

Erste Abtheilung.

---

Geschichts = Erzählung

der

Entdeckung der allgemeinen Schwere.

---

Die Kabinets-

Geheimnisse - Geschichte

Geheimnisse der allgemeinen Geschichte

---

**U**nter allen Entdeckungen, die dem menschlichen Geiste in dem weiten Gebiete der Wissenschaften bisher gelungen sind, ist wohl die der *allgemeinen Schwere*, die wir dem großen Newton verdanken, die glänzendste und wichtigste, da sie das Gesetz enthält, nach welchem alle Bewegungen auf unserer Erde und in unserm ganzen Sonnensysteme vor sich gehen; das große Gesetz, dem, wie wir bald sehen werden, selbst die entferntesten Himmelskörper, die jenseits der Gränze dieses Systemes das Weltall bewohnen, in schweigender Unterwürfigkeit gehorchen.

Es kann wohl nicht anders, als sehr anziehend seyn, zu sehen, auf welche Weise jener seltene Geist bis zu dieser hohen Idee gelangt ist. Selbst wenn wir ihn kämpfen und ringen, wenn wir ihn fehlen und unterliegen sehen, indem er der Natur ihre Geheimnisse zu entreißen sucht — selbst dann müssen wir ihn mit der innigsten Theilnahme, und hier besonders mit wahrhaft rein menschlicher Theilnahme betrachten. Er beleuchtete mit der Fackel seines Genius jene dunklen Gefilde, in die bisher noch kein sterbliches Auge gedrungen war, und ob schon, seit er unter uns gewandelt hat, mehr als ein volles Jahrhundert verflossen ist, steht er noch da, unerreicht und unerreichbar, ein Riese unter den Pygmäen, sein hohes Haupt mit dem Strahlenkranze der Unsterblichkeit umwunden. — Aber, so hoch er auch über alle Andern hervorragt, er war ein Mensch, er war nur ein Mensch, der seiner Zeit gehörte, in der und von der er lebte. Viele Große und Edle gingen ihm voraus, denen er Vieles verdankte, und ohne die er nicht Er geworden wäre. Selbst mit der Hülfe dieser Vorgänger und Zeitgenossen, vom Schicksal begünstigt und vom Glücke getragen, wie kaum irgend ein Anderer — glitt er aus auf seiner hohen Bahn, verfehlte seinen Weg, und mühte sich ab volle sechzehn Jahre seines kräftigsten Lebens, die Wahrheit zu finden, die er im Grunde, ohne es zu

wissen, schon als ein Jüngling von kaum zwanzig Jahren gefunden hatte, und zu der er nun von Anderen geführt werden mußte. Und doch erscheint er als der Führer dieser Anderen, als der Vorseher unter den Eliten seiner Zeit. In der That, Er leitete sie in dem großen Kampfe, Er gewann die Schlacht, und, was auch Jene geleistet haben, Ihm gebührt der Vorbeer.

Die meisten großen Conceptionen, deren unsere Culturgeschichte erwähnt, sind zwar immer nur von Einem Manne ausgegangen; aber nicht bloß die Ausführung derselben, sondern jene erste Idee selbst entsprang gewöhnlich aus verwandten Ansichten mehrerer Vorgänger. Beynahe jede Epoche einer wichtigen Entdeckung ist durch eine Art von einer allgemeinen geistigen Fermentation eingeleitet worden, welche die Aufmerksamkeit der besten Köpfe des Jahrhunderts auf denselben Gegenstand gerichtet hat. Allmählig nimmt das Gedränge zu an der Stelle, wo der Schatz begraben liegt: zuerst Einzelne, dann Mehrere rütteln an dem verschlossenen Thore, bis endlich, wenn Alles vorbereitet ist, der Sohn des Glückes hervortritt aus der Menge, und mit einem Drucke seiner Hand die Niegel sprengt, wo dann aus der weit geöffneten Pforte ein Strom von Licht sich ergießt, der die ganze früher unbekannte und in Nacht begrabene Gegend weit umher mit seinen Strahlen beleuchtet.

So kam es, daß das Wachsthum der Wissenschaften, selbst unter der Beyhülfe aller Zeitgenossen, immer nur langsam vor sich ging, aber auch dafür nie von jenen gewaltsamen Erschütterungen begleitet war, welche die großen Epochen der Geschichte der menschlichen Herrschaft zu begleiten pflegen, wo nur zu oft der Friedensförder aus dem Staube der Unbekanntschaft sich erhebt, und seiner Zeit und ihren Vorurtheilen, allen göttlichen und menschlichen Gesetzen trogend, selbst den Kampf mit den Elementen und mit den Geistern des Schicksals nicht scheuend, rings um sich Elend und Entsetzen verbreitet, Völker unter seine Füße tritt und Länder in ihrem Blute badet, um auf den Trümmern des zerstörten Glückes der Gegenwart und unter dem Fluche der Nachwelt seiner Dynastie einen Thron, und sich selbst, am Ende seiner Thaten, auf einer wüsten Insel im Weltmeere — ein Grab zu erobern.

