Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

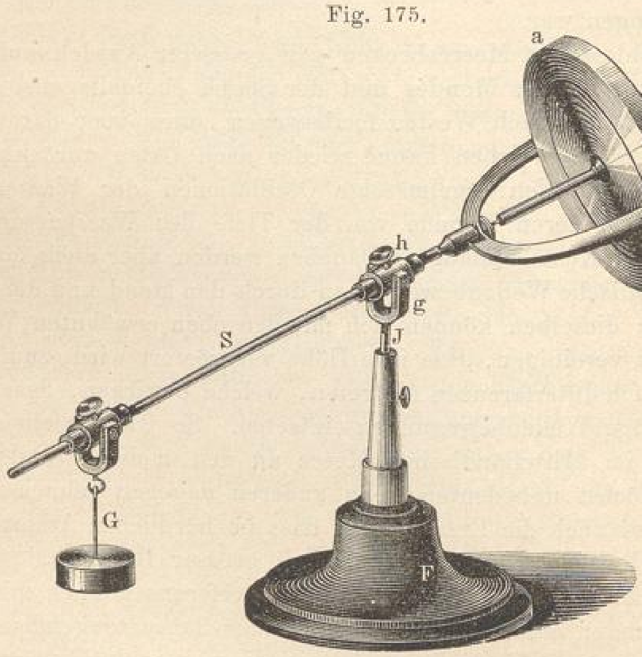
118. Erklärung der Präcession

Bei Neu Guinea ist vorwiegend eine Sonnenfluth bemerkbar, welche eine sehr starke tägliche Ungleichheit hat, so dass zur Zeit der Springfluthen fast nur ein Hochwasser täglich bemerkbar wird. Die Mondfluth mit halbmonatlicher und ebenfalls starker täglicher Ungleichheit bewirkt eine kleine Veränderlichkeit in der Zeit und Höhe der Hauptfluth.

Aus Obigem geht hervor, dass das Phänomen der Gezeiten ein höchst complicirtes ist, und es wird wohl schwerlich jemals gelingen, eine nach allen Richtungen befriedigende Theorie über die Flutherscheinungen aufzustellen. Entgegen der Voraussetzung von Laplace, welcher in seinen grundlegenden Untersuchungen über die Bewegung der Fluthwellen die Annahme machte, dass die ganze Oberfläche der Erde vom Wasser bedeckt sei, hat Airy in seinen die Gezeiten behandelnden Arbeiten die Erscheinung der Ebbe und Fluth als eine Wellenbewegung in einem, die Erde in einem grössten Kreise umgebenden, verhältnissmässig engen Canal betrachtet. Weder diese noch die Vorausetzung, welche Laplace machte, entspricht im Allgemeinen der Wirklichkeit, und so ist es noch nicht gelungen, für irgend einen Ort die Hafenzeit theoretisch ohne Zuhülfenahme von Beobachtungen zu berechnen.

118 **Erklärung der Präcession.** Die Erscheinung der Präcession selbst haben wir bereits in §. 35 kennen gelernt; die mechanische Er-

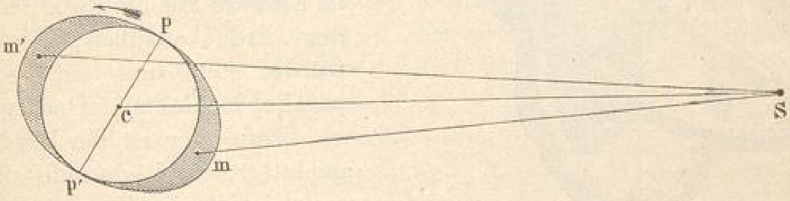
Fig. 175.



klärung derselben ergiebt sich aus den Erscheinungen, welche in §. 74 des ersten Bandes des Lehrbuches der Physik (9. Aufl., S. 326) besprochen wurden. Zur Erläuterung der Präcessionserscheinung wollen wir aber zunächst noch ein Gyroskop von etwas veränderter Construction betrachten, wie solches in Fig. 175 dargestellt ist. Der Ring R, innerhalb dessen die metallene Scheibe a rotirt, ist an einem Stabe S befestigt, welcher mittelst eines horizontalen Stiftes in der Gabel g befestigt ist. Die Gabel g sitzt am Ende eines Stahlstäbchens J, dessen untere Hälfte in einer vertical stehenden Hülse steckt, so dass die ganze obere Vorrichtung um die verticale Axe J und um den horizontalen Stift in g drehbar ist.

