

# Magnetkreisel Levitron

**Achtung:** Sowohl das Holzkästchen als auch der Kreisel sind sehr stark magnetisch. Halten Sie daher beide fern von Computerzubehör, Disketten, Kassetten und anderen magnetfeldempfindlichen Geräten!

Es ist ein alter Traum der Menschheit, Gegenstände frei schweben lassen zu können. Physiker und Ingenieure bemühen sich seit Jahrhunderten intensiv darum. Mit außergewöhnlichen Hilfsmitteln, wie z. B. sehr starken Magnetfeldern bzw. Supraleitung ist das auch gelungen. Elektronisch geregeltes Schweben gibt es schon länger, wie z. B. bei dem in Deutschland entwickelten Transrapidzug.

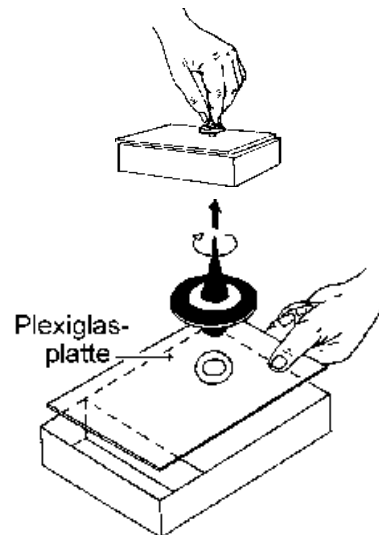


Mit Levitron ist 1994 erstmalig mit vertretbarem Aufwand ein frei schwebender Kreisel realisiert worden, für den weder Strom noch flüssiger Stickstoff benötigt werden.

## Inbetriebnahme

Um LEVITRON in Gang zu setzen, wird die Plexiglasplatte so auf das Holzkästchen gelegt, daß die Schrift mit LEVITRON nach oben zeigt und der Mittelpunkt der markierten Kreise symmetrisch auf der ebenen Fläche des Holzkästchens zu liegen kommt. Beachten Sie aber, daß sich der Kreisel nur in diesem Mittelpunkt auf der Plexiglasplatte andrehen läßt. Achten Sie außerdem darauf, daß sich keine anderen magnetischen bzw. eisenhaltigen Gegenstände direkt neben dem Holzkästchen befinden. Dadurch würde das Magnetfeld gestört. Außerdem soll das Holzkästchen möglichst waagrecht auf einer möglichst großen, freien Fläche stehen. Bei den ersten Versuchen kann es nämlich passieren, daß der Kreisel sich selbständig macht.

Drehen Sie den Kreisel mit etwas Druck auf die Plexiglasplatte nach links oder rechts an. Vermeiden Sie, den Kreisel zu schnell anzudrehen. Lassen Sie sich nicht dadurch irritieren, daß der Kreisel in dieser Phase meist etwas wackelt. Heben Sie nun die Plexiglasplatte mit dem sich drehenden Kreisel langsam hoch. In etwa 0,5 bis 1 cm Höhe über dem Holz zentriert sich der Kreisel, und die Drehung wird gleichmäßig und ruhig. In etwa 3 cm Höhe hebt der Kreisel sachte von der Plexiglasplatte ab und schwebt frei. Die Plexiglasplatte kann man dann wegziehen.



Bis zu 3 Minuten schwebt der Kreisel frei. Man kann nun andere, nichtmagnetische Gegenstände, z. B. ein flaches Buch, die eigene Hand usw. zwischen Kasten und Kreisel hin- und herbewegen, und der Kreisel schwebt weiter. Wenn Sie nun mit einer genügend großen Papierschere aus Eisen einige Zentimeter über dem schwebenden Kreisel die "unsichtbare Halteschnur" plötzlich durchschneiden, fällt der Kreisel auf das Holzkästchen zurück. Durch das Eisen wird nämlich das Magnetfeld so gestört, daß der Kreisel seine Gleichgewichtsposition verliert.

Leider klappt das Schweben meist nicht sofort. Das kann neben dem noch nicht richtigen Andrehen zwei weitere Gründe haben:

1. Das stabile Schweben des Kreisels hängt entscheidend vom Kreiselgewicht ab. Um das zu justieren, sind kleine Scheiben zur Gewichtsregulierung der Packung beigelegt (insgesamt zwei große Messingscheiben à 3,3 g, drei kleine Messingscheiben à 1 g, zwei rote Plastikscheiben à 0,4 g, eine grüne Plastikscheibe von 0,2 g, eine gelbe Plastikscheibe von 0,1 g, ein schwarzer Gummiring von 0,1 g). Die Scheiben lassen sich beliebig kombinieren und mit dem schwarzen Gummiring festklebmen.

