

Von Pendeln und der Kraft des Herrn Coriolis

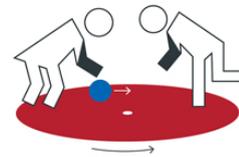
In diesem Arbeitsblatt werden Fragen und Aufgaben gestellt zu folgenden Exponaten:

- Foucault'sches Pendel
- Coriolisscheibe
- Coriolisbrunnen
- Tornado

1. Bevor du durch die Ausstellung gehst, statte dem großen Pendel im Turm der Phänomenta einen Besuch ab. Fotografiere mit deinem Handy das **Foucault'sche Pendel**, und zwar so, dass du die Lage der Kugeln in dem großen Ring eindeutig erkennen kannst.

2. Gehe zur Station **Coriolisscheibe** und folge den Anweisungen zur Benutzung. Was beobachtest du, wenn du

- (a) mit anderen auf der Scheibe sitzt und den Ball rollen lässt?
 (b) am Rand stehst und den Ball beobachtest, den andere auf der Scheibe rollen lassen?



Notiere deine Beobachtungen möglichst exakt.

3. Besuche auch die Station **Coriolisbrunnen** und überlege, bevor du den Brunnen in Bewegung versetzt, wie sich die Wasserstrahlen wohl verhalten werden. Hattest du recht mit deiner Vermutung? Finde eine Erklärung.

4. Starte den **Tornado** an der gleichnamigen Station und beobachte auch den beleuchteten Querschnitt. Was hat der „Wirbelsturm im Wasserglas“ mit dem Thema dieses Aufgabenblattes zu tun?



5. Gehe nach dem Rundgang noch einmal zum **Foucault'schen Pendel** und kontrolliere die aktuelle Lage der Kugeln anhand deines Handyfotos. Du findest nun sicher eine Erklärung.

Zum Schluss eine Frage, die ihr auf der Rückreise diskutieren könnt: Bewegt sich das Foucault'sche Pendel oder bewegt sich die Erde? Mit welchen Argumenten diskutierst du?

Behandelte Exponate:

Foucault'sches Pendel

Mit dem nach ihm benannten Pendel gelang es dem französischen Physiker Léon Foucault im Jahre 1850 die Drehung der Erde direkt, also ohne Zuhilfenahme astronomischer Methoden, nachzuweisen.

Die Schwingungsdauer beträgt rund 10 s, der Ausschlag aus der Ruhelage in beide Richtungen je 1,50 m. Die Drehung der Erde bezüglich der Pendelebene wird durch zwei teilweise mit Sand gefüllte Kugeln angezeigt. Diese werden vom Pendel Stück für Stück auf einer kreisförmigen Schiene verschoben, und zwar in einer Stunde um etwa 11,5 Grad, was man bei einem längeren Aufenthalt in der Phänomena gut beobachten kann.

Nehmen wir nun an, wir stehen mit unserem Foucault-Pendel direkt auf dem Nordpol. – Wenn wir das Pendel schwingen lassen, wird es aufgrund der Trägheit die ganze Zeit die einmal vorgegebene Schwingungsrichtung bzw. -ebene beibehalten. Für uns als auf dem Erdboden mitrotierenden Beobachtern scheint es, als drehte sich die Pendelebene, in Wirklichkeit ist es die Erde, die sich unter dem Pendel dreht. Am Nordpol dauert die Drehung genau 24 Stunden, also einen Tag, am Äquator dreht es sich überhaupt nicht, man könnte sagen, die Drehung dauert unendlich lang. Hier in Lüdenscheid (ca. 51 Grad nördlicher Breite) dauert ein Umlauf rund 31 Stunden.

Coriolisscheibe

Warum kann ich einen Ball nicht geradeaus rollen, wenn ich mich auf einer drehenden Scheibe befinde? Warum dreht sich das Foucaultsche Pendel? Und ist es überhaupt das Pendel, das sich dreht oder doch vielmehr der Betrachter? – Die Coriolisscheibe ist ein zentrales Exponat der Ausstellung; es befindet sich in räumlicher Nähe zu dem großen Pendelraum und verdeutlicht unter anderem das Verhalten des Foucaultschen Pendels.