(Frühere Vorgänger Newton's: Copernicus und Kepler.)

Um die edlere Eroberung im Reiche der Wissenschaften, von welcher wir hier sprechen, gehörig zu würdigen, wird es angemessen seyn, einige Blicke auf das, was ihr unmittelbar vorherging, zu werfen. Newton, der zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts lebte, gingen vorzüglich zwey Männer voraus, deren jeder von sich und von ihm nahe ein ganzes Jahrhundert entfernt war. Copernicus (geboren 1472, gestorben 1543) hatte in dem großen Kampfe, den der Irrthum, von aller Macht des sinnlichen Scheins unterstützt, seit Jahrtausenden mit der Wahrheit kämpfte, durch einen entscheidenden Schlag den Sieg auf die Seite der letzteren gebracht. Er war es, der uns die eigentliche innere Einrichtung unseres Planetensystems kennen lehrte, die in ihren Mitteln eben so einfach, als in ihren Wirkungen zusammengesetzt erscheint, und der uns eben dadurch den Weg zeigte, auf dem allein eine wahre Kenntniß des Himmels noch möglich war. Er gab uns das neue Testament der Astronomie, und Kepler (geb. 1571, gest. 1630) lieferte uns eine neue, wesentlich verbesserte Auflage desselben, indem er das unnütze Gerüste der Epicykeln niederriß, und an deren Stelle die elliptische Bewegung der Planeten und die drey Gesetze stellte, nach welchen diese Bewegungen vor sich gehen. Dadurch erst gewann die Sternkunde eine mathematische Unterlage und eine eigentliche wissenschaftliche Gestalt.

Aber noch blieb die Ursache dieser Gesetze, gleichsam das einzige oberste Gesetz zu entdecken übrig, von dem jene drey nur die Folge seyn sollten. Zwar hatte er selbst mehr als eine Muthmaßung darüber aufgestellt, die der Wahrheit oft nahe genug kam — aber es waren eben nur Muthmaßungen, durch keine Rechnungen unterstützt, und aller eigentlichen Beweise entbehrend. An geistiger Kraft fehlte es ihm nicht, die Höhe zu erreichen, von welcher er die Abhängigkeit seiner Entdeckungen von einem obersten Gesetze übersehen haben würde; aber seine kläglichen Lebensverhältnisse, die Mißgunst des Zufalls, und vielleicht selbst die zu große Lebhaftigkeit seiner Imagination hinderte ihn, seinem Haupte die Krone aufzusetzen, deren er so würdig war.

(Nächste Vorgänger Newton's: Bouillaud, Borelli, Hooke und Huygens.) Diese beyden Männer gingen Newton in größerer Ferne voraus, ihm die Bahn zu bereiten, die er einst selbst laufen sollte. Aber auch in kleinerem Abstände fanden sich Vorgänger und Zeitgenossen, die denselben Weg zu ebenen sich bemühten. Bouillaud, ein Arzt aus Laon in Frankreich, bemerkte schon im Jahre 1645 in seiner *Astronomia Philolaica*, „daß, wenn die Sonne eine Kraft besitze, mit welcher sie auf die Planeten wirkt, diese Kraft in demselben Verhältnisse abnehmen müsse, in welchem das Quadrat der Entfernung der Planeten von der Sonne zunimmt.“ — Wäre er so glücklich gewesen, die Wichtigkeit dieses Ausspruchs anzuerkennen, oder so beharrlich und geschickt, ihn anhaltend zu verfolgen und der Rechnung zu unterwerfen, so würde er der Entdecker des Principis der allgemeinen Attraction geworden seyn. Aber so blieb er unfruchtbar, wie so viele andere nicht minder wahre und reiche Ideen der Vorzeit, besonders der alten Griechen, die ebenfalls keine Früchte trugen, und als bloße, durch nichts unterstützte Meinungen ihrem Schicksale überlassen wurden.

