

Zur Ermittlung der Rahmenbelastung bzw. Entlastung dient die Zerlegung der Kräfte am Bremsgehänge (nach Abb. 250);

bei Vorwärtsfahrt ist

$$N \cdot \sin \alpha + \mu \cdot N \cdot \cos \alpha = V$$

$$N \cdot \cos \alpha - \mu \cdot N \cdot \sin \alpha - K = H$$

$$\mu \cdot N \cdot \sin \alpha \cdot b' - N \cdot \cos \alpha \cdot b' - N \cdot \sin \alpha \cdot c' - \mu \cdot N \cdot \cos \alpha \cdot c' + K \cdot a = 0$$

bei Rückwärtsfahrt ist

$$N \cdot \sin \alpha - \mu \cdot N \cdot \cos \alpha = V$$

$$N \cdot \cos \alpha + \mu \cdot N \cdot \sin \alpha - K = H$$

$$\mu \cdot N \cdot \cos \alpha \cdot c' - N \cdot \cos \alpha \cdot b' - N \cdot \sin \alpha \cdot c' + \mu \cdot N \cdot \sin \alpha \cdot b' + K \cdot a = 0$$

Durch sinngemäße Vereinigung der Gleichungen für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt erhält man die für die Doppelklotzbremse mit schräg angeordneten Bremsklötzen gültigen Beziehungen.

e) Untersuchung der Kraft- und Wegverhältnisse einer Doppelklotzbremse (Abb. 251 bis 253).

1) Kraftverhältnisse (Abb. 251).

Voraussetzung ist, daß Bremsklotzdruck N an allen Bremsklötzen gleich groß, daß Lokomotive im Stillstand angenommen, demnach $\mu \cdot N = 0$.

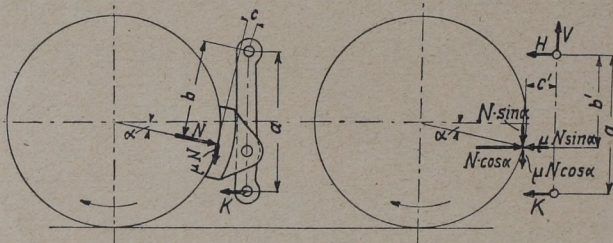


Abb. 249/250. Kräfte am Gehänge für einseitige Bremsung, Klotzdruck schräg nach oben.

Bremsgehänge I

Kräftegleichungen

$$N - H_1 - A = 0; \quad V_1 - V_{a1} = 0$$

Momentengleichung um Punkt I

$$A(a+b) - N \cdot a = 0; \quad \text{hieraus } A = \frac{N \cdot a}{a+b}$$

Bremsgehänge II

Kräftegleichungen

$$H_2 - N + B = 0; \quad B \cdot \operatorname{tg} \alpha - V_2 = 0$$

Momentengleichung um Punkt II

$$N \cdot c - B(c+d) = 0; \quad \text{hieraus } B = N \cdot \frac{c}{c+d}$$

Ausgleichshebel I

Kräftegleichung

$$A - B - Z_1 = 0; \quad \text{hieraus } Z_1 = A - B; \quad V_{a1} = B'' \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Momentengleichung um Punkt 1

$$A \cdot f - B(e + f) = 0; \text{ hieraus } \frac{e + f}{f} = \frac{A}{B} = \frac{N \cdot \frac{a}{a + b}}{N \cdot \frac{c}{c + d}} = \frac{a \cdot (c + d)}{c \cdot (a + b)}$$

Bremsgehänge III

Kräftegleichung

$$N - H_3 - C = 0$$

Momentengleichung um Punkt III

$$C(g + h) - N \cdot g = 0; \text{ hieraus } C = \frac{N \cdot g}{g + h}$$

Bremsgehänge IV

Kräftegleichung

$$H_4 - N + D = 0$$

Momentengleichung um Punkt IV

$$N \cdot i - D(i + k) = 0; \text{ hieraus } D = \frac{N \cdot i}{i + k}$$

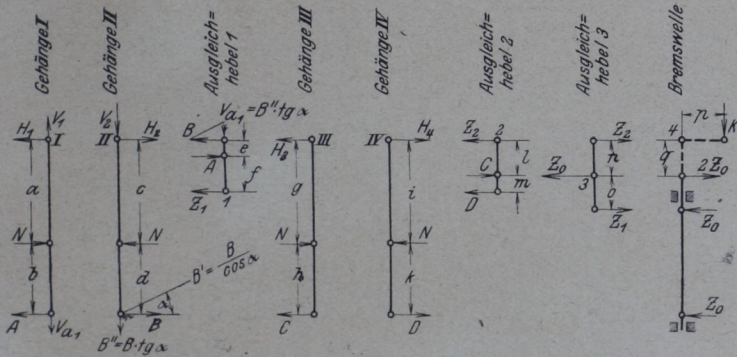


Abb. 251. Kraftverhältnisse der Bremse zu Abb. 252.

