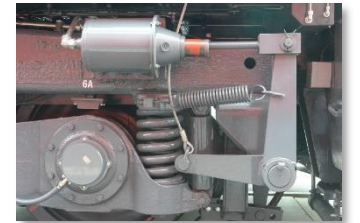
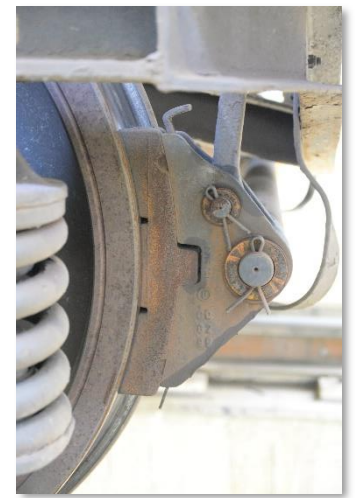


# Vorlesungsinhalte

- Einführung
- Grundlagen der Schienenfahrzeugbremstechnik
- Einteilung und Klassifizierung von Eisenbahnbremsen
- Fahrdynamik der Bremsung
- Bremsmechanik (Klotzbremsen)
- **Bremsauslegung**
- Bremspneumatik
- Bremsanschriften und Bremsbewertung
- Anforderungen und Vorschriftenwerke
- Praktikum Bremsdemonstrationsstand



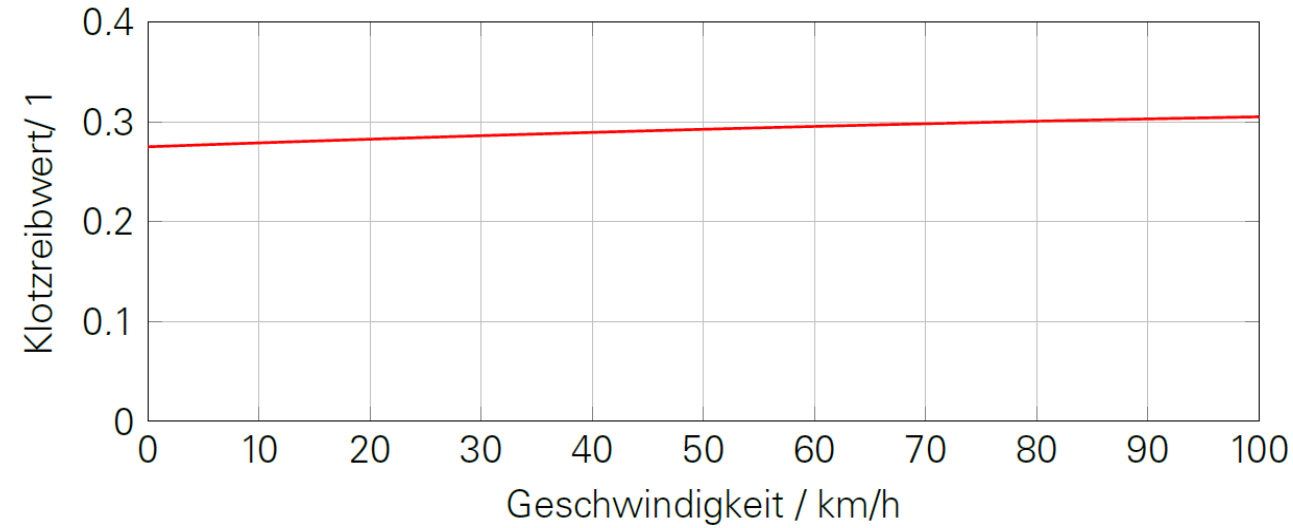
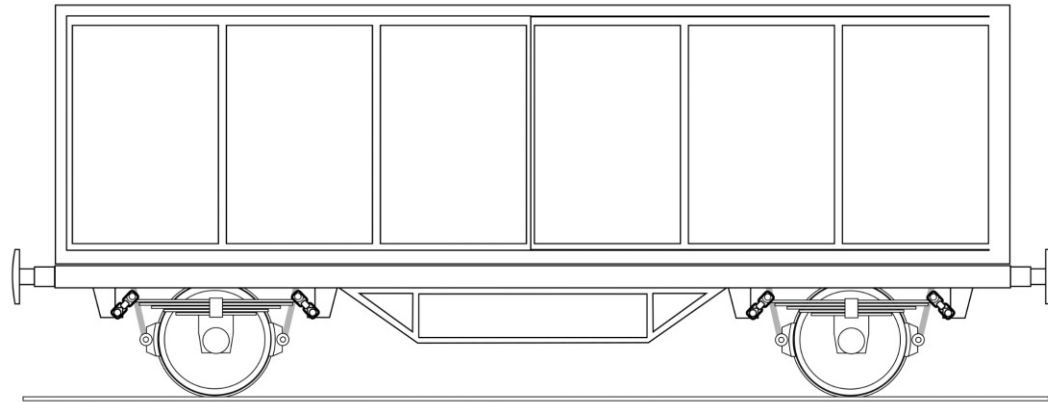
# Bremsauslegung eines Güterwagens mit K-Sohlen

