

sich dann beeifert hat, ihm gesetzliche Kraft zu geben. Dieses auf das Maafs der Erdmeridiane gegründete System ist allen Völkern gleich angemessen. Es hat keine Beziehung auf Frankreich, als durch den Bogen des Meridians, der durch dasselbe hingehet; aber die Lage dieses von dem mittleren Parallel durchschnittenen Bogens, dessen Enden in zwey Meeren stehen, ist so vortheilhaft, dafs die Gelehrten aller Nationen, wenn man sie vereinigt hätte, um ein allgemeines Maafs vorzusetzen, keine andere Wahl getroffen haben würden. Man darf also wohl hoffen, dafs dieses neue System einst allgemein werde angenommen werden.

---

### Dreyzehntes Kapitel.

#### *Von der Ebbe und Fluth des Meeres.*

Ogleich die Erde sammt den Gewässern, die sie bedecken, schon lange den Zustand annehmen mußte, der dem Gleichgewichte der sie belebenden Kräfte angemessen ist; so ändert sich doch die Gestalt des Meeres jeden Augenblick des Tages durch regelmäfsige und perio-

periodische Schwingungen, die unter dem Namen der Ebbe und Fluth des Meeres bekannt sind. Es ist in der That eine erstaunenswürdige Sache, bey Windstille und heiterem Himmel die lebhaftige Bewegung dieser großen Wassermasse zu sehen, deren Wellen sich mit Ungestümme an den Ufern brechen.

Dieses Schauspiel ladet zum Nachdenken ein, und erweckt das Verlangen, in die Ursache davon einzudringen; aber um sich dabey nicht in leere Hypothesen zu verirren, muß man vor allem die Gesetze dieser Erscheinung kennen lernen, und sie bis in die kleinsten Umstände verfolgen.

Im Anfange dieses Jahrhunderts machte man, auf den Antrag der Akademie der Wissenschaften, in unsern Häfen eine große Anzahl von Beobachtungen über die Ebbe und Fluth des Meeres; sie wurden zu Brest sechs Jahre nach einander täglich fortgesetzt, und machen durch ihre Anzahl und durch die Größe und Regelmäßigkeit der Ebbe und Fluth in diesem Hafen die vollständigste und nützlichste Sammlung ihrer Art aus. Da tausend zufällige Ursachen den Gang der Natur bey diesen Erscheinungen abändern können, so ist es nothwendig, eine große

Anzahl von Beobachtungen auf einmal zu betrachten, damit die Wirkungen der vorübergehenden Ursachen einander wechselseitig aufheben, und die mittleren Resultate nur die regelmässigen oder beständigen Wirkungen gewahr nehmen lassen. Man muß ferner durch eine geschickte Verbindung der Beobachtungen, die Erscheinungen, die man bestimmen will, herauszubringen suchen, und sie von den übrigen absondern, um sie besser kennen zu lernen.

Durch eine solche Bearbeitung der Beobachtungen kam ich auf folgende Resultate, die keinen Zweifel übrig lassen.

Das Meer steigt und fällt zweymal in jedem Zeitraume zwischen zwey auf einander folgenden oberen Durchgängen des Mondes durch den Meridian. Die mittlere Zwischenzeit dieser Durchgänge ist 1,035050 Tag, folglich die mittlere Zwischenzeit zwischen zwey auf einander folgenden Erscheinungen der vollen See 0,517525 Tag, so dafs es Sonnentage giebt, an welchen man nur eine Ebbe und Fluth beobachtet. Der Augenblick der tiefen See theilt diese Zwischenzeit ohngefähr in gleiche Theile, indessen gebraucht das Meer zu Brest neun oder zehn Minuten

weniger zum Steigen als zum Fallen. Auch bey der Ebbe und Fluth ist, wie bey allen Gröfsen, die eines Größten oder Kleinsten fähig sind, das Wachsthum und die Abnahme in der Nähe dieser Gränzen dem Quadrate der von der hohen oder tiefen See an verflossenen Zeit proportionirt.

