

Die Erzeugung der Bremskraft B geschieht durch Anpressen eines Bremsklötzes gegen den Radreifen mit Druck N , derart, daß bei Reibungszahl μ zwischen Bremsklotz und Rad Bremskraft $B = \mu \cdot N$ erzeugt wird. Reibungszahl μ ist nach Versuchen von Galton¹⁾ in hohem Maße abhängig von der Fahrgeschwindigkeit; je größer Fahrgeschwindigkeit, um so kleiner μ . Zur Erzeugung gleichmäßiger Bremskraft B muß demnach N mit abnehmender Geschwindigkeit kleiner werden.

Bei der Knorr-Luftdruckbremse beispielsweise ist der Bremsklotzdruck regelbar durch Kunzeschen Bremsdruckregler. Wird bei zulässige Schienenreibungswert, z. B. $0,135 \cdot P$, wobei P die Radabnehmender Geschwindigkeit Bremsklotzreibung $\mu \cdot N$ größer als der belastung angibt, so wird eine Feder zusammengedrückt, und durch ein gesteuertes Ventil entweicht solange Luft aus dem Bremszylinder, bis die Bremsklotzreibung auf den zulässigen Wert $\mu \cdot N = 0,135 \cdot P$ verringert ist. Hierdurch gleichmäßiger Bremswiderstand während des ganzen Verlaufs der Bremsung. Wird die Bremskraft $\mu \cdot N > \text{Reibungskraft am Radumfang } \mu' \cdot P$, wobei μ' die Reibung zwischen Rad und Schiene, so wird das Rad festgestellt und die Lokomotive rutscht. Hierdurch bedeutende Ermäßigung der Bremswirkung, da die Reibungszahl der gleitenden Reibung verhältnismäßig klein.

Für Berechnung neu zu erbauender Bremsen ist Rücksichtnahme auf veränderliche Reibungszahlen nicht erforderlich, da im allgemeinen die Höhe der Abbremsung in Prozent des Dienstgewichtes der Lokomotive vorgeschrieben ist. Die preuß. Staatseisenbahnen verlangen z. B. bei $3\frac{1}{2}$ at Druck im Bremszylinder der Luftdruckbremse Abbremsung von 65 bis 70% des auf sämtliche gekuppelte Achsen entfallenden Gewichtes. Für Laufachsen und Drehgestelle ist der Bremsdruck 50% des auf diese entfallenden Gewichtes. Drehgestelle sind stets mit besonderem Bremszylinder auszurüsten. Für die Dampfbremse gelten Vorschriften, wie für die Luftdruckbremse, jedoch ist als Druck im Bremszylinder voller Kesseldruck anzusetzen. Bei Tenderlokomotiven ist bei Ermittlung des Bremsklotzdruckes das Gewicht mit halben Vorräten an Wasser und Kohle anzunehmen. Tender sollen mit 70% des Tendergewichtes bei halben Vorräten an Wasser und Kohle abgebremst werden, wobei als Druck im Zylinder der Druckluftbremse $p = 4$ at zu wählen ist. Bei der Kunze-Knorr-Schnellbahn-Verbundbremse kann der Bremsklotzdruck bis zu 170% des Dienstgewichtes gesteigert werden.

d) Kräfte am Bremsgehänge.

I. Einseitig wirkende Klotzbremse; Bremsdruck wagerecht gerichtet (Abb. 247).

Momentengleichung um Punkt 1:

Für Vorwärtsfahrt (in Pfeilrichtung)

$$K \cdot a - N \cdot b - \mu \cdot N \cdot c = 0; \text{ hieraus } K = \frac{N \cdot b + \mu \cdot N \cdot c}{a}$$

Für Rückwärtsfahrt

$$K \cdot a - N \cdot b + \mu \cdot N \cdot c = 0; \text{ hieraus } K = \frac{N \cdot b - \mu \cdot N \cdot c}{a}$$

Zur Erzeugung der gleichen Bremskraft ist demnach bei Vorwärtsfahrt größerer Zug am Bremsgehänge erforderlich als bei Rückwärts-

¹⁾ Für gußeiserne Bremsklötze auf stählernen Radreifen.

fahrt. Gleiche Bremskraft vorwärts wie rückwärts bei gleicher Zugkraft am Bremsgehänge ist nur möglich, wenn $c = 0$, d. h. wenn der Aufhängungspunkt des Bremsgehänges senkrecht zum Anpressungsdruck N angeordnet ist.

