

Musterlösung zur Übung „Grundlagen der Fahrzeugtechnik I“

Übung 1 - 11.11.2016

1 Aufgaben zu Fahrwiderständen

a)

i.	Radwiderstand	$F_{\text{RWheel},i}$
ii.	Luftwiderstand	F_{RAir}
iii.	Steigungswiderstand	F_{RIn}
iv.	Beschleunigungswiderstand	F_{RA}
v.	Zugwiderstand	F_{trac}
vi.	Triebwerkswiderstand (Antriebsstrang)	F_{RPT}

b) $F_{\text{RWheel},i} = F_{\text{RR},i} + F_{\text{R}\alpha,i} + F_{\text{RFl},i}$
 $F_{\text{RR},i} = F_{\text{RFlex},i} + F_{\text{RAir},i}$

Radwiderstand $F_{\text{RWheel},i}$: Radwiderstand je Rad

Rollwiderstand $F_{\text{RR},i}$: Definiert als Bewegungswiderstand eines Rades, das auf einer Ebene frei rollt (also keine Antriebs- und Bremsmomente, auch nicht aus Lagerreibung)

Schräglaufwiderstand $F_{\text{R}\alpha,i}$: Schräglaufwinkel α (zwischen Reifenhauptebene und Radschwerpunktsgeschwindigkeit) erzeugt Seitenführungskraft S senkrecht zur Radebene. Der Schräglaufwiderstand entspricht dem Anteil von S entgegen Fahrtrichtung.

Schwallwiderstand $F_{\text{RFl},i}$: Entsteht bei der Wasserverdrängung des Reifens.

Walkwiderstand $F_{\text{RFlex},i}$: Entsteht durch Verformung des Reifens beim Durchlaufen der Aufstandsfläche (Latsch). Etwa 80% von $F_{\text{RR},i}$.

Luftwiderstand $F_{\text{RAir},i}$: Strömungswiderstand des bewegten Rades (Translation und Rotation), etwa 10% von $F_{\text{RR},i}$.

c)

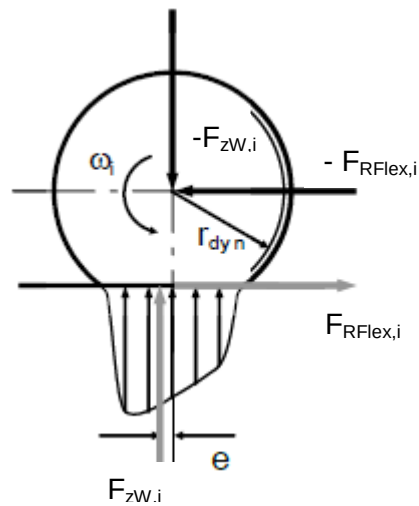


Abbildung : Skizze eines abrollenden Reifens

$$\sum M = 0 = r_{dyn} \cdot (-F_{RFlex,i}) + F_{zW,i} \cdot e$$

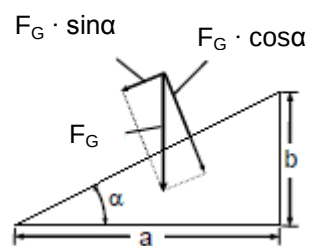
$$F_{RFlex,i} \cdot r_{dyn} = e \cdot F_{zW,i} \quad | : r_{dyn}$$

$$F_{RFlex,i} = \frac{e}{r_{dyn}} \cdot F_{zW,i}$$

$$f_{RFlex,i} = \frac{e}{r_{dyn}}$$

e = Versatz der resultierenden Radlast gegenüber Mitte.

d)



$$F_{RIn} = F_G \cdot \sin \alpha$$

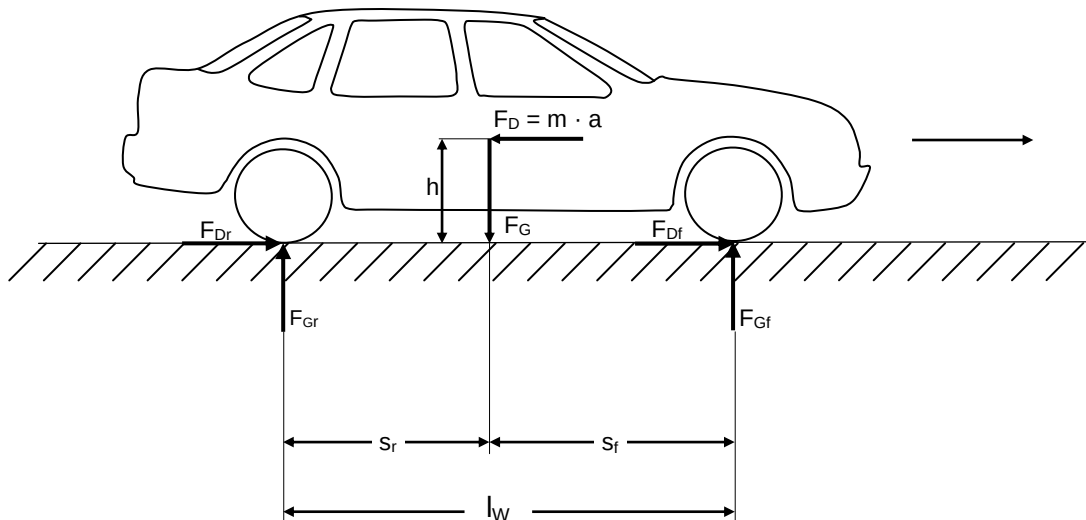
$$\text{Steigung } 20 \%: \tan \alpha = 0,2$$