Bremsauslegung auf physikalischer Basis



**Selbststudium**  
(in Verbindung mit Kap. 6 der  
Umdrucksammlung)  
Folien erklären können in der  
nächsten Vorlesung

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen und K-Sohlen



## Angaben zum Wagen:

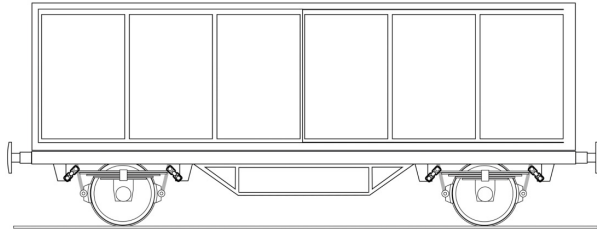
Bremsbauart:	Klotzbremse
<b>Bremssohlen:</b>	<b>K-Sohlen</b>
Eigenmasse:	16,5 t
Massenfaktor (leer):	1,08
max. Radsatzfahrmasse:	20 t
Höchstgeschwindigkeit:	100 km/h
spezifische Grundwiderstandskraft:	0,0022
Schwellzeit:	4 s

## Forderungen

max. Bremsweg:	630 m
max. ausgenutzter Kraftschluss:	0,11

Für Wagen mit Verbundstoffsohlen (K-Sohlen) erfolgt eine Bremsberechnung auf physikalischer Basis, die durch Versuche nachzuweisen ist.

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



1. Ist der geforderte Bremsweg für das Fahrzeug realistisch?

Überschlagsrechnung mit zweiteiligem Bremsmodell:  $s_B = v_0 t_U + \frac{v_0^2}{2b_m}$  mit:  $t_U = t_A + \frac{1}{2} t_S$   
 $t_A \approx 0$  und  $t_S = 4 \text{ s}$

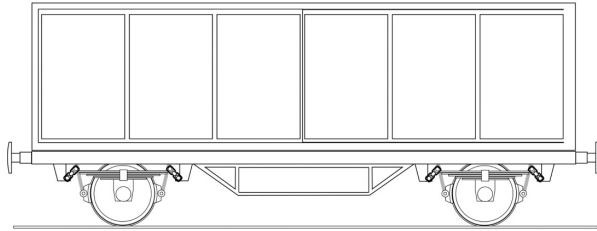
$$b_m \leq b_{m,\max} ?$$

$$b_m = \frac{v_0^2}{2(s_B - v_0 t_u)} = \frac{27,7778^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \left( 630 \text{ m} - \frac{27,7778 \text{ m}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ s} \right)} = 0,672 \text{ m/s}^2$$

$$b_{m,\max} = g\tau = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,11 = 1,08 \text{ m/s}^2$$

$$b_m \leq b_{m,\max} \text{ w.A.}$$

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



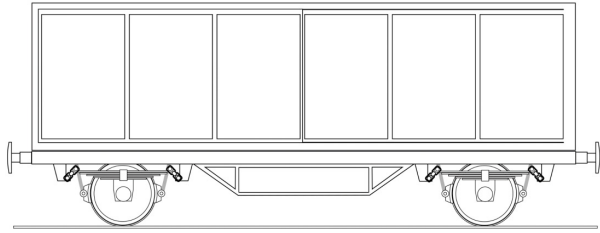
2. Wie groß ist die erforderliche mittlere Bremskraft?

$$0 = -\xi m \ddot{x} - F_B$$

$$F_{B,erf} = -\xi m \ddot{x} \quad \text{Hinweis: } \xi_{bel} = 1 + (\xi_{leer} - 1) \frac{m_{leer}}{m_{bel}}$$

$$F_{B,erf} = 1,033 \cdot 40 \text{ t} \cdot 0,672 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 28 \text{ kN}$$

