



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**  
**Leipzig, 1908**

47. Ebbe und Flut

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

der durch Schätzung ermittelten Masse des Berges konnte ebenfalls die Masse der Erde, nahe übereinstimmend mit der obigen Zahl, gefunden werden. In neuerer Zeit (1880) hat Jolly mittels der Wage die Anziehung bestimmt, welche eine Bleikugel von etwa 1 m Durchmesser auf eine Quecksilbermasse ausübt, und daraus das Gewicht des Erdkörpers ermittelt. Nach derselben Methode in verfeinerter Ausführung haben für die mittlere Dichtigkeit der Erde bezogen auf Wasser gefunden Poynting (1891) 5,493, Richarz und Krüger-Menzel (1896) 5,505. Auch die vom Gravitationsgesetz geforderte Abnahme der Schwere nach dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkt ist mittels der Wage nachzuweisen. Es muß nämlich von zwei Kilogrammstücken, welche an den Armen des Wagebalkens in verschiedener Höhe aufgehängt sind, das tiefer hängende, weil es dem Erdmittelpunkt näher ist, schwerer erscheinen. Es ergab sich in der Tat, daß bei einem Höhenunterschied von 5,2 m das tiefer hängende Gewicht 1,5 mg schwerer war. Dieser Wert ist um 0,152 mg kleiner als der aus dem Gravitationsgesetz berechnete; die Abweichung erklärt sich aber zur Genüge aus der störenden Anziehung der umgebenden Gebäude.

47. **Ebbe und Flut.** Daß die periodische Wiederkehr von Ebbe und Flut mit der Mondperiode im Zusammenhang steht, wurde schon frühzeitig erkannt. Newton erklärte die Erscheinung aus dem Gravitationsgesetz. Wenn Mond und Erde starr miteinander verbunden wären, so würde offenbar die Wassermasse der Erde infolge der Gravitationswirkung auf der dem Monde zugekehrten Seite eine Anschwellung erfahren müssen. Mond und Erde sind aber nicht starr miteinander verbunden, sondern werden in nahezu unveränderlichem Abstand dadurch erhalten, daß der Anziehungskraft die aus dem Umschwunge des Mondes um die Erde, oder richtiger aus dem Umschwunge beider Massen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt hervorgehende Zentrifugalkraft das Gleichgewicht hält. Der gemeinsame Schwerpunkt der beiden Weltkörper liegt innerhalb der Erde auf der dem Monde zugewandten Seite in einem Abstände von der Erdoberfläche, der ungefähr ein Viertel des Erdhalbmessers beträgt ( $G$  in Fig. 54). Um diesen Punkt beschreibt der Mittelpunkt der Erde beim Umschwung des Mondes um die Erde einen Kreis vom Radius  $GC$ . Sehen wir von jeder Drehung der Erde um ihre Achse ab, denken wir uns also die Erde, während ihr Mittelpunkt  $C$  den genannten Kreis beschreibt, stets parallel mit sich selbst verschoben, so beschreibt jeder Punkt der Erde denselben Kreis wie der Mittelpunkt, und die aus dieser Kreisbewegung hervorgehende Zentrifugalkraft ist für alle Punkte der Erde die gleiche. Für die anziehende Kraft des Mondes ist das aber nicht der Fall.

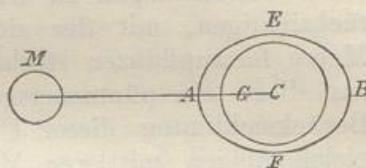


Fig. 54.  
Ebbe und Flut.



Diese ist für den Mittelpunkt  $C$  der Erde gleich der Zentrifugalkraft; für die dem Monde näher gelegenen Punkte ist sie größer, als die Zentrifugalkraft, während umgekehrt auf der dem Monde abgewandten Seite die Zentrifugalkraft größer ist als die Mondanziehung. Aus dem Zusammenwirken der beiden Kräfte geht also hervor, daß nicht bloß in  $A$ , sondern auch in  $B$  eine der Erdschwere entgegenwirkende, sog. fluterzeugende Kraft besteht, die ein Ansteigen des Wasserspiegels in  $A$  und  $B$  (Flut) und ein Sinken an den um  $90^\circ$  entfernten Punkten  $E$  und  $F$  (Ebbe) verursachen muß. Während der 24-stündigen Umdrehung der Erde um ihre Achse umkreist jene Anschwellung nebst Senkung (die Flutwelle) den ganzen Erdball und bringt an jedem am Meere gelegenen Orte täglich ein zweimaliges Steigen und Sinken des Wasserspiegels hervor. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Eintrittszeiten der Flut im allgemeinen nicht mit den Durchgangszeiten des Mondes durch den Meridian des betreffenden Ortes zusammenfallen, wie es die obige, ganz elementare Erklärung der Erscheinung verlangen würde. Für jeden Ort ist vielmehr die Differenz dieser Zeiten eine ganz bestimmte Größe, die sog. Hafenzeit; sie beträgt an vielen Orten bis zu 6 Stunden, so daß in der Fig. 54, um diese natürlichen Verhältnisse darzustellen, die Flutberge bei  $E$  und  $F$  und die Ebbe bei  $A$  und  $B$  gezeichnet werden müßte. Um diese Abweichungen zu erklären, muß man die Geschwindigkeit berücksichtigen, mit der sich eine Wasserwelle von selbst auf dem Meere fortzupflanzen strebt, und den Einfluß, den die Wassertiefe auf diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit ausübt. Die vollständige Berücksichtigung dieser Umstände würde bei der Annahme einer gleichmäßigen mittleren Meerestiefe für die Wassermasse in einem um den Äquator herumgeführten Kanal ergeben, daß die Flutwelle eine Verzögerung von etwa sechs Stunden erleidet, so daß die Flut dann aufträte, wenn nach der obigen Ableitung Ebbe zu erwarten wäre und umgekehrt. Bedenkt man aber, daß der Umfang eines Breitenkreises mit der Breite veränderlich ist, bedenkt man ferner die wechselnde Tiefe unserer Meere und die komplizierte Verteilung von Land und Wasser, so übersieht man, daß die vollständige Erklärung der Fluterscheinung zu den schwierigsten und verwickeltsten Aufgaben der Physik gehört.

Es ist schließlich noch zu bemerken, daß nicht nur der Mond, sondern auch die Sonne zu einer Flutwelle Anlaß gibt, die jedoch trotz der viel größeren Masse der Sonne wegen ihrer größeren Entfernung schwächer ist als die vom Mond bewirkte. Bei Voll- und Neumond, wenn beide Gestirne in derselben Geraden  $MC$  stehen, addieren sich ihre Wirkungen und erzeugen die höchsten Fluten, Springfluten; zur Zeit der Viertel, wenn Sonne und Mond um  $90^\circ$  voneinander abstehen, fällt Mondflut und Sonnenebbe zusammen und es entstehen die niedrigsten Fluten, Nippfluten; diese Abwechslung in der Fluthöhe tritt in jedem Monat zweimal ein.