

Einfluss von Reifendruck und -breite auf die Felgenbelastung

Im Tour-Forum entstand die Diskussion um die Auswirkungen verschiedener Reifenbreiten und Luftdrücke auf die Belastung der Felge. Im konkreten Fall ging es darum, ob eine MTB-Felge die z.B. auf einen 50mm Reifen mit max. 4bar ausgelegt ist, einen 25mm Reifen mit 8bar Druck verkraftet ohne davon zu sehr aufgebogen zu werden. Da mich das nicht ganz in Ruhe gelassen hat, habe ich mal etwas gerechnet:

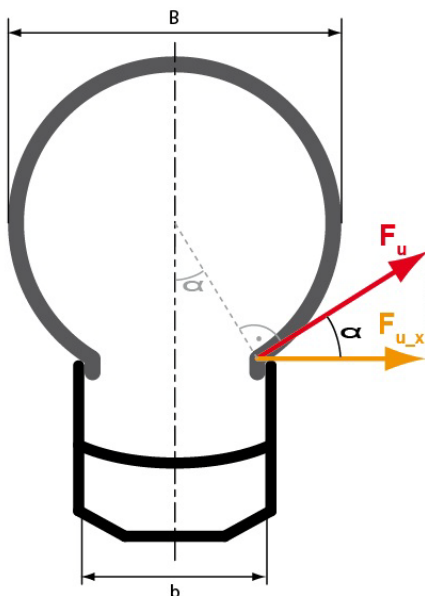
Die Biegebelastung auf die Felgenflanken setzt sich im Wesentlichen aus zwei Komponenten zusammen, dem direkten Innendruck der auf die Flanken wirkt und dem Horizontalen Anteil der Umfangskraft des Reifens.

Letzteres muss man sich in etwa so vorstellen:

Der Reifenquerschnitt ist vereinfacht gesehen ein Ring. Bei Innendruck steht dieser gleichmäßig unter einer Zugspannung. Da der „Ring“ aber im unteren Teil offen ist und dort nur über die Felge zusammengehalten wird, muss die Felge dort diese Spannung aufnehmen. Interessant für die Aufbiegung ist in dem Fall nur der horizontale Anteil dieser Spannung an der Verbindungsstelle Reifen-Felge. Dieser ist vom Austrittswinkel der Reifenflanke aus der Felge abhängig.

Alle nicht horizontale Kräfte werden vernachlässigt, da sie für die Fragestellung kaum Relevanz haben. Die Berechnung bezieht sich nur auf eine Flanke der Felge, auf der anderen Seite ist die Belastung natürlich identisch.

Belastung durch Umfangskraft:



Der Austrittswinkel α der Reifenflanke lässt sich geometrisch berechnen:

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{b}{B} \right)$$

mit

b = Felgenbreite innen

B = Reifenbreite

Die Umfangskraft berechnet sich nach der Kesselformel wie folgt:

$$F_u = \frac{p \cdot B \cdot D \cdot \pi}{2}$$

mit

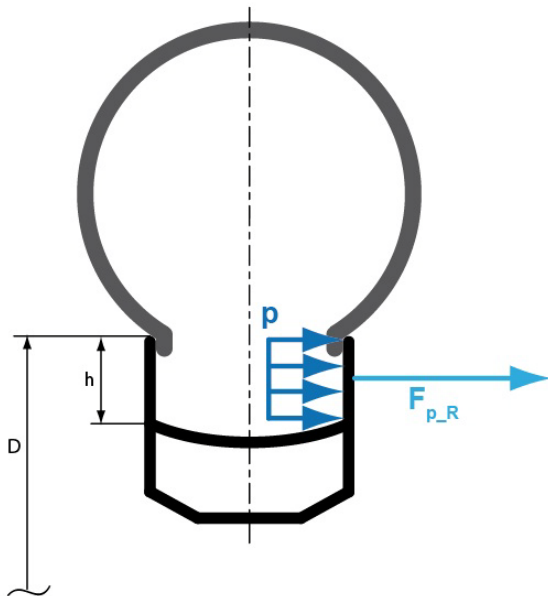
p = Reifendruck (1bar entspricht 0,1N/mm²)

D = Außendurchmesser der Felge

Den horizontalen Anteil $F_{u,x}$ erhält man über $\cos \alpha$:

$$F_{u,x} = F_u \cdot \cos \alpha$$

Berechnung der resultierenden Kraft in der Flankenmitte:



Die Fläche der Innenseite der Felgenflanke A beträgt:

$$A = (D \cdot h - h^2) \cdot \pi$$

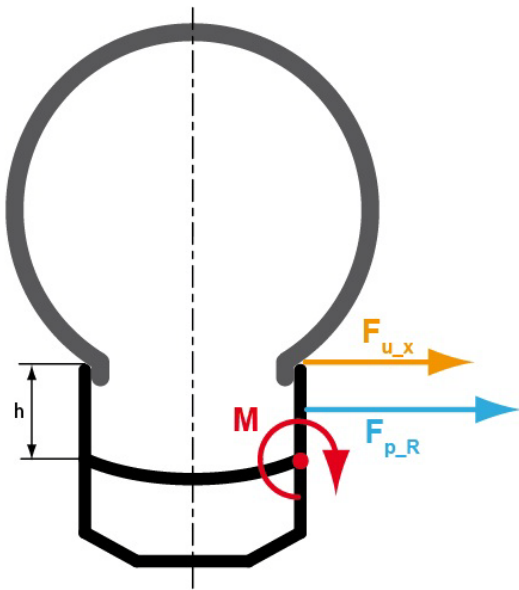
mit

h = Innenhöhe Felgenflanke

Damit ergibt sich die Resultierende Kraft $F_{p,R}$:

$$F_{p,R} = A \cdot p$$

Berechnung des Moments auf die Felge:



Am Fuß der Flanke führen die Kräfte zu einem Biegemoment nach außen:

$$M = h \cdot F_{u_x} + \frac{h}{2} \cdot F_{p_R}$$

Alles in eine Formel verwurstet sieht das dann so aus:

$$M = \frac{h \cdot p \cdot \pi}{2} \cdot \left\{ B \cdot D \cdot \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{b}{B} \right) \right] + D \cdot h - h^2 \right\}$$

mit

h = Innenhöhe Felgenflanke

p = Reifendruck (1bar entspricht 0,1N/mm²)

B = Reifenbreite

D = Außendurchmesser der Felge

b = Innenbreite der Felge

Anhand dieser Formel kann man nun schön vergleichen was man mit dem entsprechenden Reifen und dem Luftdruck seiner Felge so zumutet. Zur Erleichterung habe ich auch ein kleines Exceldokument zur Berechnung erstellt.