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



3. Wie groß ist die erforderliche mittlere Klotzkraft?

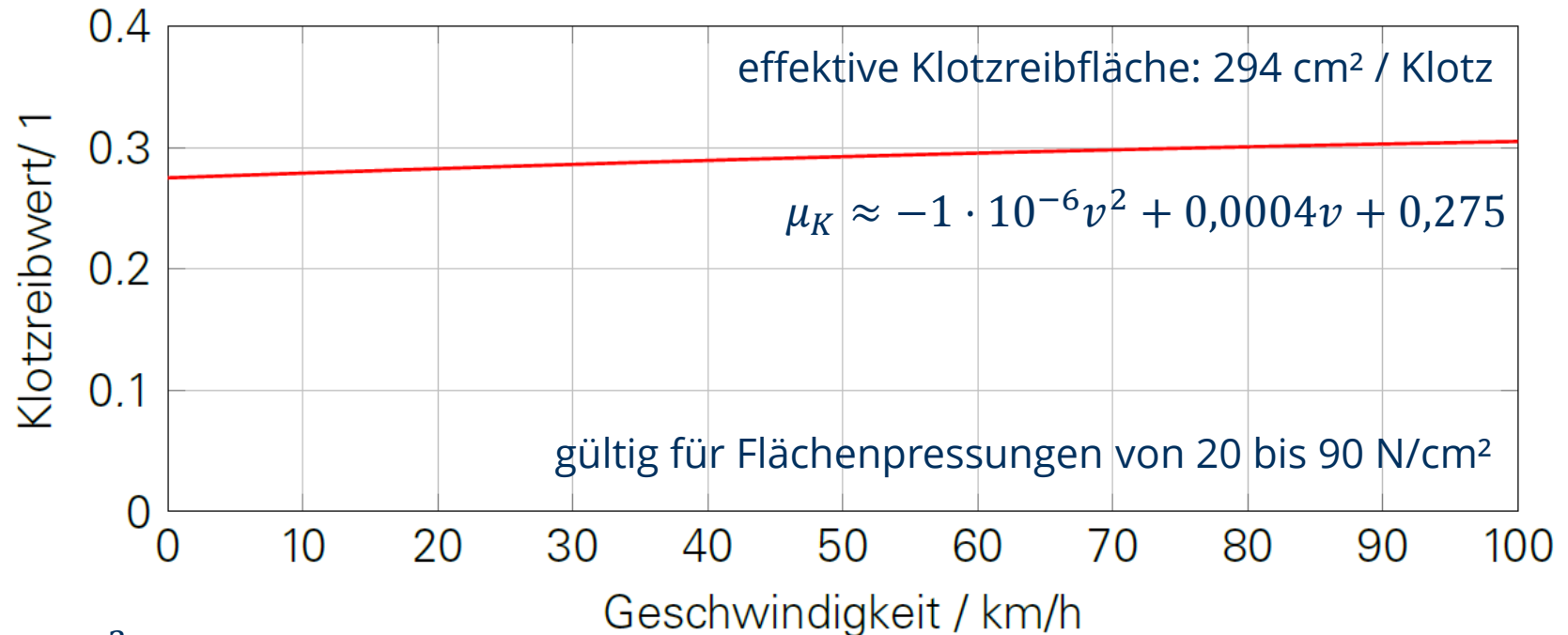
$$F_{B,erf} = \sum F_{K,erf} \cdot \mu_{K,m} \quad \mu_{K,m} = ? \quad \text{Gültigkeit der Reibwertkurve?}$$