Durch Abdrehen der Radreifen wird Veränderlichkeit des Durchmessers D der Räder bedingt, womit die Bedingung $c = 0$ für die ganze Laufzeit des Radsatzes unerfüllbar.

Durch Bremsung verursachter einseitiger Lagerdruck N ergibt sich nach Abb. 247

$$\begin{aligned} \text{für Vorwärtsfahrt} \quad \text{aus } N &= \frac{K \cdot a}{b + \mu \cdot c} \\ \text{für Rückwärtsfahrt} \quad \text{aus } N &= \frac{K \cdot a}{b - \mu \cdot c} \end{aligned}$$

Bei Bremsung tritt $B = \mu \cdot N$ während Vorwärtsfahrt als Rahmenbelastung, während Rückwärtsfahrt als Rahmenentlastung auf.

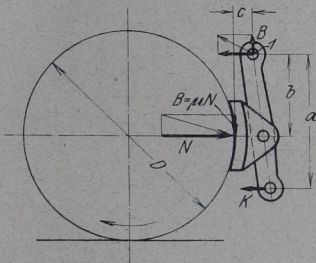


Abb. 247. Kräfte am Gehänge für einseitige Bremsung, Klotzdruck wagerecht.

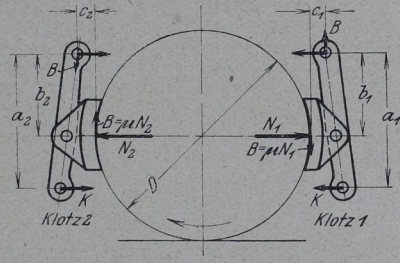


Abb. 248. Kräfte am Gehänge für doppelseitige Bremsung, Klotzdruck wagerecht.

II. Doppelseitig wirkende Klotzbremse; Bremsdruck wagerecht gerichtet (Abb. 248).

Zugkraft K ist an beiden Bremsgehängen gleich. Es wird für Vorwärtsfahrt (in Pfeilrichtung)

$$\text{an Bremsklotz 1: } N_1 = \frac{K \cdot a_1}{b_1 + \mu \cdot c_1}$$

$$\text{an Bremsklotz 2: } N_2 = \frac{K \cdot a_2}{b_2 - \mu \cdot c_2}$$

Für Rückwärtsfahrt gelten die entgegengesetzten Vorzeichen im Nenner der beiden Gleichungen. Die Bremskraft an beiden Bremsklötzen ist demnach verschieden groß. Somit ist auch bei Doppelklotzbremse nicht ausgeglichener wagerechter Druck auf die Achslager vorhanden.

III. Einseitig wirkende Klotzbremse; Bremsdruck schräg nach oben gerichtet (Abb. 249 und 250).

Der Winkel zwischen der Richtung des Bremsklotzdruckes und der Wagerechten sei α . Mit den Bezeichnungen der Abb. 249 ist

$$\text{für Vorwärtsfahrt } K \cdot a = N \cdot b + \mu \cdot N \cdot c; \text{ hieraus } K = \frac{N \cdot b + \mu \cdot N \cdot c}{a}$$

$$\text{für Rückwärtsfahrt } K \cdot a = N \cdot b - \mu \cdot N \cdot c; \text{ hieraus } K = \frac{N \cdot b - \mu \cdot N \cdot c}{a}$$

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 $\mu \cdot N = 0$.

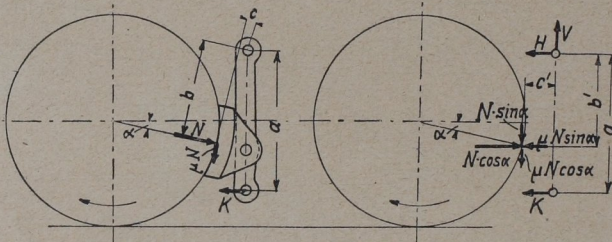


Abb. 249/250. Kräfte am Gehänge für einseitige Bremsung, Klotzdruck schräg nach oben.

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

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