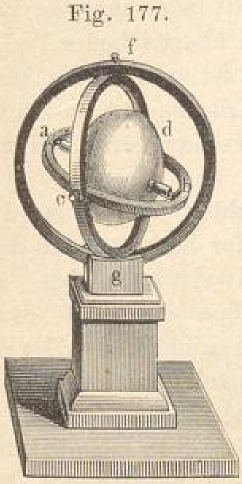
An dem Stäbchen S ist eine Hülse verschiebbar, an welche das Gewicht G angehängt werden kann. Denken wir uns dasselbe vor der Hand noch weg und die Metallscheibe a in Rotation versetzt, so erfolgt die Drehung des Apparates um die verticale Axe J ganz so, wie wir sie bei dem Gyroskop, Fig. 313, des Lehrbuches der Physik kennen gelernt haben. Wird ein Gewicht G angehängt, welches dem Uebergewicht der Scheibe a nur theilweise das Gleichgewicht hält, so findet die Rotation

Fig. 176.



um die Axe J in unveränderter Richtung, aber mit verringerter Geschwindigkeit statt. Hat das Gewicht G eine solche Grösse, dass es dem Uebergewichte der rotirenden Scheibe gerade das Gleichgewicht hält, dass also keine Kraft mehr vorhanden ist, welche den Winkel, welchen das Stäbchen S mit der Verticalen macht, zu verändern strebt, so hört die Drehung des Apparates um die verticale Axe J ganz auf, wenn auch die Scheibe a in Rotation ist. Ist endlich das Uebergewicht auf der Seite des angehängten Gewichtes G, so erfolgt die Drehung des Apparates um die Axe J in einer Richtung, welche der zuerst besprochenen entgegengesetzt ist.

Fig. 177.



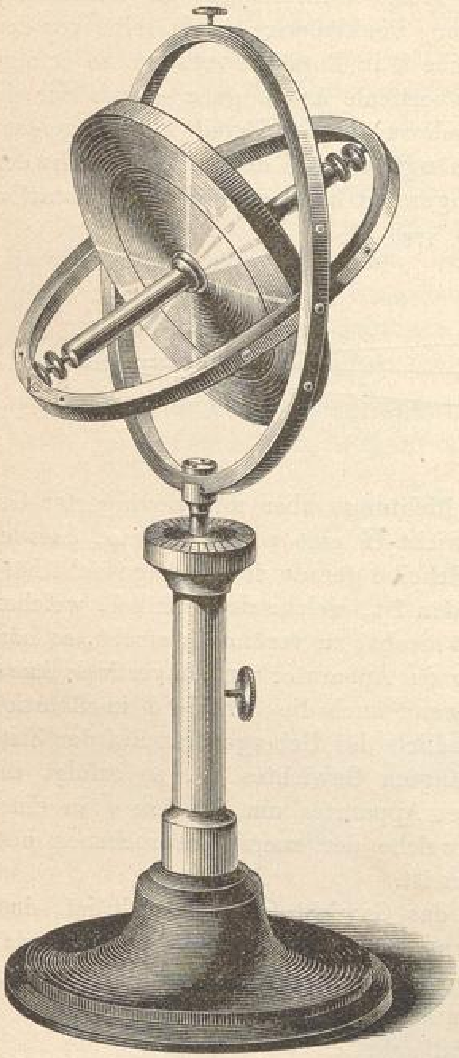
Wenn das Gewicht G so gestellt ist, dass keine Drehung um die verticale Axe J stattfindet, so wird, wenn man den ganzen Apparat frei im Zimmer herumträgt (wobei jedoch die Axe J stets vertical gehalten werden muss), die Richtung des Stäbchens S und der Rotationsaxe der Scheibe a doch ganz unverändert bleiben, oder mit anderen Worten, das Stäbchen S sowohl wie auch die Umdrehungsaxe der Scheibe a werden parallel mit sich selbst verschoben.

Aehnliche Verhältnisse kommen nun auch bei der Erde vor; sie rotirt um eine Axe, welche einen bestimmten Winkel mit der Ebene der

Ekliptik macht, während Kräfte auf sie wirken, welche dahin streben, die Umdrehungsaxe der Erde rechtwinkelig zur Ekliptik zu stellen.

Die Kraft, welche die Erdaxe rechtwinkelig auf die Ebene der Ekliptik zu stellen strebt, rührt von der Anziehung her, welche die Sonne und der Mond auf die Erde ausüben. Wenn die Erde eine vollkommene Kugel und ihre Masse gleichförmig um ihren Mittelpunkt vertheilt wäre, so würde die Resultirende aller Wirkungen, welche die Sonne und der Mond auf die einzelnen Theile der Erde ausüben, durch ihren Mittelpunkt gehen. Diese Resultirende könnte also keinerlei Einfluss auf die Rotationsaxe der Erde ausüben, dieselbe würde stets mit sich selbst parallel im Raume fortschreiten.