$$\alpha = 11,3^\circ$$

$$F_{RIn} = 1959 \text{ N}$$

Bei Verdopplung der Geschwindigkeit bleibt der Steigungswiderstand gleich.

e.)



Allradantrieb nutzt Gesamtgewicht F_G (nicht nur $F_{G,f}$ bzw. $F_{G,r}$) für Vortrieb, daher ist Beschleunigung und damit F_A ($F_B = m \cdot a$) an Rutschgrenze bei Allradantrieb größer. Durch Hebelarm h entsteht Moment, das Vorderachse stärker entlastet und Hinterachse stärker belastet, also auch Achslasten bei Allrad vorne kleiner (als bei Frontantrieb) und hinten größer (als bei Heckantrieb). Des Weiteren gilt: $F_B = \mu \cdot F_G$.

2 Aufgaben zu Fahrleistungen

a)

maximale Leistung

$P_E = 130 \text{ kW}$

zugehörige Nenndrehzahl

$n_{\text{nom}} = 5800 \text{ min}^{-1}$

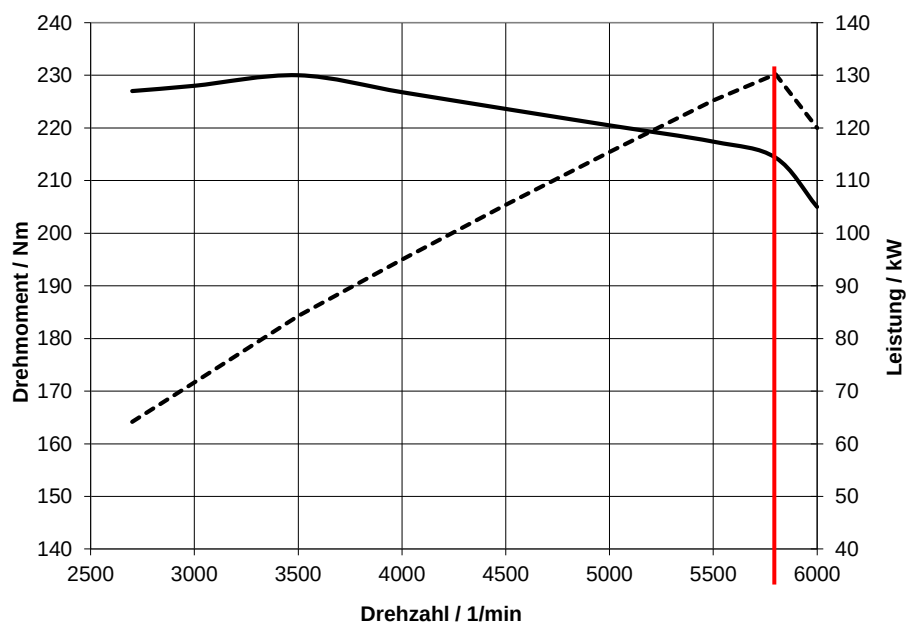


Abbildung : Motorkennlinie

b) Geschwindigkeit bei Nenndrehzahl

$$v_{5\text{nen}} = \frac{\eta_{\text{nom}} \cdot r_{\text{dyn}} \cdot k_R}{S_{\text{Wheel}} \cdot i_D \cdot i_{G5}} \cdot \frac{1}{2,66} = 231,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Zugkraft bei Nenndrehzahl

$$F_{D5\text{nen}} = \frac{M_E \cdot \eta \cdot i_D \cdot i_{G5}}{k_R \cdot r_{\text{dyn}}} = 1786 \text{ N}$$

mit $M_E = 215 \text{ Nm}$ (aus Motorkennlinie)

c) d) e)

