

Spielwiese

Faszinierendes Dynabee

CHRISTIAN UCKE | HANS-JOACHIM SCHLICHTING

Ein kleiner Kreisel, der in einem kugelförmigen Plastikgehäuse rotiert, kann in der Hand durch eine geschickte Taumelbewegung des Gehäuses auf sehr hohe Drehzahlen beschleunigt werden. Das macht das eigentlich zum Training der Arm- und Handgelenkmuskeln entwickelte Gerät auch für Physiker interessant.

Im Jahre 1973 wurde dem Amerikaner Archie L. Mishler ein Patent [1] auf ein Gerät erteilt, das er ziemlich unauffällig *Gyroscopic Device* benannte. Einige Jahre später wurde diese Vorrichtung unter dem Namen *Dynabee* als Sportgerät vermarktet (Abbildung 1). Der Name deutet darauf hin, dass sich im Innern ein Schwungrad wie ein Dynamo dreht und dabei ein Geräusch wie eine summende Biene erzeugt. Mittlerweile ist das ursprüngliche Patent ausgelaufen. Weitere Patente folgten [2], die zusätzliche Eigenschaften hinzufügten. Unter klingvollen Namen wie *Power Ball*, *Roller Ball*, *Spin Ball* oder *Gyrotwister* wird das Gerät jetzt auch mit Leuchtdioden und Drehzahlmesser angeboten.

Das Dynabee wird durch eine Taumelbewegung aus dem Handgelenk heraus auf einem geschlossenen Kegel herumgeführt (Abbildung 2), wodurch man ein im Innern des Gehäuses rotierendes Schwungrad auf Touren bringt.

Die im Erstopatent enthaltene Schemazeichnung (Abbildung 3) verdeutlicht das Funktionsprinzip sehr schön: Ein Schwungrad (grau) mit einer Masse von etwa 200 Gramm sitzt auf einer Achse (rot). Das Trägheitsmoment ist durch den Randwulst optimiert, und die Schwungradachse ist in einer U-förmigen Führungsschiene (grün) eingelassen, in der sie relativ leicht umlaufen kann, da die Öffnungsweite etwas größer ist als der Durchmesser der Achse. Dieser Spielraum ist entscheidend für die Funktionsweise des Geräts. Wie kommt es zum Antrieb des Schwungrads?

Zunächst setzt man das Schwungrad in möglichst schnelle Anfangsrotation. Das kann mit einer auf das Schwungrad aufgerollten Schnur geschehen, die dann abgezogen wird. Oder auch, indem das Schwungrad genügend schnell über eine geeignete Unterlage gerollt wird. Dann neigt man das Gehäuse durch entsprechendes Verdrehen des Handgelenks so weit, bis die rotierende Achse, die aufgrund der Drehimpulserhaltung ihre Lage beizubehalten trachtet, an dem einen Ende gegen die obere und an dem anderen Ende gegen die untere Berandung der Rinne gedrückt wird (Abbildung 4). Ein rotierender Kreisel versucht dem dadurch auf die Achse ausgeübten Drehmoment senkrecht auszuweichen, was zu einem Abrollen der rotierenden Achsenenden am oberen und unteren Rand der Rinne führt. Je nachdem, ob die Abrollgeschwindigkeit größer oder kleiner ist als die durch das senkrechte Ausweichen des Gehäuses bedingte Umlaufgeschwindigkeit in der Führungsrinne,

ABB. 2 | DYNABEE



ABB. 3 | PATENTZEICHNUNG

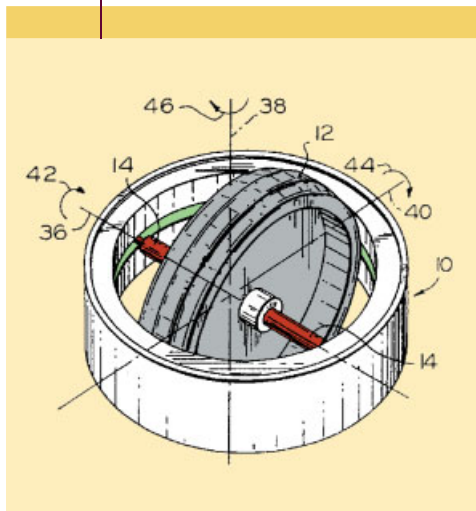
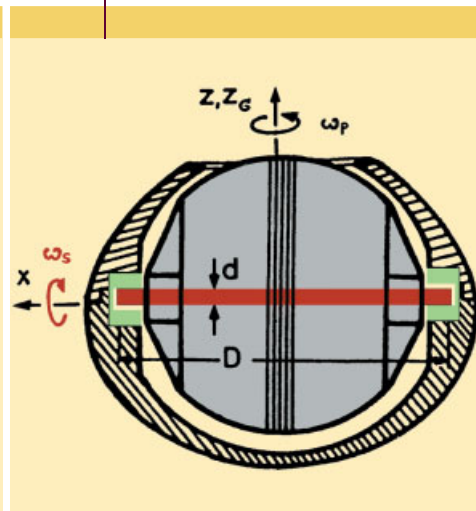


ABB. 4 | SCHNITTZEICHNUNG



kommt es zu einer Abbremsung der drehenden Achse und des Schwungrades oder zu einem zusätzlichen Antrieb. Denn aufgrund der Rollreibung zwischen Rinnenrand und darauf abrollenden Achsenenden wird ein antreibendes oder bremsendes Drehmoment auf die Achse ausgeübt.