Dieses Verfolgen des ersten flüchtigen Gedankens, dieses Brüten über ihm ist es, was allein ihn zur Reife bringen, was allein die Wissenschaft wahrhaft fördern kann. Wußte doch Newton selbst die Anfrage seines Freundes Halley, auf welche Weise er zu seinen großen Entdeckungen gekommen sey, nur mit den Worten zu beantworten: „indem ich unablässig darüber nachdachte.“

Bald nach jenem Werke, in dem Jahre 1666, in welches, wie wir später sehen werden, die Epoche der ersten Entdeckung Newton's fiel, erschien Borelli's Schrift: *Theoricæ Medicæarum planetarum*, über die kurz vorher von Galilei entdeckten Satelliten Jupiters, in welchem die Ansicht aufgestellt wird, „daß die Bewegungen der Planeten um die Sonne offenbar nach bestimmten Gesetzen, und zwar nach denselben vor sich gehen, welche auch diese Satelliten auf ihren Bahnen um Jupiter, und welche auch der Mond auf seiner Bahn um die Erde beobachtet“ u. s. f. Eine eben so große als richtige Bemerkung, die aber aus derselben Ursache, wie jene, ebenfalls ohne Folgen blieb.

Noch näher trat der so lange verkannten Wahrheit Robert Hooke, ein Zeitgenosse Newton's und ein erfindungsreicher, aber unsteter, excentrischer Geist, den Newton schon bey seinen früheren optischen Untersuchungen so oft und nicht ohne Verdruss, seine eigenen Wege durchkreuzend, gefunden hatte. Schon in demselben verhängnißvollen Jahre 1666 las er der Kön. Academie in London eine Abhandlung über die Abnahme der Schwere der Körper in verschiedenen Höhen über der Oberfläche der Erde vor, zu deren Messung er die Anzahl der Pendelschläge einer Uhr gebrauchte. Im May desselben Jahres trug er derselben Academie seine Darstellung der Bewegung der Planeten um die Sonne vor, wo er von der veränderlichen Kraft der Sonne auf die verschiedenen Planeten sprach, und die Bewegungen der letzteren mit derjenigen eines Pendels verglich, auf welches verschiedene Schwere wirken, und wo er die Entstehung der krummlinigen Bahnen der Planeten durch die Verbindung einer constanten Tangentialkraft der Planeten mit der veränderlichen Centrakraft der Sonne zu erklären suchte. In einer im Jahre 1674 von ihm herausgegebenen Schrift: „Versuch eines Beweises der Bewegung der Erde,“ stellt er die Sätze auf, „daß alle Himmelskörper eine gegen ihren Mittelpunct gerichtete anziehende Kraft besitzen, wodurch sie nicht nur auf ihre eigenen Elemente, sondern auch auf alle anderen Himmelskörper wirken; daß diese anziehenden Kräfte desto stärker sind, je näher ihnen die angezogenen Körper gebracht werden, und daß endlich diese Grundsätze, wenn sie weiter verfolgt werden, die Astronomen dahin führen müssen, die Bewegungen aller himmlischen Körper auf ein bestimmtes Gesetz zurück zu bringen, indem gewiß die wahre Vervollkommnung ihrer Wissenschaft nur in der richtigen Einsicht und Entwicklung dieser Principien bestehen könne“ u. s. f.

Endlich wurde auch Huygens, Newton's Zeitgenosse und Rival, oft auf demselben Wege mit ihm gefunden. Huygens (geb. 1625, gest. 1695) war ohne Zweifel einer der größten Geometer und der sinnreichsten Köpfe seiner und aller Zeiten. Seine Theorie der Evoluten, die von ihm entdeckten merkwürdigen Eigenschaften der Cyclois, seine Arbeiten über

die Wahrscheinlichkeitsrechnung, die von ihm entwickelte Theorie der Kreisbewegung und des Stoses der Körper, des Schwingungspunctes der Pendeln, seine wesentlichen Verbesserungen der Gewicht- und Federuhren, seine optischen Entdeckungen über die Natur des Lichtes, über die Theorie der Fernröhre, über die doppelte Strahlenbrechung des isländischen Krystalls, selbst seine practischen Verbesserungen der Fernröhre, mit welchen er den ersten Satelliten Saturns und den Ring dieses Planeten entdeckte — alle diese und noch mehrere andere große Verdienste sichern ihrem Urheber eine der ausgezeichnetsten Stellen unter den Geistern seines Jahrhunderts, und es fehlte vielleicht nur Ein Schritt, um ihm selbst die erste, selbst die vor Newton, anzuweisen. Denn fünfzehn Jahre vor der ersten Erscheinung der „Princip. philos. naturalis“ von Newton hatte Huygens bereits die oben erwähnten Eigenschaften der Centralbewegung in dem Kreise in dreizehn Propositionen bekannt gemacht, und wenn er den Einfall gehabt hätte, nur zwey dieser Propositionen unter einander zu verbinden — und sie, bloß als ein Beyspiel, auf die Rotation der Erde um ihre Ase sowohl, als auch auf die Bewegung des Mondes um die Erde anzuwenden, was Newton eigentlich später gethan hat, und wodurch er eben auf seine große Entdeckung geführt wurde — so würde Er der Schöpfer des neuen Systems geworden seyn. Aber er versäumte es, diese Anwendung, diesen letzten Schritt zur Wahrheit zu machen, und mußte daher die Palme des Ruhms einem Andern, einem Glücklichen überlassen.

