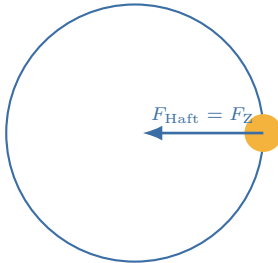


Aufgabe 5 – Die Haftreibungskraft als Zentripetalkraft

Ziel: Die Haftreibung als Zentripetalkraft erklären und die Grenzggeschwindigkeit einer ebenen Kurve begründen.

1 · Haftreibung in der Kurve



Kreismittelpunkt

Bei einer ebenen Kurvenfahrt übernimmt die Haftreibungskraft zwischen Reifen und Straße die Rolle der Zentripetalkraft. Sie ist keine zusätzliche Kraft neben der Zentripetalkraft.

Ohne seitliches Rutschen gilt:

$$F_Z \leq F_{\text{Haft,max}}$$

2 · Herleitung der Grenzggeschwindigkeit

$$\begin{aligned} F_Z &\leq F_{\text{Haft,max}} \\ \frac{m \cdot v_B^2}{r} &\leq \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g \\ \frac{v_B^2}{r} &\leq \mu \cdot g \quad (\text{Masse } m \text{ auf beiden Seiten gekürzt}) \\ v_B^2 &\leq \mu \cdot g \cdot r \\ v_B &\leq \sqrt{\mu \cdot g \cdot r} \end{aligned}$$

Je größer die Haftreibungszahl μ und der Kurvenradius r sind, desto größer ist die mögliche Grenzggeschwindigkeit. Hohe Geschwindigkeit ist besonders kritisch, weil F_Z proportional zu v_B^2 ist.

3 · Musterlösung: Gefährliche Kurvenfahrten

Eine Kurvenfahrt wird gefährlich, wenn die benötigte **Zentripetalkraft** größer als die **maximal mögliche Haftreibungskraft** wird. Eine **hohe Geschwindigkeit** erhöht F_Z wegen des **Quadrats** besonders stark; auch ein **kleiner Kurvenradius** erhöht die benötigte Kraft. Bei **Nässe, Schnee oder Eis** ist die **Haftreibungszahl** μ kleiner, sodass weniger Haftreibung verfügbar ist. Deshalb muss die **Geschwindigkeit rechtzeitig vor der Kurve verringert** und an Radius und Fahrbahnzustand angepasst werden. Abruptes Lenken, Bremsen oder Beschleunigen sollte besonders bei geringer Griffigkeit vermieden werden.

4 · Musterlösung: Warum fällt die Masse heraus?

Für eine Kurvenfahrt ohne Rutschen gilt

$$\frac{m \cdot v_B^2}{r} \leq \mu \cdot m \cdot g.$$

Die Masse m steht auf beiden Seiten als gleicher Faktor und kann gekürzt werden. Damit folgt $v_B \leq \sqrt{\mu \cdot g \cdot r}$; die Masse kommt in der Grenzggeschwindigkeit nicht mehr vor.