$$\mu_{K,m} = \frac{\int_0^{100} \mu_k(v) dv}{\Delta v}$$

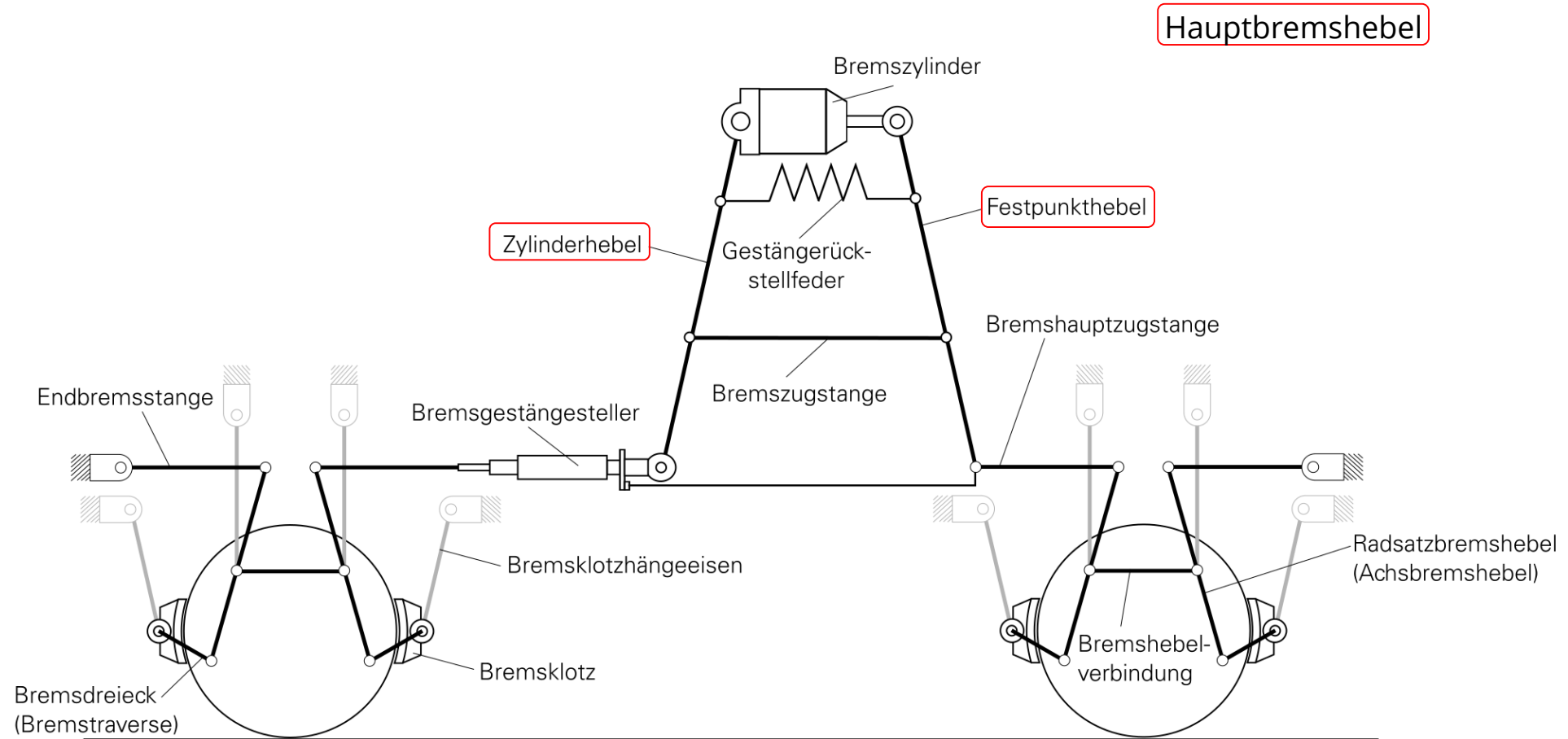
$$\mu_{K,m} \approx 0,29$$

$$\sum F_{K,erf} = \frac{F_{B,erf}}{\mu_{K,m}} = \frac{28 \text{ kN}}{0,29} = 97 \text{ kN}$$

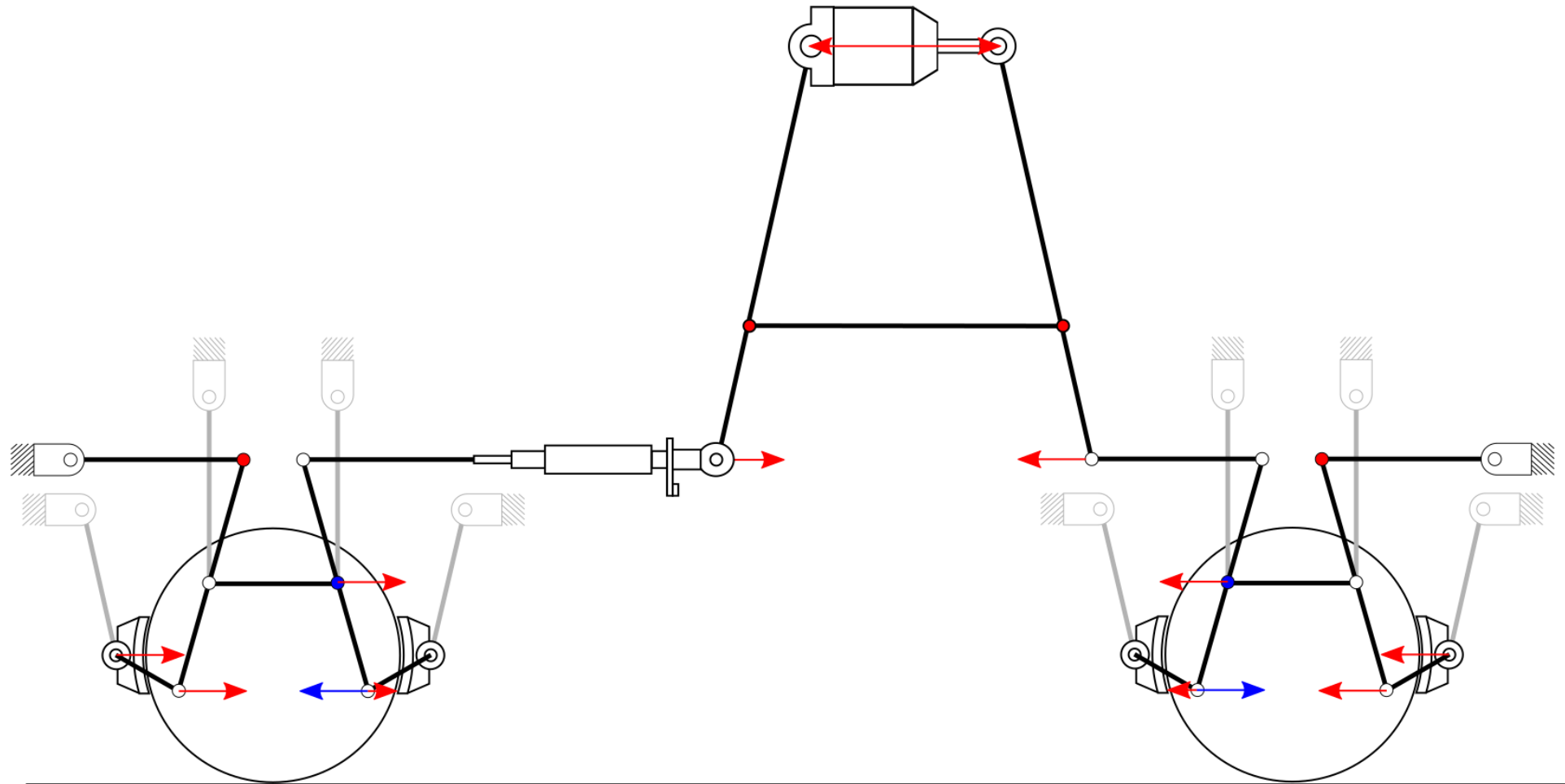
$$p_K = \frac{\sum F_{K,erf}}{8 \cdot 294 \text{ cm}^2} = \frac{97000 \text{ N}}{2352 \text{ cm}^2} = 41,2 \text{ N/cm}^2$$



