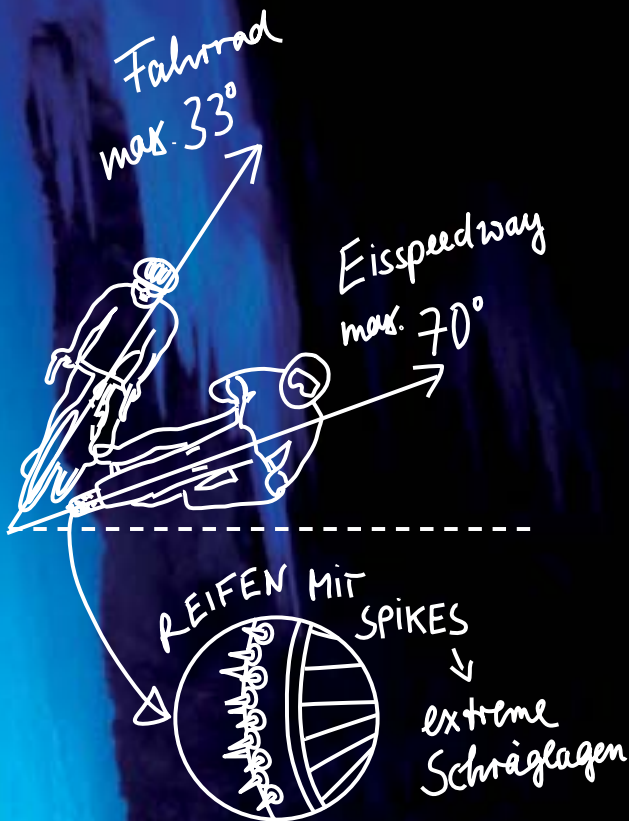


$$\tan \alpha = \frac{F_z}{F_G} = \frac{F_R}{F_G} = \frac{\mu mg}{mg} = \mu \Rightarrow \alpha = \arctan \mu$$



NEIGUNGSWINKEL



$$F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_G = mg$$

$$F_R = \mu mg$$

$$F_Z \leq F_R$$

Franky Zorn, ganz cool. Beim Eisspeedway geht es nur links herum: Auf der Bahn wird gegen den Uhrzeigersinn gefahren.

FORMELSAMMLUNG (XVII)

TOTAL SCHRÄG

„Eisspeedway“, sagt Franky Zorn, Österreichs Europameister von 2008, „das sind vier Wahnsinnige auf einer Eisbahn, mit Bikes ohne Bremsen und drei Zentimeter langen Spikes an den Reifen.“ Und was sagt die Physik?

Franky Zorn führt es perfekt vor: Die größten Schräglagen im Motorradsport werden im Eisspeedway erreicht. Beifahrer ist dabei die Physik. Und damit man auf zwei Rädern durch eine Kurve fahren kann, muss man (aus Sicht des Fahrers) zwei Kräfte ins Gleichgewicht bringen: die Zentrifugalkraft F_Z , die Fahrer und Bike nach außen drängt; sie hängt von der Gesamtmasse m , dem Quadrat der Geschwindigkeit v und dem Kurvenradius r ab. Und die Gewichtskraft F_G , die proportional zur Fallbeschleunigung wirkt ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$) und senkrecht nach unten zeigt. Beide Kräfte setzen am Gesamtschwerpunkt (KSP) von Fahrer und Bike an und stehen normal aufeinander.

Die daraus resultierende Gesamtkraft F_{ges} muss genau durch die Auflagefläche der Reifen zeigen, damit das Motorrad weder nach innen noch nach außen kippt. Wie stark das System Bike und Fahrer geneigt ist (Winkel α), hängt von der Fliehkraft ab und somit von Kurvenradius und Geschwindigkeit.

Der springende Punkt: Gegen die Zentrifugalkraft wirkt zwischen Rädern und Boden die Reibungskraft F_R , auch Seitenführungskraft genannt. Diese hängt unter anderem vom Reibungskoeffizienten μ ab. Die Zentrifugalkraft kann maximal so groß werden wie diese Reibungskraft, sonst fliegen Bike und Fahrer aus der Kurve. Nehmen wir den Extremfall, also $F_Z = F_R$. Nun lässt sich ein überraschend einfacher Zusammenhang zwischen Reibungskoeffizient und Schräglage angeben: Der maximale Neigungswinkel ist einzig vom Arkustangens des Reibungskoeffizienten abhängig.

Normaler Gummi auf Beton hat ein μ von 0,65. Mit einem Fahrrad können Sie sich daher maximal um 33 Grad neigen. Der Extremwert für einen weichen Motorradrennreifen liegt für μ bei 1,2. Das ergibt einen Neigungswinkel von 50 Grad. Niemand liegt aber so schräg wie die Eisspeedwayfahrer. Diese neigen sich um etwa 70 Grad – da schleift schon fast der Lenker am Boden –, was einem Reibungskoeffizienten von knapp 3 entspricht. Das ist keine „klassische“ Reibung mehr: Die extreme Haftung wird – bei Zorn – durch 290 exakt 28 Millimeter lange Spikes ermöglicht.

*Mag. DDr. Martin Apolin, 43, ist promovierter Physiker und Sportwissenschaftler. Apolin arbeitet als AHS-Lehrer (Physik, Sportkunde) und Lektor am Institut für Sportwissenschaft in Wien und ist mehrfacher Buchautor.

Eisspeedway-WM 2009: 7./8. März 2009, Berlin, Deutschland (Lauf 5/6) und 14./15. März 2009, Assen, Niederlande (Lauf 7/8, Finale)
Alle Formeln auf: redbulletin.com/formel/de