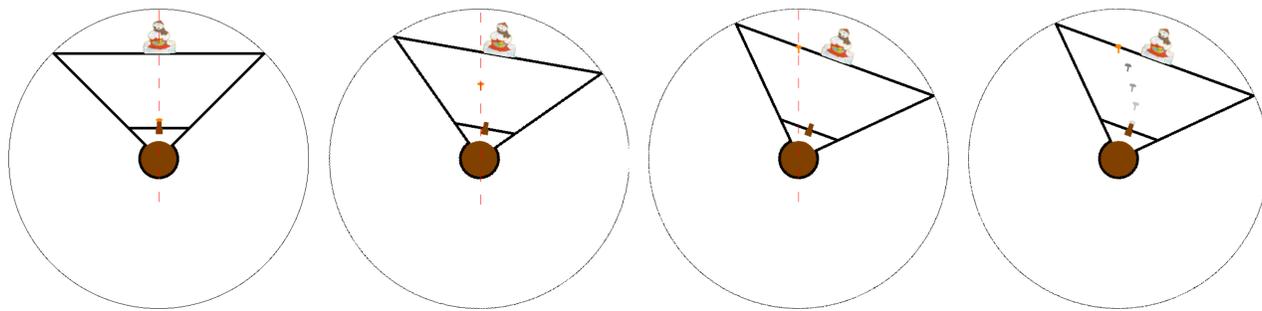


# Experimente in rotierenden Bezugssystemen

## Corioliskraft und Drehimpulserhaltung

### Der Eisbärjäger



#### Der Eisbärjäger

Der Eisbärjäger ist ein Experiment zur Corioliskraft. Solange der Stuhl sich nicht dreht, trifft man mit dem Pfeil den Eisbären. Dreht sich nun der Stuhl, scheint es für die Person auf dem Stuhl genau wie vorher zu sein, der Eisbär ist immer noch geradeaus vor ihr. Diesmal wird sie jedoch daneben schießen. Schaut man von außen zu, ist alles klar: Der Pfeil fliegt jedesmal geradeaus und der Eisbär bewegt sich weg. Für den Eisbärjäger scheint es jedoch als ob eine zusätzliche Kraft auf den Pfeil einwirkt und ihn so zur Seite bewegt. Diese Scheinkraft nennt man Corioliskraft.

#### Corioliskraft

Die Corioliskraft ist eine Scheinkraft, die nur in rotierenden Bezugssystemen auftritt. Sie wirkt auf alle Gegenstände die sich dort bewegen. Man kann sie so berechnen:

$$\vec{F}_C = 2m(\vec{v} \times \vec{\omega}),$$

dabei ist

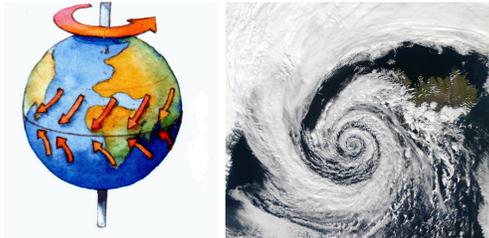
- $m$  die Masse des bewegten Körpers

- $\vec{\omega}$  der Winkelgeschwindigkeitsvektor der Rotation
- $\vec{v}$  der Geschwindigkeitsvektor der Bewegung des Körpers, relativ zum rotierenden Bezugssystem

Die Corioliskraft ist also umso größer je schwerer der Gegenstand ist und je schneller die Drehung ist.

#### Unsere Erde

Unsere Erde dreht sich auch um sich selbst, also erfahren wir auch hier die Corioliskraft. Das sieht man zum Beispiel an den Windrichtungen: Auf der Nordhalbkugel drehen sich die Tiefdruck- und Hochdruckgebiete anders herum als auf der Südhalbkugel. Somit ist die Corioliskraft auch ein Grund für die Entstehung von Wirbelstürmen.



Auch wird ein Gegenstand, der von einem hohen Turm heruntergeworfen wird, nicht gerade nach unten fallen, sondern einen Bogen fliegen.

Die Drehrichtung des Strudels im Badenwannenabfluss hängt jedoch entgegen vieler Gerüchte nicht von der Corioliskraft ab und somit nicht davon, ob man sich auf der Nord- oder Südhalbkugel befindet. Andere Effekte, wie die Form der Badewanne oder bereits existierende Strömungen im Wasser sind viel stärker, sodass man den Einfluss der Corioliskraft nicht sehen kann.