Es ist empfehlenswert, zu Beginn eher etwas zuviel Gewicht auf dem Kreisel anzubringen. Ist der Kreisel wirklich zu schwer, fängt er, hebt man die Plexiglasplatte hoch, nicht zu schweben an. In diesem Fall vermindert man vorsichtig das Gewicht (0,1 g können entscheidend sein!).

Ein für einen Versuchsort und eine Versuchszeit richtig eingestelltes Gewicht muß nun leider auch nicht für alle weiteren Orte oder Zeiten stimmen. Führt man den Kreisel an anderer Stelle oder am nächsten Tag vor, muß man ihn möglicherweise wieder neu justieren.

2. Das Holzkästchen sollte möglichst waagrecht stehen. Wenn der Kreisel beim Hochheben der Platte immer zu einer Seite wegschwebt, schieben Sie vorsichtig einen der beigelegten Holzkeile unter diese Seite. Damit läßt sich das Wegdriften vermeiden.

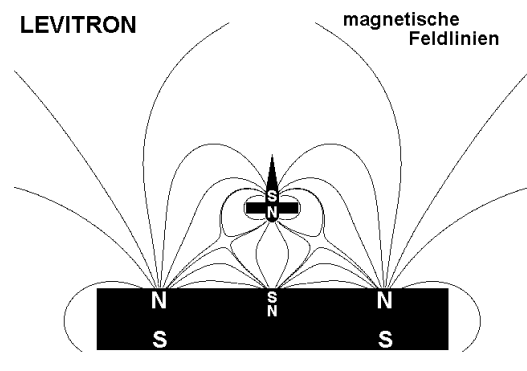
### **Etwas Physik**

Es gibt ein schon ziemlich altes Theorem aus dem Jahre 1842 von dem Engländer S. EARNSHAW. Es lautet frei formuliert, daß in einem statischen Magnetfeld kein fester para- bzw. ferromagnetischer Gegenstand frei schweben kann.

Die theoretische Begründung dieses Theorems ist ziemlich kompliziert. Generationen von Tüftlern haben versucht, es praktisch zu widerlegen. Es ist bis jetzt nicht gelungen. Immer mußte ein mechanischer Haltepunkt hinzukommen, wie z. B. beim Schwebenden Kugelschreiber (Physik-Boutique, Best.-Nr. 11900).

Auch der Magnetkreisel LEVITRON widerspricht diesem Theorem nicht. Er schwebt nämlich nur, solange er rotiert.

Im Holzkästchen von LEVITRON befindet sich eingearbeitet eine einzige magnetisierte Ferritplatte von etwa  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ . Der Trick von LEVITRON besteht in der Art der Magnetisierung dieser Platte. In dem folgenden Bild ist ein Querschnitt der Magnetisierung der Platte und der Verlauf der magnetischen Feldlinien mit dem darüber schwebenden Kreisel angedeutet. Ohne den Kreisel würde die Feldlinienverteilung anders aussehen. Es handelt sich nicht um eine exakt berechnete oder ausgemessene Feldverteilung. Außerdem stellt man fest, daß die Platte von oben gesehen nicht rotationssymmetrisch magnetisiert ist, sondern an den Ecken etwas nach außen gezogen ist, etwa wie ein Quadrat mit stark abgerundeten Ecken.



Beim Andrehen des Kreisels auf der Plexiglasplatte ziehen sich der Nordpol des Kreisels und der zentrale Südpol der Platte an. Man spürt das deutlich, wenn man den festgehaltenen Kiesel mit der Hand über die Platte bewegt. Der Kiesel rotiert also zunächst stabil unten. Hebt man ihn an, wird die anziehende Kraft zwischen Nordpol-Kiesel und Südpol-Platte schwächer. Zur gleichen Zeit wird die resultierende abstoßende Kraft der außen liegenden Platten-Nordpole auf den Kiesel-Nordpol stärker. In etwa 3 cm Höhe reichen die abstoßenden Kräfte aus, um das Gewicht des Kreisels zu halten.

Ohne Rotation wäre der Kiesel absolut instabil, da bereits die kleinste Auslenkung sofort zu einem resultierenden Drehmoment führen würde. Der Kiesel würde kippen und fiel hinunter. Mit Rotation kann der Kiesel aber nicht kippen. Jeder Kiesel weicht nämlich bei so einem ausgeübten Drehmoment zur Seite aus. Man spricht von Präzession. Die Kieselachse läuft auf einem Kegel herum. Das kann man besonders deutlich beobachten, wenn der Kiesel langsamer rotiert.

#### **Literatur**

E. H. Brandt: *Levitation in Physics*. Science 243 (1989), 349 – 355.