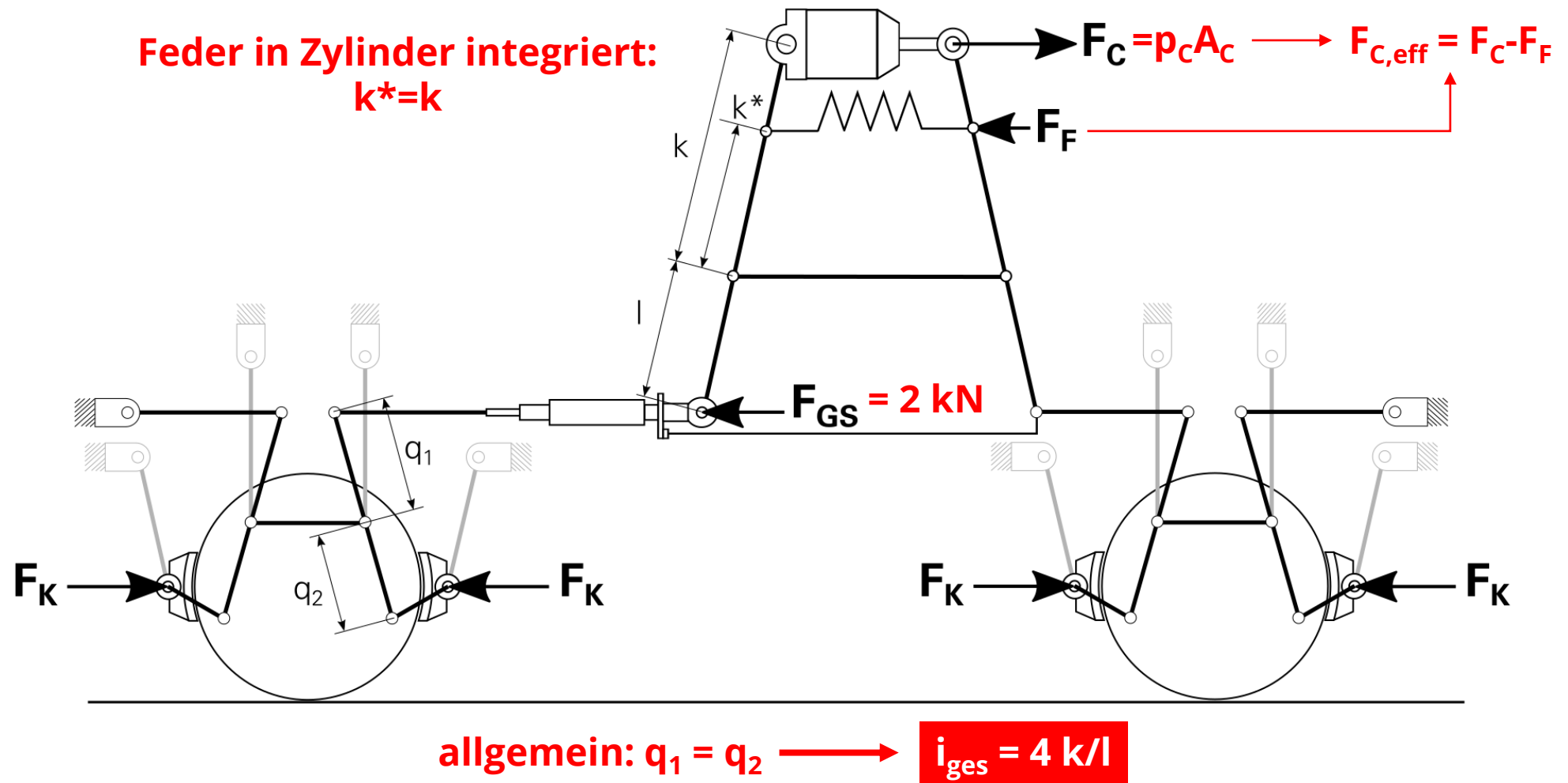
# Standard-Bremsgestänge (Aufbau)



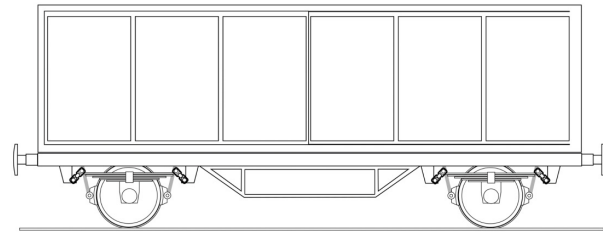
# Standard-Bremsgestänge (Kinematik)