Ausgleichs-Hebel 2

Kräftegleichung

$$C - Z_2 - D = 0; \text{ hieraus } Z_2 = C - D$$

Momentengleichung um Punkt 2

$$D(l + m) - C \cdot l = 0$$

$$\frac{l + m}{l} = \frac{C}{D} = \frac{N \cdot g}{g + h}; \frac{N \cdot i}{i + k} = \frac{g}{g + h} \cdot \frac{i + k}{i}$$

Ausgleichs-Hebel 3

Kräftegleichung

$$Z_1 + Z_2 - Z_0 = 0; \text{ hieraus } Z_0 = Z_1 + Z_2$$

Momentengleichung um Punkt 3

$$Z_2 \cdot n = Z_1 \cdot o; \text{ hieraus } \frac{n}{o} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Berechnung von Z_1 :

$$Z_1 = A - B;$$

$$A = N \cdot \frac{a}{a + b} = 3500 \cdot \frac{545}{845} = 2260 \text{ kg}$$

$$B = N \cdot \frac{c}{c + d} = 3500 \cdot \frac{300}{698} = 1505 \text{ kg}$$

$$Z_1 = 2260 - 1505 = 755 \text{ kg}$$

Bremsgehänge III und IV, sowie Ausgleichhebel 2:

Bekannt sind $h = 390 \text{ mm}$, $i = 365 \text{ mm}$, $k = 480 \text{ mm}$, $l = 180 \text{ mm}$,
 $m = 90 \text{ mm}$; zu berechnen ist g unter Voraussetzung $Z_1 = Z_2$.

Berechnung von g :

$$\frac{a}{a + b} - \frac{c}{c + d} = \frac{g}{g + h} - \frac{i}{i + k}$$

$$\frac{545}{845} - \frac{300}{698} = \frac{g}{g + 390} - \frac{365}{845}$$

$$g = 712 \text{ mm};$$

am Ausgleichhebel 3 ist hiermit

$$Z_0 = Z_2 + 755 \text{ kg}$$

Hebelarm $n = o = 135 \text{ mm}$ gewählt.

An der Bremswelle findet die Vereinigung statt von

$$2Z_0 = 2(Z_1 + Z_2) = 2 \cdot 1510 = 3020 \text{ kg}$$

Der Bremszylinderdurchmesser wird gewählt zu $12\frac{1}{2}'' = 31,8 \text{ cm}$. Also
 ist der Druck auf den Bremskolben bei $3,5 \text{ at}$

$$K = \frac{31,8^2 \pi}{4} \cdot 3,5 = 2780 \text{ kg}$$

Hebel an Bremswelle:

Es ist $K \cdot p = 2Z_0 \cdot q$; aus der Ausführung liegt fest $q = 250 \text{ mm}$.

Hiermit wird

$$p = 2Z_0 \cdot \frac{q}{K} = 3020 \cdot \frac{250}{2780} = 272 \text{ mm}$$

II.) Wegverhältnisse (Abb. 253).

Die Entfernung zwischen Bremsklotz und Rad in gelöstem Zustand
 der Bremse sei u .

Bremsgehänge I

Der Weg an dem Bremsbalken nach Anziehen der Bremse sei x ;

dann ist

$$\frac{u}{x} = \frac{a}{a + b} \text{ oder } x = \frac{u \cdot (a + b)}{a}$$

Übertragung dieser Bewegung auf Zugstange Z_1 erfolgt durch Aus-
 gleichhebel.

Punkt $1'$ (Angriffspunkt der Stange B am Ausgleichhebel) sei fest-
 gehalten gedacht; dann ergibt sich die wirkliche Bewegung v an Zug-
 stange Z_1 zum Anziehen des Bremsgehänges I aus

$$\frac{x}{v} = \frac{e}{e + f}$$

Hiernach und unter Benutzung voriger Beziehung erhält man

$$v = \frac{u(a + b)}{a} \cdot \frac{e + f}{e}$$

Bremsgehänge II

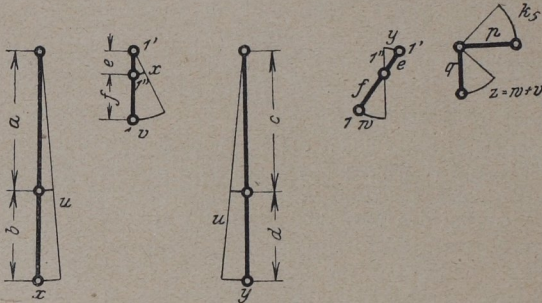
Der Weg an dem Bremsbalken nach Anziehen der Bremse sei x ; dann ist

$$\frac{u}{y} = \frac{c}{c + d} \text{ oder } y = \frac{u \cdot (c + d)}{c}$$

Übertragung dieser Bewegung auf Zugstange Z_1 erfolgt unter Zwischenschaltung von Stange B und Ausgleichhebel 1.

