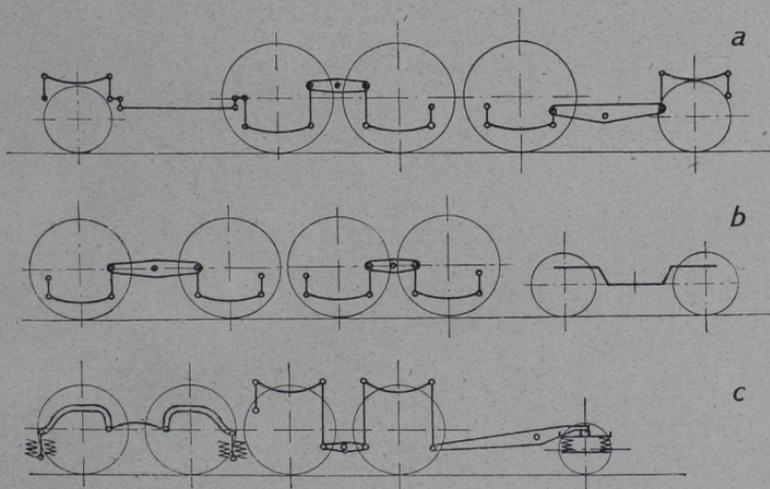


Abb. 182. Federanordnung ausländischer Lokomotiven. a) 1C1-Orientalische Eisenbahnen. b) 2D-Spanische M.Z.A.-Bahn c) 1D-Pennsylvania-Bahn.

Federn der letzten Achse beiderseits durch einen Querausgleichhebel verbunden, der in der Mitte belastet ist. Es ist also eine Unterstützung in drei Punkten. Sie hat den Vorteil, daß, wenn einmal die Achsdrücke I, II und III gleichgemacht sind, sie auch gleichbleiben, wenn z. B. Punkt III gesenkt wird. Wird bei mehrfacher Unterstützung, z. B. bei vierfacher (T_{12} in Abb. 181) ein Punkt gesenkt, so tritt an dieser Stelle eine Entlastung ein. Die Lokomotive Bauart G_{12} (Abb. 181) hat ebenfalls Unterstützung in drei Punkten. Die Tragfedern der vorderen drei gekuppelten Achsen liegen oberhalb der Achsbüchsen und sind durch Längsausgleichhebel miteinander verbunden; ferner ist zwischen der Laufachse und der ersten Kuppelachse ein quer und ein längs gelagerter Ausgleichhebel eingeschaltet. Zwischen den beiden hinteren Kuppelachsen liegt

auf jeder Seite eine Blattfeder; außerdem sind an jedem Ende der sich auf dem Achslagergehäuse abstützenden Ausgleichbügel zwei in Pfannen sitzende Wickelfedern eingebaut.

Abb. 182 zeigt einige ausländische Lokomotiven bezüglich ihrer Federanordnung.

3. Achslager und Führungen.

a) Achslager.

Sie bestehen aus: Achslagergehäuse (Flußeisenguß 37 bis 44 kg/qmm Festigkeit, 20% Dehnung), Lagerschalen (Rotguß mit Weißmetallspiegel) und Unterkasten (Gußeisen 18 bis 24 kg/qmm Festigkeit).

Es gibt Achslager mit obenliegender und mit untenliegender Abfederung. Das Gehäuse verschiebt sich senkrecht in den Führungen

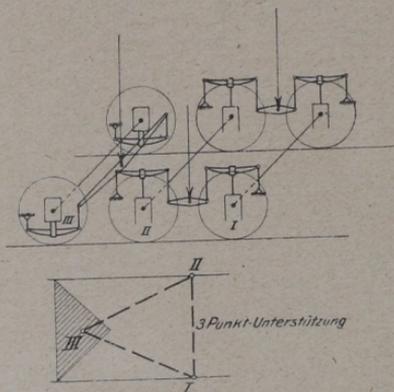


Abb. 183. Dreipunkt-Unterstützung

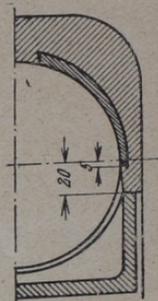


Abb. 184. Achslager mit verlängertem Weißmetallspiegel.

mit 40 mm Federspiel bei Regelspur. Die Lagerschale besteht aus Rotguß von 85% Cu, 9% Sn und 6% Zn mit Weißmetallspiegel aus einer Legierung, die durch Zusammenschmelzen von 1 kg Cu mit 2 kg Sb und 6 kg Sn entsteht. Während des Krieges hat die sog. „Ahlener Legierung“, bestehend aus 78% Pb, 8% Sn, 2% Cu und 12% Sb zufriedenstellende Ergebnisse geliefert. Neuerdings kommt vielfach sog. „Lurgimetal“ zur Verwendung. Es besteht aus 96% Pb, 2 bis 3 $\frac{1}{2}$ % Ba, etwas Na und etwa 0,5% Ca.

Der Unterkasten nimmt Öl und die Schmierpolster auf, die durch Federn von unten gegen die Achsschenkel gedrückt werden. Der Unterkasten soll leicht abnehmbar sein. Gegen Eindringen von Staub sind halbe Filzringe in die Nuten des Unterkastens eingelegt. Das Achslager mit untenliegender Abfederung unterscheidet sich von dem mit obenliegender nur durch die Ausbildung des unteren Gehäuseteiles. Die Lagerschalen umfassen meist bloß die obere Hälfte des Schenkelumfangs. Laufachslager tragen sogar nur auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Umfangs, um Heißlaufen zu vermeiden.