# Standard-Bremsgestänge (Kräfte)



# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen

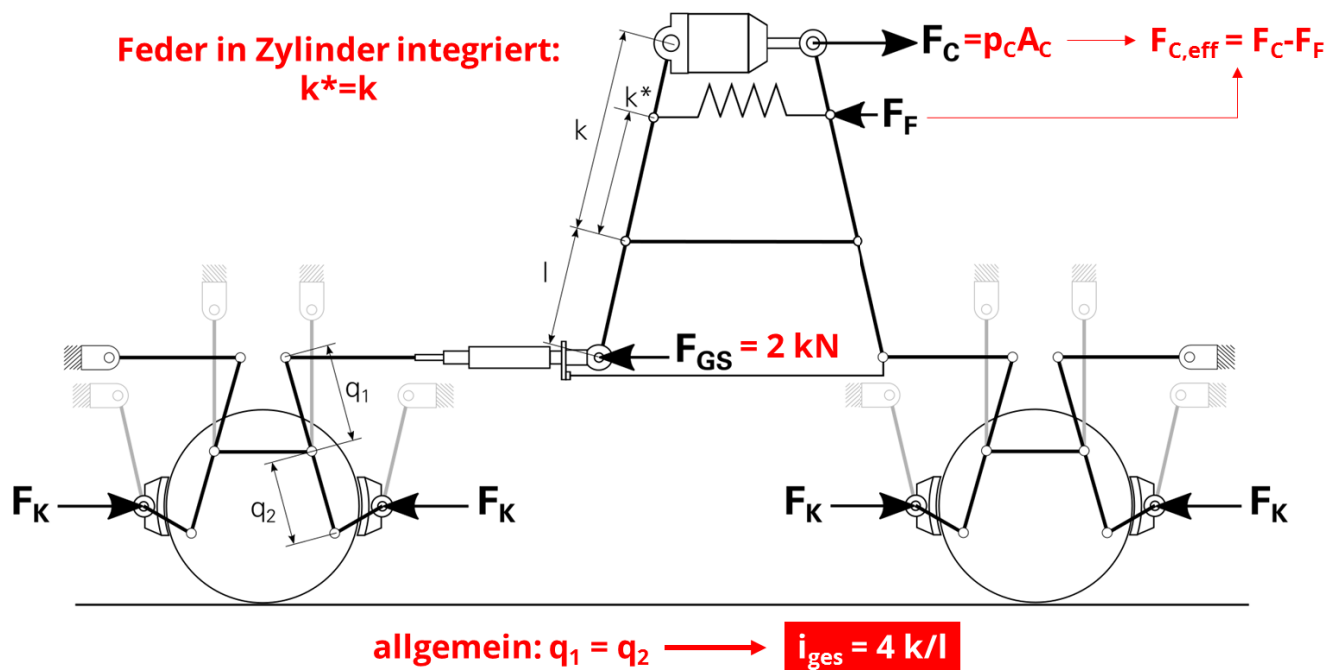


4. Wie groß ist die erforderliche Übersetzung des Mittenbremsgestänges?

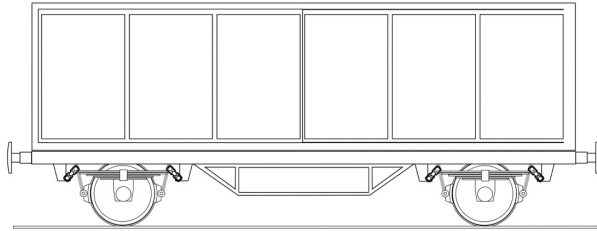
$$\sum F_K = (F_C \cdot i_{ges} - F_F \cdot i_F - F_{GS} \cdot i_{GS}) \cdot \eta_{dyn}$$

$$\sum F_K = \left[ \left( p_C \cdot \frac{\pi}{4} d_C^2 - F_F \right) \cdot 4 \frac{k}{l} - 4F_{GS} \right] \eta_{dyn}$$

$$\frac{k}{l} = \frac{\frac{\sum F_K}{\eta_{dyn}} + 4F_{GS}}{4 \left( p_C \cdot \frac{\pi}{4} d_C^2 - F_F \right)} = \frac{\frac{\sum F_K}{\eta_{dyn}} + 4F_{GS}}{4F_{C,eff}}$$



# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



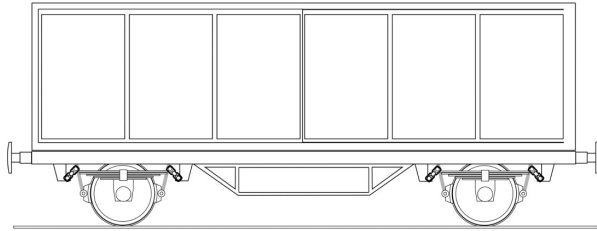
4. Wie groß ist die erforderliche Übersetzung des Mittlenbremsgestänges?