Die Höhe der vollen See ist nicht beständig die nämliche; sie ändert sich jeden Tag, und ihre Veränderungen haben eine sichtbare Beziehung auf die Mondphasen; sie ist am größten gegen die Zeit der Voll- und Neumonde, hierauf nimmt sie ab, und wird am kleinsten um die Zeit der Quadraturen. Zu Brest hat die höchste Fluth nicht am Tage der Syzygien selbst, sondern andert- halb Tage nachher Statt, so dafs, wenn einmal die Conjunction oder Opposition im Augenblicke der vollen See einfällt, die dritte Fluth, die auf diese folgt, die höchste ist. Eben so, wenn die Quadratur auf den Augenblick der vollen See fällt, ist die dritte Ebbe, die auf diese folgt, die kleinste. Diese Erscheinung beobachtet man beynahe auf gleiche Art in allen Häfen Frankreichs, ob- schon die Stunden der Ebbe und Fluth in denselben sehr verschieden sind.

Je mehr das Meer zur Zeit der vollen See steigt, desto mehr sinkt es wieder bey der folgenden tiefen See. Wir wollen die halbe Summe der Höhen zweyer auf einander folgenden vollen Fluthen über der waagrechteten Fläche der zwischeneinfallenden tiefen See die *totale Fluth* nennen. Der mittlere Werth dieser totalen Fluth ist zu Brest in seinem Maximum gegen die Syzygien 18,13 Fufs, und in seinem Minimum gegen die Quadraturen 8,671 Fufs.

Die Entfernung des Monds von der Erde hat auf die Gröfse der totalen Fluthen einen sehr merklichen Einflufs. Unter übrigens gleichen Umständen wachsen und nehmen sie ab mit dem Durchmesser und der Parallaxe des Monds, aber in einem größeren Verhältnisse. Wenn dieser Durchmesser um ein Achtzehnteil wächst, so wächst die totale Fluth um ein Achtel gegen die Syzygien, und ohngefähr um ein Viertel gegen die Quadraturen; und da diese Fluth im ersten Falle ohngefähr zweymal kleiner ist, als im andern, so ist ihre Zunahme in diesen beyden Fällen gleich.

Da die größte Veränderung des Monds-durchmessers sowohl über als unter seinem

mittleren Werth, ohngefähr ein Fünfzehntel dieses Werths beträgt, so ist die zugehörige Veränderung der totalen Fluth in den Syzygien  $\frac{3}{20}$  ihrer mittleren Gröfse, oder ohngefähr 2,72 Fufs, folglich ist die ganze Wirkung der Veränderung der Entfernung des Monds von der Erde auf die totalen Fluthen  $5,44$  Fufs.

Die Veränderungen des Abstands der Sonne von der Erde haben zwar auch einen Einfluss auf die Fluthen, aber dieser ist bey weitem nicht so merklich. Unter übrigens gleichen Umständen sind im Winter, wenn die Sonne uns am nächsten ist, die Fluthen in den Syzygien gröfser, und in den Quadraturen kleiner, als im Sommer, wenn die Sonne am weitesten von der Erde entfernt ist.

Die Abweichungen der Sonne und des Monds haben einen merkwürdigen Einfluss auf die Fluthen. Sie vermindern die totalen Fluthen der Syzygien, und diese Fluthen sind zu Brest in den Sonnenwenden ohngefähr  $2\frac{1}{2}$  Fufs kleiner, als in den Nachtgleichen; auch die totalen Fluthen der Quadraturen sind in den Nachtgleichen um die nämliche Gröfse kleiner, als in den Sonnenwenden.

Hauptsächlich gegen die Maxima und Minima der totalen Fluthen ist es wichtig, das Gesetz ihrer Veränderung kennen zu lernen. Wir haben gesehen, daß zu Brest der Augenblick ihres Maximums  $1\frac{1}{2}$  Tage auf die Syzygien folgt. Die Verminderung der totalen Fluthen, welche in der Nähe davon einfallen, ist dem Quadrate der von diesem Augenblicke an bis zu dem der zwischeneinfallenden tiefen See, auf welche die totale Fluth sich bezieht, verflossenen Zeit proportionirt, und beträgt 0,328 Fufs, wenn diese Zeit einen Mondstag ausmacht.