#### Literatur

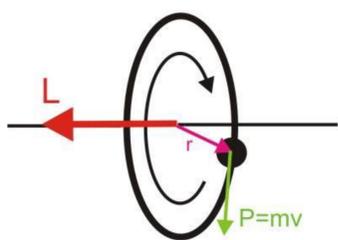
- [1] W. DEMTRÖDER, *Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme*, Springer, 2005.
- [2] D. MESCHÉDE, *Gerthsen Physik*, Springer, 2010.
- [3] D. C. GIANCOLI, *Physik: Lehr- und Übungsbuch*, Pearson, 2010.
- [4] J. WALKER, *Der fliegende Zirkus der Physik*, Oldenbourg, 2007.
- [5] NASA, *Low pressure system over Iceland.jpg*, 2003.
- [6] UNI KIEL, FORUM ERDKUNDE, *globus.jpg*.

### Drehimpulserhaltung

#### Drehimpuls

Eine wichtige Erhaltungsgröße ist der Drehimpuls, er ist als

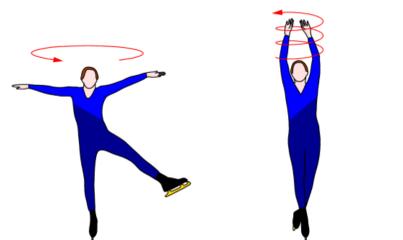
$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$



definiert. Er tritt bei sich drehenden Objekten auf und steht senkrecht auf der Drehebene. Die erste Gleichung kann man umschreiben zu:

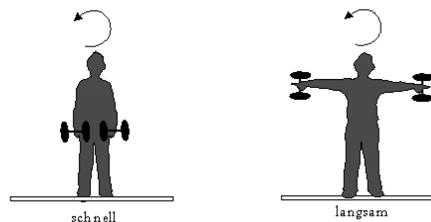
$$\vec{L} = m \cdot (\vec{r} \times \vec{v})$$

Somit ist er insbesondere von der Masse  $m$  des sich drehenden Objektes als auch von deren Abstand  $r$  vom Drehmittelpunkt und ihrer Geschwindigkeit  $v$  abhängig. Da es sich um eine Erhaltungsgröße handelt, bedeutet das, dass wenn sich die Masse weiter vom Drehmittelpunkt weg befindet, die Drehung langsamer erfolgt. Deshalb ziehen sich Sportler beim Salto zusammen und legen Eisläufer die Arme bei Pirouetten eng an, um sich schneller zu drehen.



#### Das Drehstuhlexperiment

Mit einem Drehstuhl kann man die Drehimpulserhaltung selbst ausprobieren. Zu Beginn hält man die beiden Hanteln weit von sich gestreckt und dreht den Stuhl langsam an. Nimmt man nun die Hände an den Körper, so wird der Stuhl schneller. Streckt man die Arme wieder, wird er wieder langsamer.



Eine weitere Möglichkeit die Drehimpulserhaltung auszuprobieren ist auf dem drehbaren Stuhl ein rotierendes Rad zu benutzen: zu Anfang nimmt der auf dem Stuhl Sitzende ein aufrecht stehendes, rotierendes Rad in sei-

ne Hände. Der Drehimpuls dieses Rades befindet sich immer senkrecht zum Rad. Zu Beginn des Experimentes ist also der Drehimpuls senkrecht zum Boden gleich Null. Kippt der Sitzende nun das Rad um 90 Grad, so beginnt der Stuhl sich zu drehen und kompensiert damit den Drehimpuls senkrecht zum Boden. Kippt er das Rad in die andere Richtung, dreht sich der Stuhl andersherum.



#### Literatur

- [1] W. DEMTRÖDER, *Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme*, Springer, 2005.
- [2] A. STAHL, *Vorlesung zur Experimentalphysik 1*, 2006/2007.
- [3] WWW.SCHDAMMDISCHLA.DE/ROOT/FAHRPHYSIK.HTM, *image011.jpg*.
- [4] MAX-PLANK-INSTITUT FÜR GRAVITATIONSPHYSIK, *www.einstein-online.info/vertiefung/Drehimpuls*.
- [5] TU MÜNCHEN, PHYSIKDEPARTMENT, EXPERIMENTE MIT DEM DREHSTUHL, *av.ph.tum.de/Experiment/1000/Beschreibungen/ver1285.php*.
- [6] H. STÖCKER, *Taschenbuch der Physik*. Harri Deutsch, 1996