Punkt 1'' (Angriffspunkt des Bremsbalkens am Bremsgehänge I) sei festgehalten gedacht; dann ergibt sich die wirkliche Bewegung w an Zugstange Z_1 zum Anziehen des Bremsgehänges II aus

$$\frac{y}{w} = \frac{e}{f}$$



Gehänge I Ausgleichhebel 1 Gehänge II Ausgleichhebel 1 Bremswelle

Abb. 253. Wegverhältnisse der Bremse zu Abb. 252.

Hiernach und unter Benutzung der vorher für y aufgestellten Beziehung erhält man

$$w = u \frac{c + d}{c} \cdot \frac{f}{e}$$

Der gesamte Weg der Zugstange Z_1 zum Anziehen der Bremsklötzegehänge I und II ist demnach

$$z = v + w = u \cdot \left(\frac{a + b}{a} \cdot \frac{e + f}{e} + \frac{c + d}{c} \cdot \frac{f}{e} \right)$$

Der gleiche Weg wird beim Anziehen von Zugstange Z_2 zurückgelegt. Da beide Bewegungen parallel erfolgen, so findet keine Vergrößerung des Weges an Zugstange Z_0 statt.

Durch Hebel ist die Übersetzung an der Bremswelle $\frac{q}{p} = \frac{z}{k_s}$ worin k_s der Weg des Bremskolbens, so daß $k_s = \frac{p}{q} \cdot z$

Beispiel:

Zu ermitteln ist Weg k_s des Bremskolbens der vorher besprochenen Bremse der 1C-Lokomotive. Gegeben sind die Größen

a = 545 mm, b = 300 mm, c = 300 mm, d = 398 mm,
e = 90 mm, f = 180 mm, q = 250 mm, p = 272 mm.

Bremsklotzweg $\mu = 6$ mm.

Es wird also der Bremskolbenweg

$$k_s = \frac{p}{q} \cdot z = \frac{p}{q} \cdot u \left(\frac{a+b}{a} \cdot \frac{e+f}{e} + \frac{c+d}{c} \cdot \frac{f}{e} \right) \\ = \frac{272}{250} \cdot 6 \left(\frac{845}{545} \cdot \frac{270}{90} + \frac{698}{300} \cdot \frac{180}{90} \right) = 60,7 \text{ mm.}$$

f) Ausgeführte Beispiele.

a) Bremse der 2 C-4 Zyl. Heißd.-Verb.-S-Lok. der preuß. Staatsbahn (Abb. 254).

Die drei gekuppelten Achsen werden einseitig gebremst. Bremsklotzdruck ist schräg nach oben gerichtet. Bemerkenswert ist die Ausbildung der Bremswelle, die an einer Rahmenquerversteifung beweglich aufgehängt ist und gleichzeitig als Angriffspunkt für die vordere Bremszugstange dient. Je nach dem Bauart „Westinghouse“ oder „Knorr“ angewendet wird, ergibt sich folgendes:

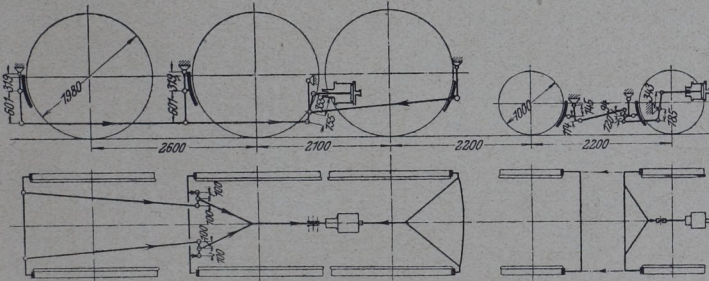


Abb. 254. Bremse der preußischen Gattung S₁₀!

Bei „Westinghouse“:

Reibungsdruck der gekuppelten Achsen 51 000 kg

Hiervon sollen abgebremst werden 65 bis 70 %

Durchmesser des Bremszylinders 355 mm

Druck im Bremszylinder 3,5 at

Arbeitsdruck des Bremszylinders $K = \frac{35,5^2 \cdot \pi}{4} \cdot 3,5 = 3465 \text{ kg}$

Bremsdruck = $K \cdot \left(\frac{510}{155} + \frac{355 \cdot 100 \cdot 920}{155 \cdot 200 \cdot 319} + \frac{355 \cdot 100 \cdot 920}{155 \cdot 200 \cdot 319} \right) = 34\,270 \text{ kg}$

Bremsprozentage von $G_r \sim 67\%$

Bei „Knorr“:

Reibungsdruck der gekuppelten Achsen 51 000 kg

Hiervon sollen abgebremst werden 85 bis 90 %

Durchmesser des Bremszylinders 280 mm

Druck im Bremszylinder 7 at

Arbeitsdruck des Bremszylinders $K = \frac{28^2 \cdot \pi}{4} \cdot 7 = 4310 \text{ kg}$

Bremsdruck = $K \cdot \left(\frac{510}{155} + \frac{355 \cdot 100 \cdot 920}{155 \cdot 100 \cdot 319} + \frac{355 \cdot 100 \cdot 920}{155 \cdot 200 \cdot 319} \right) = 42\,630 \text{ kg}$

Bremsprozentage von $G_r \sim 83,5\%$