In der Nähe von dem Augenblicke des Minimums, welcher  $1\frac{1}{2}$  Tage auf die Quadratur folgt, ist die Zunahme der totalen Fluthen dem Quadrate der von diesem Augenblicke an verflossenen Zeit proportionirt; sie ist beynahe doppelt so groß, als die Verminderung der totalen Fluthen gegen ihr Maximum zu.

Die Abweichungen der Sonne und des Monds haben einen sehr merklichen Einfluß auf diese Veränderungen. Die Verminderung der Fluthen gegen die Syzygien der Sonnenwenden beträgt nicht mehr als ohngefähr  $\frac{2}{3}$  von der zugehörigen Verminderung gegen

die Syzygien der Nachtgleichen. Die Zunahme der Fluthen gegen die Quadraturen ist ohngefähr zweymal grösser in den Nachtgleichen, als in den Sonnenwenden.

Man bemerkt auch noch zwischen den Fluthen des Morgens und des Abends kleine Unterschiede, welche von den Abweichungen der Sonne und des Mondes abhängen, und verschwinden, wenn diese Gestirne im Aequator stehen. Um sie kennen zu lernen, muß man die Fluthen des ersten und zweyten Tags nach den Syzygien oder den Quadraturen vergleichen, weil die Fluthen, welche alsdann dem Maximum oder dem Minimum sehr nahe sind, von einem Tage zum andern sich sehr wenig ändern, und den Unterschied zweyer Fluthen des nämlichen Tages leicht gewahr nehmen lassen. Auf solche Art findet man, daß zu Brest in den Syzygien der Sommersonnenwenden die Morgenfluthen des ersten und zweyten Tags nach den Syzygien um 0,563 Fufs kleiner sind, als die Abendfluthen; daß sie hingegen in den Syzygien der Wintersonnenwenden um eben so viel grösser sind. Eben so sind in den Quadraturen der Herbstnachtgleiche die Morgenfluthen des ersten und zweyten Tags nach der Quadratur



um 0,419 Fufs gröfser, als die Abendfluthen, aber in den Quadraturen der Frühlingsnachtgleiche um eben so viel kleiner.

Diefs sind im Allgemeinen die Erscheinungen, welche die Höhen der Fluthen in unsern Häfen zeigen. Die Zwischenzeiten derselben bieten andere Erscheinungen dar, welche wir jetzt entwickeln wollen.

Wenn zu Brest das volle Meer im Augenblicke der Syzygien Statt hat, so folgt es 0,14763 Tag auf den Augenblick der wahren Mitternacht, oder des wahren Mittags, je nachdem es des Morgens oder des Abends einfällt. Diese Zwischenzeit, welche selbst in sehr nahen Häfen sehr verschieden ist, nennt man die *Einrichtung des Hafens (établissement du port)*, weil man von ihr ausgeht, um die Stunden der Fluthen in Beziehung auf die Mondphasen zu bestimmen, wie ich solches bey Gelegenheit der Untersuchung der Ursache der Ebbe und Fluth zeigen werde. Die volle See, welche zu Brest im Augenblicke der Quadraturen Statt findet, folgt auf den Augenblick der wahren Mitternacht oder des wahren Mittags 0,35698 Tag.

In den Syzygien erfolgt die Fluth für jede Stunde, um welche sie vor oder nach der Conjunction oder Opposition einfällt, um 264" früher oder später; in den Quadraturen hingegen erfolgt die Fluth für jede Stunde, um welche sie vor oder nach der Quadratur einfällt, um 16" früher oder später.

Die Stunden der Fluthen in den Syzygien oder Quadraturen ändern sich mit den Entfernungen der Sonne und des Monds von der Erde, und besonders mit den Entfernungen des Monds.

In den Syzygien beschleunigt oder verspätet jede Minute des Wachsthums oder der Abnahme in dem scheinbaren Halbmesser des Monds die Stunde der vollen See um 354". Diese Erscheinung hat auf gleiche Art auch in den Quadraturen Statt, aber sie ist drey-mal kleiner.

