



## FORMELSAMMLUNG DREHWURM

Red Bull Mini Drome ist die kleinste Radrennbahn der Welt. Um nicht aus der Umlaufbahn katapultiert zu werden, geht's an die Grenzen der Physik\*.

### KAMPF DER KRÄFTE

Im Red Bull Mini Dome wird mit Fixed-Gear-Bikes gefahren, also Eingangräder ohne Freilauf. Welches Maximaltempo ist möglich? Nehmen wir an, die höchste Umdrehungszahl, die man wegen der geringen Abmessungen des Mini-Volodroms erreichen kann, liegt bei 110 U/min. Das vordere Zahnrad (Kettenblatt) hat 42 Zähne, das hintere (Ritzel) 16. Wenn sich das Kettenblatt einmal gedreht hat, dann muss sich auch das Ritzel um 42 Zähne gedreht haben, also etwa 2,6-mal. Tritt der Fahrer mit 110 U/min, dann dreht sich das hintere Rad mit knapp 289 U/min.

Das Rad (28 Zoll) hat samt Reifen einen Durchmesser von etwa 68 cm. Nach  $U = d\pi$  ergibt das einen Umfang von knapp 2,14 m. Rotiert das Hinterrad mit 289 U/min, ergibt das eine Geschwindigkeit von rund 617 m/min. Das entspricht etwa 10,3 m/s oder 37 km/h. Diese Schätzung entspricht auch den tatsächlichen gemessenen Werten.

Und dann sind da noch die lästigen Kurven. Wie groß sind die Beschleunigungen, die in diesen Kurven auftreten? Die Zentripetalbeschleunigung ( $a_{zp}$ ), die den Biker auf der Kurvenbahn hält, berechnet sich durch  $a_{zp} = v^2/r$ . Den Kurvenradius kann man mit 2 m abschätzen. Je nach Tempo ergeben sich daher bis zu  $50 m/s^2$ , also bis zu  $5g$  (siehe Abb. 1).

Und die Schräglage? Die Zentripetalkraft ( $F_{zp}$ ) wird durch die Gravitationskraft ( $F_g$ ) und die Bodenreaktionskraft ( $F_{BR}$ ) verursacht (Abb. 2). Letztere ist eine Folge des Dritten Newtonschen Axioms: Kraft ist gleich Gegenkraft. In unserem Fall drückt das Bike auf den Boden, der Boden drückt mit gleich großer, aber entgegengerichteter Kraft auf das Bike. Aus der Abbildung kann man herauslesen, dass folgender Zusammenhang gilt:  $\tan \alpha = F_g/F_{zp}$  gilt und somit  $\alpha = \arctan(F_g/F_{zp})$ . Weil sich die Zentripetalkraft mit  $F_{zp} = mv^2/r$  berechnet und die Gravitationskraft mit  $F_g = mg$ , kann man auch  $\alpha = \arctan(mg/(mv^2/r)) = \arctan(rg/v^2)$  schreiben.

Setzen wir für den Radius 2 m ein und für  $g$  10 m/s<sup>2</sup>, ergeben sich für den Zusammenhang zwischen Fahrgeschwindigkeit und Schräglage die Werte in Abb. 3. Bei maximaler Geschwindigkeit beträgt die Schräglage zur Horizontalen ( $\alpha$ ) dann nur noch rund  $12^\circ$  – man liegt also schon beinahe waagrecht.

### KÖNIG DER KURVE

„Ich bin noch nie zuvor auf so einer kleinen Bahn gefahren“, sagt der Engländer Chris Akrigg, Sieger des Red Bull Mini Drome-Events in London 2011. „Lustigerweise ist mir während der Qualifikation nach ein paar Runden schwindelig geworden, bei den Platzierungsrennen, wo zwei Fahrer auf der Strecke sind, aber nicht.“ Seine schnellste Runde fuhr Akrigg in 3,232 Sekunden, sein Top-Speed betrug 36,23 Kilometer pro Stunde. Akriggs Tipps für das kleine Oval: „Vertrau auf deinen Grip, versuche deinen Speed zu halten, und am allerwichtigsten: Hab Spaß!“

Red Bull Mini Drome: 14.4.2012, Charlotte (NC), USA; [www.chrisakrigg.com](http://www.chrisakrigg.com)

\* Mag. DDr. Martin Apolin, 46, promovierter Physiker und Sportwissenschaftler, arbeitet als AHS-Lehrer (Physik, Sportkunde) und Lektor an der Fakultät für Physik in Wien und ist mehrfacher Buchautor.