



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1898

38) Präzession der Äquinoktien

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77934](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77934)

Normalflut 1, zur Zeit der Quadraturen etwa 0,55, so dafs der Einfluß der Sonne einmal mit 0,45 hinzuaddiert, einmal mit etwa ebenso viel abgezogen erscheint, so würde folgende Proportion gelten:

$$\frac{m}{r^3} : \frac{m_1}{r_1^3} = 1 : 0,45,$$

demnach müßte die Mondmasse sein

$$m = \frac{r^3 m_1}{r_1^3 0,45} = \frac{1^3}{400^3} \cdot \frac{355000}{0,45} = \sim \frac{1}{81} \text{ der Erdmasse.}$$

Dies stimmt mit den Angaben der Astronomen überein.

37) Bemerkungen.

Aus diesem Beispiele erkennt man, wie man die Massen von Himmelskörpern, die selbst keine Trabanten haben, aus den „Störungen“ berechnet, die sie verursachen. Dabei wird stets angenommen, die Störungen seien proportional den Massen und umgekehrt proportional den dritten Potenzen der Entfernungen der störenden Körper. (Ähnliches zeigt sich bei den Influenzproblemen der Elektrostatik.)

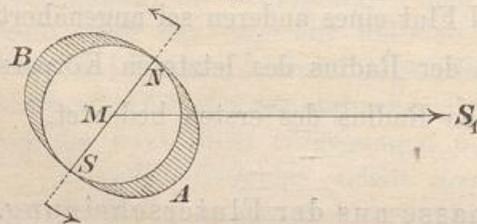
Zugleich wird man daraus schliessen, dafs die Mondflut auf der Rückseite der Erde etwas schwächer ist, als auf der vorher betrachteten Seite, ganz schwach aber in der Nähe der Pole. Die gewaltigsten Fluten hat man zu erwarten, wenn zusammenfallen Erdnähe der Sonne und des Mondes und Voll- oder Neumond, besonders, wenn die Windrichtung die Erscheinung begünstigt. (Wichtig ist auch der Durchgang des Mondes durch den Äquator.)

Manche Meteorologen haben dies auf die atmosphärische Ebbe und Flut übertragen und daraus bezüglich des Wetters auf kritische Tage erster Ordnung und ihre Vorhersagung geschlossen, was von den bekannten Misserfolgen begleitet war. Weit wichtiger ist, dafs wir aus den Zeichnungen der selbstregistrierenden Flutmesser den Anteil der Sonne und des Mondes an der Gesamterscheinung schliesslich

derart genau zu scheiden imstande sind, dafs man die Mondmasse mit größter Genauigkeit angeben kann.

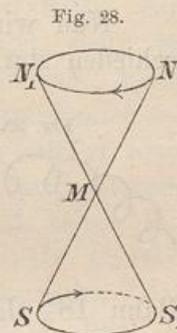
Ob diese Kenntnis so besonders wichtig ist, wird die folgende Betrachtung zeigen.

Fig. 27.

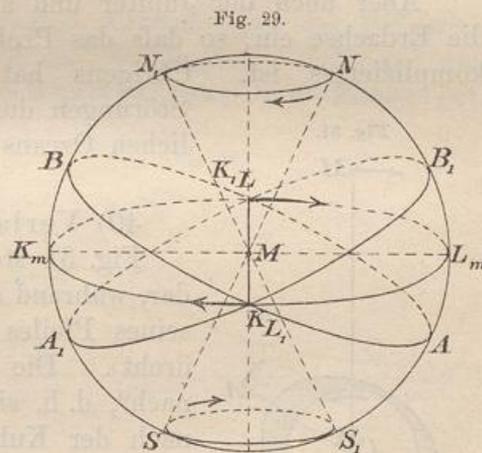


38) Präzession der Äquinoktien. Die Figur stelle die Erde als abgeplatteten Körper in der Sommerstellung dar. Bei S₁ befinde sich die Sonne. Der äquatoriale

Wulst *A* wird, da er der Sonne näher ist, stärker angezogen, als der Wulst *B*. Denkt man sich also die Erde nach der Sonne hin fallend, nachdem sie vorher zur Ruhe gebracht war, so fällt *A* schneller als *B* und dies ist bei nicht rotierender Erde nur so möglich, daß die Achse *SN*, die um etwa $22\frac{1}{2}^{\circ}$ geneigt ist, sich mehr senkrecht stellen will. Dies ist durch das Kräftepaar angedeutet, welches in der Figur an *SN* wirkt. Nun dreht sich aber die Erde um ihre Achse, und jede Drehungsachse ist be-