$$\frac{k}{l} = \frac{\frac{\sum F_K}{\eta_{dyn}} + 4F_{GS}}{4 \left( p_C \cdot \frac{\pi}{4} d_C^2 - F_F \right)} = \frac{\sum F_K}{\eta_{dyn}} + 4F_{GS}}{4F_{C,eff}}$$

$$\eta_{dyn} = 0,83$$

$d_C$ in Zoll	$d_C$ in mm	$A_C$ in $cm^2$	$F_C$ in N bei $p_C = 3,8$ bar	$F_F$ in N	$F_{C,eff}$ in N	$k/l$	$i_{ges}$
6	150	176,7	6715	600	6115	5,105	20,420
8	203	323,7	12301	750	11551	2,703	10,812
10	255	510,7	19407	1400	18007	1,734	6,936
11	280	615,8	23400	1400	22000	1,419	5,676
12	300	706,9	26862	1400	25462	1,226	4,904

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



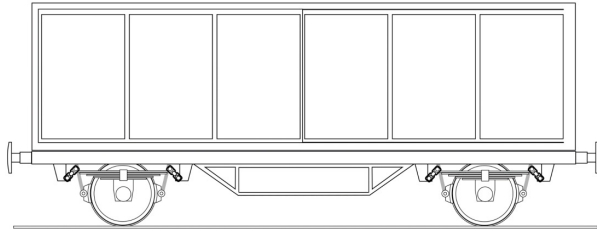
5. Wie groß ist die Bremskraft mit der gewählten Übersetzung?

$$F_B = \sum F_K \cdot \mu_K \quad \Sigma F_K = \left[ \left( p_C \cdot \frac{\pi}{4} d_C^2 - F_F \right) \cdot 4 \frac{k}{l} - 4F_{GS} \right] \eta_{dyn}$$

$$\Sigma F_K = (F_{C,eff} i_{ges} - 4F_{GS}) \eta_{dyn} \longrightarrow \Sigma F_K = (11,551 \text{ kN} \cdot 4 \cdot 2,703 - 8,0 \text{ kN}) \cdot 0,83 = 97 \text{ kN}$$

d <sub>C</sub> in Zoll	d <sub>C</sub> in mm	A <sub>C</sub> in cm <sup>2</sup>	F <sub>C</sub> in N bei p <sub>C</sub> = 3,8 bar	F <sub>F</sub> in N	F <sub>C,eff</sub> in N	k/l	i <sub>ges</sub>
6	150	176,7	6715	600	6115	5,105	20,420
8	203	323,7	12301	750	11551	2,703	10,812
10	255	510,7	19407	1400	18007	1,734	6,936
11	280	615,8	23400	1400	22000	1,419	5,676
12	300	706,9	26862	1400	25462	1,226	4,904

# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen

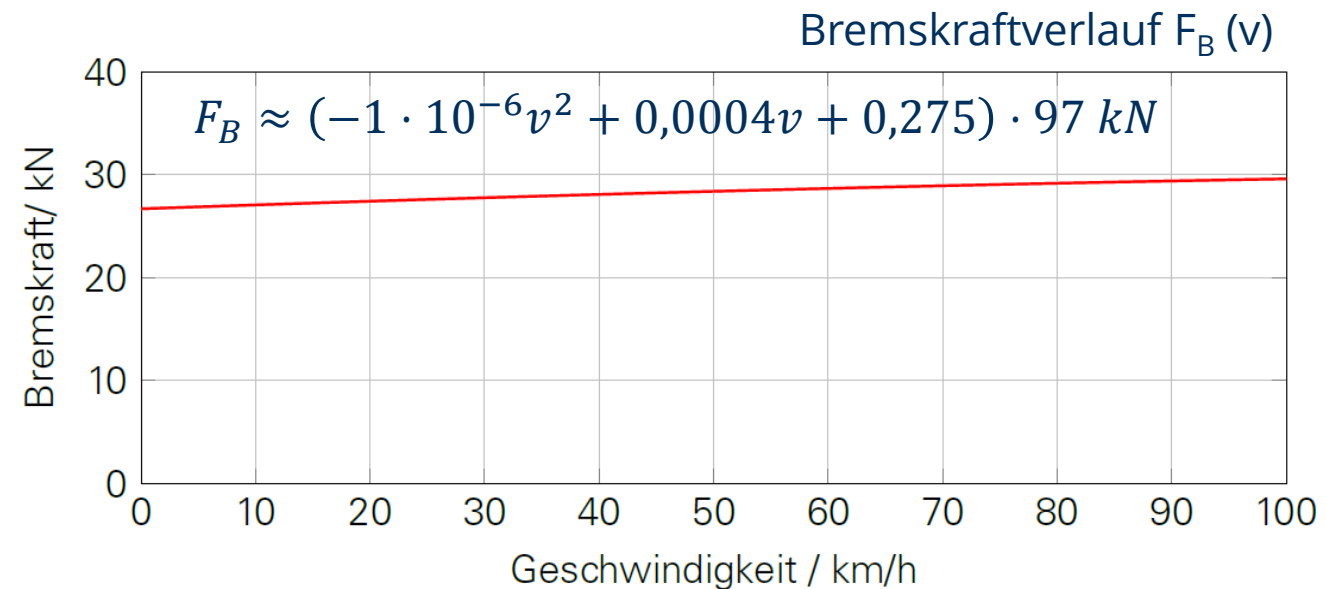


5. Wie groß ist die Bremskraft mit der gewählten Übersetzung?

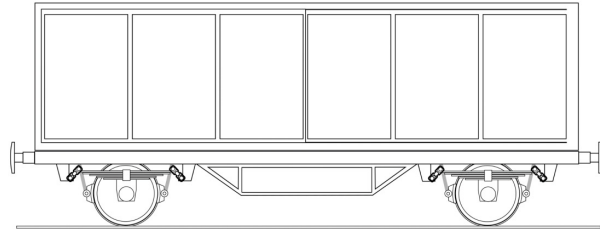
$$\sum F_K = (F_{C,eff} i_{ges} - 4F_{GS}) \eta_{dyn}$$

$$\sum F_K = (11,551 \text{ kN} \cdot 4 \cdot 2,703 - 8,0 \text{ kN}) \cdot 0,83 = 97 \text{ kN}$$

$$F_B = \sum F_K \cdot \mu_K$$

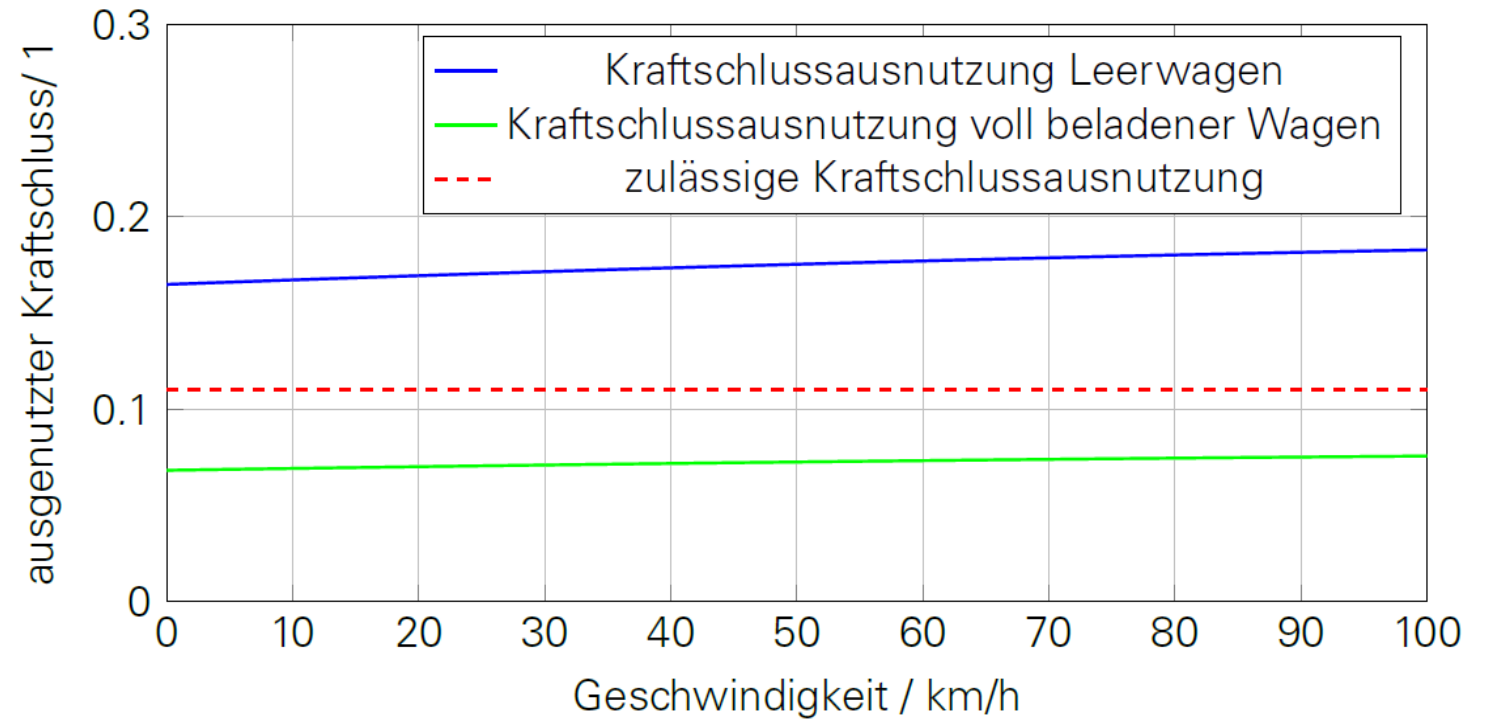


# Bremsauslegung eines Güterwagens mit zwei Radsätzen



6. Wie groß ist der ausgenutzte Kraftschluss bei leerem Fahrzeug?

$$\tau_{eff} = \frac{F_B}{m_{leer} \cdot g}$$



siehe auch Umdrucksammlung