Wenn die Ausweichgeschwindigkeit gerade um so viel größer ist, dass es zwischen Rinne und Achse nicht zum Schlupf kommt, werden die Achse und damit das Schwungrad in optimaler Weise beschleunigt. Aber auch wenn die Ausweichgeschwindigkeit des Gehäuses zu groß ist und es zum Schlupf kommt, wird das Schwungrad beschleunigt. In diesem Fall jedoch aufgrund der Gleitreibung in wesentlich geringerem Maße als bei schlupffreier Rollreibung. Kurzum: Man hat es im doppelten Sinne des Wortes in der Hand, durch eine sorgfältige Anpassung der Schnelligkeit, mit der man das Gehäuse neigt, an die Drehgeschwindigkeit des Schwungrades einen optimalen Antrieb zu erreichen.

Ob die Antriebskopplung gelingt, lässt sich unmittelbar an der Kraft spüren, die durch die rotierende Hand aufgebracht werden muss. Dieses Gefühl spielt bei der Einregulierung der passenden Drehfrequenz eine wichtige Rolle und muss von Anfängern erst einmal erlernt und eingeübt werden. Dieser durch kreisförmiges Neigen der Hand durchlaufene Antriebszyklus wird mit einer der höheren Geschwindigkeit des Schwungrades angepassten höheren Drehgeschwindigkeit durchlaufen. Dies geschieht so oft, bis die mit der Geschwindigkeit wachsende Trägheitskraft so groß geworden ist, dass sie sich durch die Muskelkraft der Handgelenke nicht mehr kompensieren lässt.

Da die Kreiselachse durch die Drehbewegung der Hand auf eine Kegelbahn gezwungen wird, kann man den Antrieb auch als eine Zwangspräzession ansehen, die dem kreiselnden Schwungrad kontinuierlich Energie zuführt. Diese Energie kompensiert einerseits die Reibung, welche die Rotation verlangsamt. Gleichzeitig führt sie darüber hinaus zu einer Beschleunigung des Systems auf immer höhere Drehzahlen.

◀◀◀ Das Dynabee wird mit einer Taumelbewegung der Hand in Schwung gesetzt.

◀◀ Schematische Zeichnung des Dynabee aus dem amerikanischen Patent von 1973.

◀ Schnitt durch eine reale Ausführung des Dynabee. Bei Verkippen des Gehäuses wird die Achse (rot) des Schwungrades oben oder unten an das U-förmige Ringprofil (grün) gedrückt (nach [4]).

Mit einem ergonomisch ausgeführten Gerät lassen sich auf diese Weise – genügende Muskelkraft im Handgelenk vorausgesetzt – bis weit über 10.000 Umdrehungen pro Minute erreichen. Dies lässt sich mit einem bei manchen Ausführungen eingebauten Drehzahlmesser oder mit einem aus dem Internet herunterladbaren Programm [3] nachweisen.

Dabei wirken trotz der relativ kleinen Masse des Schwungrades erhebliche Kräfte bis zu 180 N, die das Handgelenk und die Armmuskeln bis hin zu den Schultern erheblich beanspruchen. Ärzte warnen daher vor exzessiver Benutzung des Gerätes. Bei geeigneter Handhabung kann es auch therapeutisch eingesetzt werden. Dafür gibt es das eigens entwickelte *Therabee*.

Wir kennen zwei Veröffentlichungen zum Dynabee [4, 5], in denen die Physik mit Hilfe von Kreisel-Differentialgleichungen vertieft untersucht wird. Die sind jedoch nur für Interessenten empfehlenswert, die über einige Kenntnisse aus der theoretischen Mechanik verfügen.

Stichworte

Dynabee, Kreisel, Trainingsgerät.

Literatur

- [1] L.A. Mishler, Gyroscopic Device, United States Patent 3,726,146, Apr. 10, 1973
- [2] L.A. Mishler, United States Patent 5,353,655, Oct. 11, 1994; P.S. Chuang, Wrist Exerciser, United States Patent 5,800,311, Sept. 1, 1998.
- [3] www.gyrotwister.de/download.php4
- [4] G. Schweitzer, Antrieb eines Spielkreisels durch Taumelbewegungen seines Gehäuses, Festschrift zum 70. Geburtstag von K. Magnus, München 1982, S. 83.
- [5] D.W. Gulick, O.M. O'Reilly, J. Appl. Mech. **2000**, 67, 321.

Internet

Das Gerät ist in manchen Sportgeschäften und Spielwarenläden erhältlich, aber auch im Internet unter www.dynabee.de, www.macht-suechtig.de, www.powerball-germany.de

Die Autoren

Die Autoren verfassen seit vielen Jahren Beiträge für unsere Rubrik Spielwiese. Zuletzt erschien in Heft 3/2002 der Artikel über den chinesischen Zauber-Spiegel.

Anschriften:

Dr. Christian Ucke, Physikdepartment E 20, Technische Universität München, 85747 Garching. cucke@ph.tum.de

Prof. Dr. Hans-Joachim Schlichting, Didaktik der Physik, Universität Münster, 48149 Münster. schlichting@uni-muenster.de

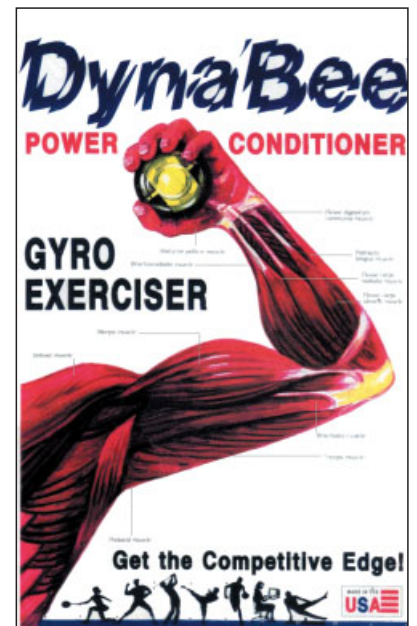


Abb. 1 Das als sportliches Trainingsgerät vermarktete Dynabee.