strebt, ihre Richtung beizubehalten. Die Lehrbücher der Physik entwickeln am Fesselschen Apparate und am Kreisel, daß dann ein Ausweichen der Achse entsteht, welches senkrecht gegen die Ebene des Kräftepaares gerichtet ist. Die Achse schlägt also eine kegelförmige Bahn ein, bei der sie ihre Neigung beibehält. Die Achse giebt demnach im Laufe der Zeit andere und andere Stellen des Himmels als sogenannte Polarpunkte (feste Punkte) an. Allerdings dauert die Umlaufzeit 26 000 Jahre. Bis zum Jahre 2095 nähert sich dieser Punkt dem bekannten Polarstern bis auf 25 Minuten, dann entfernt er sich von dort, um nach etwa 12 000 Jahren den Stern 1. Größe Wega im Sternbilde der Leier als Polarstern erscheinen zu lassen. Mit der Achse ändert sich auch die Lage der Ekliptik, die Knotenpunkte *K* und *L* rücken im Sinne der Pfeile vorwärts, und während jetzt die Winterstellung mit der Erdnähe zusammenfällt, wird sie nach 13 000 Jahren mit der Erdferne zusammenfallen. Seit Hipparch (130 vor Chr.) beträgt die Verschiebung der Äquinoktialpunkte *K* und *L* etwa 28° . Dies ist die berühmte Präcession der Nachtgleichen.



Der Antrieb zu dieser Bewegung ist am stärksten in der Zeit der Winter- und Sommerstellung, sie ist gleich Null in der Zeit der Tag- und Nachtgleichen. In Fig. 29 ist die scheinbare Himmelskugel mit horizontal angenommener Ekliptik (Ebene der Erdbahn) dargestellt. *N* und *S* bedeuten den Nordpol und Südpol der Himmelskugel in der augenblicklichen Lage, *AB* die Ebene des zugehörigen Himmelsäquators, *K* und *L* die Knoten, d. h. die Schnittpunkte der Kreise für Ekliptik und Äquator. Nach 13 000 Jahren

ist dafür die Stellung N_1, S_1, A_1, B_1 zu setzen, wobei K nach $K_1 (L)$, L nach $L_1 (K)$ gerückt ist. Der Knoten K wandert also, dem Pfeile entsprechend, über die Mittellage K_m nach K_1 , L über L_m nach L_1 . Ein schiefgestellter Kreisel macht mit der Achse MN dieselben Bewegungen.

Man vergleiche hierzu Klein und Sommerfeld: Theorie des Kreisels. Leipzig bei Teubner.

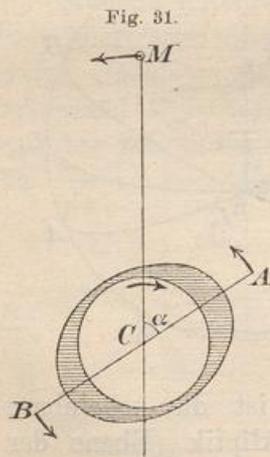
39) Nutation der Erdachse.

Nun wirkt aber der Mond ebenfalls auf die beiden Wulste verschieden stark, und nach dem Störungsgesetze wird seine Einwirkung zu der der Sonne etwa im Verhältnis $1:0,4$ stehen, wie bei der Ebbe und Flut. Da nun seine Einwirkung und die der Sonne in der Regel nicht in dieselbe Ebene fallen, will er die Achse anders drehen. Seine Einwirkung hat, da die Umwälzung der Knoten seiner

Bahn $18\frac{1}{2}$ Jahre dauert, eine ebenso lange Periode. So kommt es, daß der Nordpol am Himmel in 26 000 Jahren nicht einen einfachen Kreis, sondern eine Art cyklischer Kurve zurücklegt, wie sie in der Figur angedeutet ist. Nur ist zu berücksichtigen, daß die Zahl der Windungen $\frac{26000}{18\frac{1}{2}} = 1514$ für den vollen Umlauf betragen müßte, und

daß ihr seitlicher Durchmesser nur $9'',25$ beträgt.

Aber auch der Jupiter und andere Planeten wirken störend auf die Erdachse ein, so daß das Problem ihrer Schwankungen ein sehr kompliziertes ist. Übrigens hat Laplace bewiesen, daß diese Störungen durch das Vorhandensein des beweglichen Ozeans nicht beeinflusst werden.



40) Verlangsamung der Erddrehung.

Fig. 31 stellt die äquatoriale Fluterscheinung dar, während der Mond scheinbar in der Richtung seines Pfeiles wandert (die Erde entgegengesetzt dreht). Die Fluterscheinung „schleppt etwas nach“, d. h. sie hat ihren Gipfel einige Stunden nach der Kulmination des Mondes, was durch den Winkel α angedeutet ist. Der Mond wirkt auf den Wulst bei A und B verschieden, und zwar, ähnlich wie bei der Präzessionserscheinung die Sonne, so, daß auf die Gerade AB ein Kräftepaar wirkt, welches der Erddrehung entgegengesetzt ist. Dieses wirkt zwar zunächst nur auf das Wasser ein, dem es eine schwache Ost-West-Strömung verleiht, durch Reibung