Die Abweichungen der Sonne und des Monds haben einen gleichen Einfluß auf die Stunden der Fluthen in den Syzygien und Quadraturen. In den Syzygien der Sonnenwenden fällt die Stunde der vollen See ohngefähr um 2 Minuten früher, in den Syzygien der Nachtgleichen aber um eben so viel später ein. Im Gegentheile fällt in den Quadra-

turen der Nachtgleichen die Stunde der Fluth ohngefähr um 8 Minuten früher, in den Quadraturen der Sonnenwenden aber um ebensoviel später ein.

Wir haben gesehen, daß die Verspätung der Fluthen von einem Tage zum andern in ihrem mittlern Zustande  $0,03505$  Tag beträgt, so daß, wenn die Fluth  $0,1$  Tag nach der wahren Mitternacht einfällt, sie den folgenden Morgen auf  $0,13505$  Tag einfallen wird. Aber diese Verspätung ändert sich mit den Mondphasen; sie ist die kleinste mögliche, gegen die Syzygien, wenn die totalen Fluthen ihr Maximum erreicht haben, und beträgt alsdann nur  $0,02708$  Tag. Wenn die Fluthen ihr Minimum erreicht haben, oder gegen die Quadraturen, ist sie die größte mögliche, und steigt bis auf  $0,05150$  Tag. Demnach wächst der Unterschied der den Zeiten der Syzygien und der Quadraturen zugehörigen Stunden der Fluthen, welcher nach dem Obigen  $0,20935$  Tag beträgt, für die nach jenen beyden Phasen auf gleiche Art folgenden Fluthen, und wird, im Verhältnisse zu dem Größten und Kleinsten der Fluthen, ohngefähr einem Viertelstage gleich.

Die Veränderungen der Entfernungen der Sonne und des Monds von der Erde, und besonders die letztern haben auf die Verspätung der Fluthen von einem Tage zum andern einen Einfluss. Jede Minute des Wachsthums oder der Abnahme in dem scheinbaren Halbmesser des Monds vermehrt oder vermindert diese Verspätung gegen die Syzygien um  $256''$ . Gegen die Quadraturen hat diese Erscheinung auf gleiche Art Statt, aber sie ist alsdann dreymal kleiner.

Die tägliche Verspätung der Fluthen ändert sich auch nach der Abweichung der beyden Gestirne. In den Syzygien der Sonnenwenden ist sie ohngefähr um  $158''$  gröfser, als in ihrem mittleren Zustande; in den Syzygien der Nachtgleichen ist sie um eben so viel kleiner. Im Gegentheile übertrifft sie in den Quadraturen der Nachtgleichen ihre mittlere Gröfse um  $557''$ , in den Quadraturen der Sonnenwenden aber ist sie um eben so viel kleiner, als diese Gröfse.

So haben die Ungleichheiten der Höhen und der Zwischenzeiten der Fluthen sehr verschiedene Perioden, die einen von einem halben und von einem ganzen Tage, die andern von einem halben und von einem gan-

zen Monate, von einem halben und von einem ganzen Jahre; andere endlich sind einerley mit denen der Umläufe der Knoten und der Erdnähe der Mondsbahn, deren Lage, vermöge der Abweichungen des Monds und seiner Entfernungen von der Erde, auf die Fluthen einen Einfluss hat.

Die Gröfse und überhaupt alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth schienen mir in den Neu- und Vollmonden einerley zu seyn.

Diese Erscheinungen haben in allen Häfen und an allen Meerufern auf gleiche Art Statt. Aber die Localumstände, wenn sie schon an den Gesetzen der Fluthen nichts ändern, haben auf die Gröfse derselben und auf die Zeit der Einrichtung des Hafens einen grossen Einfluss.

---

#### Vierzehntes Kapitel.

*Von der Erdatmosphäre und den astronomischen Strahlenbrechungen.*

Eine elastische, dünne und durchsichtige Flüssigkeit umgiebt die Erde, und erhebt sich