Eine langsam drehende Scheibe von etwa vier Metern Durchmesser kann von den Besuchern betreten werden. Rollen sie sich Bälle quer zur Achse der Scheibe zu, sehen sie aus ihrer Perspektive, dass die Bälle nicht geradlinig, sondern auf Kurven rollen. Dreht sich die Scheibe links herum, denn werden die Bälle nach rechts abgelenkt, und bei Rechtsdrehung entsprechend umgekehrt. Von außen betrachtet rollen die Bälle geradlinig. Das Experiment zeigt so in einfacher Weise die Auswirkung der Corioliskraft und die Abhängigkeit vom Bezugssystem.

Die Corioliskraft gehört zu den Schein- oder Trägheitskräften in rotierenden Bezugssystemen, die nur der mitrotierende Betrachter erkennt. Sie tritt im Unterschied zur bekannteren Zentrifugalkraft nicht schon auf, wenn eine Masse relativ zu einem rotierenden Bezugssystem ruht (also wenn sie einfach nur „mitrotiert“), sondern nur, wenn sie sich im Bezug auf das rotierende System bewegt. Benannt ist diese Kraft nach Gaspard Gustave de Coriolis, der sie 1835 erstmals aus den Grundgleichungen der Mechanik herleitete.

Coriolisbrunnen

In einem kreisrunden Brunnen wird das Wasser durch drei Düsen vom äußeren Rand in die Mitte gespritzt und gleichzeitig durch drei weitere Düsen von einer Säule in der Mitte nach außen. Der Brunnen lässt sich drehen. Wie verhalten sich dann wohl die Wasserstrahlen? – Die Wasserstrahlen, die von der Mitte nach außen fließen, folgen der Drehung des Brunnens. Aber die anderen drei Wasserstrahlen, die vom Rand nach innen fließen, scheinen der Drehung vorauszuweichen!

Dieser Brunnen veranschaulicht die Corioliskraft. Sie tritt immer dann auf, wenn bei einem sich drehenden Körper Bewegungen zur Achse oder von der Achse weg stattfinden.

Alltagsbezug: Die Corioliskraft ist unter anderem verantwortlich für die Entstehung der Passat-Winde auf der Erde. Sie bestimmt auch die Drehrichtung von Hoch- und Tiefdruckgebieten. Und sie gibt eine einfache Erklärung für die Bewegung des Foucaultschen Pendels.

Tornado

Natürliche Tornados (oder „Windhosen“) entstehen bei bestimmten Wetterbedingungen über dem Festland. Treffen Kalt- und Warmfront aufeinander, steigt unter einer wachsenden Gewitterwolke Warmluft nach oben. Das passiert spiralförmig, wobei die Drehrichtung auf der Nordhalbkugel der Erde meistens gegen den Uhrzeigersinn verläuft. Ursache dafür könnte die Corioliskraft sein, oder auch die Oberfläche der Erde am Ort des Geschehens. Weil sich die Luftmassen des Tornados zusammenziehen, dreht er sich immer schneller, wie ein Eiskunstläufer bei der Pirouette. So können sehr große Windgeschwindigkeiten von mehreren hundert Kilometern pro Stunde entstehen. Schließlich wird an der Unterseite der Wolke durch Wasserdampf der schlauchartige Wirbel sichtbar, der bis auf die Erde reicht. Dort kann der Tornado durch seine Sogwirkung eine verheerende Wirkung entfalten.

Unterrichtsfächer und behandelte Inhalte in Stichworten:

- Physik, Geographie
- Corioliskraft, Erdrotation, Rotationssysteme, Foucault'sches Pendel, Wettergeschehen, Wirbelstürme