Fig. 178.



Nun aber ist die Erde abgeplattet, und deshalb kann man sie als eine Kugel betrachten, deren Radius dem halben Polardurchmesser gleich, und welche noch mit einem Wulst bedeckt ist, welcher, am Aequator am dicksten, nach den Polen zu abnimmt, wie dies Fig. 176 (a. v. S.) in übertriebener Weise angedeutet ist, welche die Stellung der Erde gegen die Sonne zur Zeit des Sommersolstitiums darstellt.

Betrachten wir nun die Wirkung der Sonne S auf den Aequatorialwulst für sich, so ist klar, dass die Kraft, mit welcher die Einheit der Masse bei m von der Sonne angezogen wird, grösser ist als die Anziehung, welche die Sonne auf eine gleich grosse Masse bei m' ausübt; die Wirkung der Sonne auf den fraglichen Wulst strebt also dahin, die Erde in der Richtung des Pfeiles um eine Axe zu drehen, welche in der Ebene der Ekliptik liegt und senkrecht auf SC steht. Wir haben also hier in der That ein ganz ähnliches Verhältniss, wie wir es beim Kreisel und der Fessel'schen Rotationsmaschine, Fig. 175, kennen lernten.

Zur Zeit des Wintersolstitiums, wenn die Erde auf der entgegengesetzten Seite der Sonne steht, ist der Südpol p' der Sonne zugekehrt; es wird alsdann m' stärker von der Sonne angezogen als m, so dass also auch zu dieser Zeit die Sonne ein Streben äussert, die Erde in der Richtung des Pfeiles zu drehen, also die Erdaxe aufzurichten. Zur Zeit der Aequinoctien, wo die Erdaxe rechtwinkelig auf SC steht, ist die Kraft, welche die Erdaxe zu drehen strebt, gleich Null, wir sehen also, dass die Kraft, welche die Schiefe der Ekliptik zu verkleinern strebt, zur Zeit der Solstitien ein Maximum wird und von da bis zu den Aequinoctien abnimmt. Eine ähnliche, aber noch bedeutendere Wirkung als die Sonne hat der Mond auf den Rückgang der Aequinoctialpunkte.

Zur Erläuterung des Rückganges der Aequinoctialpunkte hat Bohnenberger einen Apparat construirt, welcher nach ihm den Namen des „Bohnenberger'schen Maschinchens" führt. Eine Kugel oder ein Sphäroid von Elfenbein oder noch besser von Metall ist um eine Axe ab drehbar, die in Spitzen läuft, welche in einem messingenen Ringe befestigt sind, Fig. 177 (a. S. 315). Dieser innerste Ring ist wieder um eine horizontale Axe cd (der Endpunkt d ist in unserer Figur verdeckt) innerhalb eines zweiten Ringes drehbar, welcher selbst wieder um eine verticale Axe fg innerhalb des äussersten auf einem Postamentchen befestigten Ringes gedreht werden kann. Auf diese Weise ist die Kugel sowohl wie ihre Umdrehungsaxe vollkommen frei beweglich.

Ist das Gleichgewicht der Kugel und des innersten Ringes so hergestellt, dass ihr Schwerpunkt auf die Axe cd fällt, dass also keine Kraft vorhanden ist, welche eine Drehung um die Axe cd zu bewirken strebt, so wird die Axe ab ihre Stellung im Raume unverändert beibehalten, wenn man die Kugel in rasche Rotation um diese Axe versetzt hat, wie man auch den ganzen Apparat, am Fussgestell haltend, herumtragen und drehen mag. Sobald aber ein kleines Uebergewicht bei b angebracht wird, ist jetzt eine Kraft vorhanden, welche den innersten Ring sammt der Kugel um die Axe cd zu drehen strebt, und zwar so, dass die Axe ab aufgerichtet und a dem Punkte f, b dem Punkte g genähert werden würde, wenn die Kugel nicht rotirte. Ist aber die Rotation der Kugel hinlänglich rasch, so bleibt trotz des Uebergewichtes bei b die Neigung der Axe ab gegen fg unverändert, während dagegen eine Drehung der Kugel sammt ihrer Rotationsaxe um die Axe fg stattfindet.

Es treten also hier ganz dieselben Verhältnisse ein, wie bei der Rotation der Erdaxe, nur mit dem Unterschiede, dass die Kraft, welche die Axe ab aufzurichten strebt, beim Bohnenberger'schen Apparate stets gleich stark wirkt.

Fig. 178 stellt eine veränderte Form des Bohnenberger'schen Apparates dar.