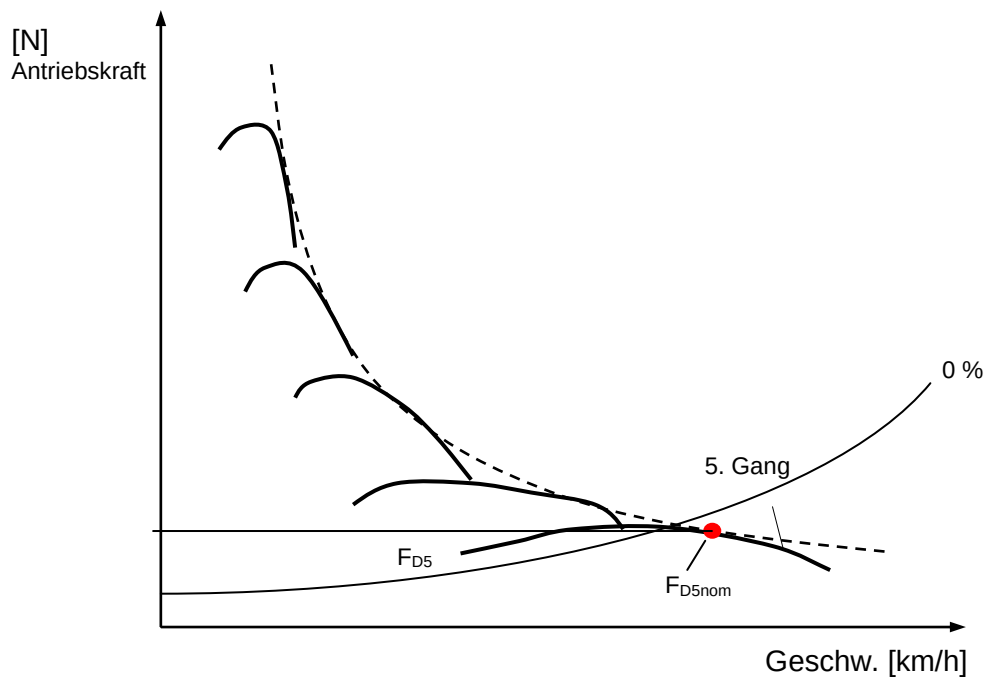


Abbildung : Fahrzustandsdiagramm

3 Aufgaben zur Mechanik der Antriebskräfte

a)

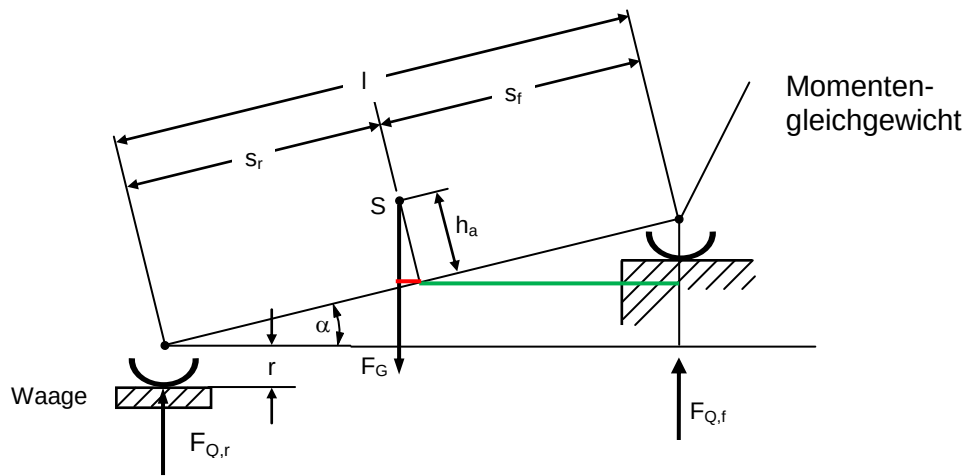


Abbildung: Bestimmung der vertikalen Schwerpunktlage

$$F_{Q,r} \cdot l \cdot \cos \alpha_{In} = F_G \cdot (\underline{s_f \cdot \cos \alpha_{In}} + \underline{h_a \cdot \sin \alpha_{In}})$$

$$\left(\frac{F_{Q,r} \cdot l \cdot \cos \alpha_{In}}{F_G} - s_f \cdot \cos \alpha_{In} \right) \frac{1}{\sin \alpha_{In}} = h_a$$

$$\left(\frac{F_{Q,r} \cdot l}{F_G} - s_f \right) \frac{1}{\tan \alpha_{In}} = h_a = 0,2 \text{ m}$$

$$h = r + h_a = 0,5 \text{ m}$$

b) $F_{D \max} = \mu_{ad} \cdot F_G \cdot \cos \alpha$

c)

i. $\alpha_{In} = 0^\circ$ $F_{D \max} = 0,9 \cdot F_G = 14\,400 \text{ N}$

ii. $\alpha_{In} = 40^\circ$ $F_{D \max} = 0,9 \cdot F_G \cdot \cos(40^\circ) = 11\,031 \text{ N}$