(Newton's Jugendjahre.) Isaac Newton (geb. am 25. December 1642 alten Stils, gest. am 20. März 1727) war das einzige Kind seines Vaters, der ebenfalls Isaac hieß, und schon in seinem sechsunddreyßigsten Jahre, wenige Monate nach seiner Trauung mit Harriet Ayscough, der Mutter unseres Newton's, starb. Newton kam erst nach dem Tode seines Vaters in Woolsthorpe zur Welt, einem kleinen Dorfe in der Pfarrey Colsterworth, in der Graffschaft Lincolnshire, nahe eine deutsche Meile südlich von der Stadt Grantham. Da seine Geburt einige Monate zu früh erfolgte, so war er so klein, daß man ihn, wie

seine Mutter scherzend zu sagen pflegte, leicht in einem Quartfrug hätte verstocken können, und so schwach, daß die beyden Weiber, die Harriet gleich nach ihrer Niederkunft nach Grantham um einige stärkende Arzneyen schickte, mit der sichern Ueberzeugung fortgingen, bey ihrer Rückkunft das Kind nicht mehr lebend zu treffen. Aber die Vorsehung hatte es anders beschlossen, und dieses zerbrechliche Gefäß, das kaum fähig schien, seinen unsterblichen Geist auch nur Eine Stunde in sich zu verschließen, war bestimmt, eine kräftige Reise zu erleben, und selbst das gewöhnliche Ziel des menschlichen Lebens in beynaher steter Gesundheit zu überschreiten.

Mit seinem eilften Jahre besuchte er die öffentliche Schule zu Grantham. Nach der Erzählung, die später Newton selbst seinem Freunde Conduit über seine erste Jugend mittheilte, war er weder aufmerksam, noch fleißig in dieser Schule, und galt auch über ein Jahr für einen der Untersten und Letzten in seiner Classe. Eines Tages aber erhielt er von einem seiner Mitschüler, der für den Ersten in der Schule angesehen wurde, einen heftigen Schlag auf seine Brust, der ihn lange schmerzte. Da ihm dieser Knabe an körperlicher Kraft zu weit überlegen war, so suchte er, gleichsam sich zu rächen, ihn an geistiger Kraft zu übertreffen. Sein Wunsch war, seinem Beleidiger in der Schule vorgezogen zu werden. Fleiß und Geschick halfen ihm bald zu seinem Ziele: er ward, und von diesem Augenblicke an blieb er auch der Erste seiner Schule. Dieser Zwischenfall führte den früher indolenten Knaben zur Liebe an Arbeit und Beschäftigung, und entwickelte schnell die Hauptzüge seines Charakters.

Die letzte Zeit der drey Jahre, die er hier verweilte, beschäftigte er sich außer seinen Schulstunden vorzüglich mit der Mechanik, in welcher er sich bald viele practische Fertigkeit erwarb. Er construirte eine Windmühle, eine Wasseruhr und einen Wagen, den der darin Fahrende selbst in Bewegung setzen sollte. An den geräuschvollen Vergnügungen seiner jungen Gefährten nahm er nur selten Theil, aber er unterstützte dieselben durch mehrere oft künstlich gefertigte Spielzeuge, fliegende Drachen und dergleichen, auf deren Verbesserung er selbst in späteren Jahren gern wieder zurückzukommen pflegte. Auch die Zeichen-

Kunst beschäftigte ihn anhaltend, und die Wände seiner Stube waren ganz mit von ihm gefertigten Nissen und Portraits bedeckt. Selbst der Dichtkunst war er nicht abhold, wie er denn schon als Greis öfter mit einer Art von kindlicher Selbstgefälligkeit zu erzählen pflegte, daß er, als er noch auf der Schule zu Grantham war, sehr hübsche Verse gemacht habe, was sonderbar mit der Abneigung contrastirte, die er in seinem höheren Alter gegen alle poetischen Compositionen hegte, eine Abneigung, die oft bis zur völligen Mißachtung ging. Hier lernte er auch Miß Storey, das Mädchen seiner ersten und letzten Liebe, kennen. Ihre Gesellschaft zog er jeder andern vor, und er kannte keine angenehmere Beschäftigung, als ihr kleine Tische, Schränke und dergleichen zu verfertigen, welche sie bey ihren Arbeiten gut und gern brauchen konnte. Seine Zuneigung zu dem jungen Mädchen scheint erst mehrere Jahre später, als er Grantham schon verlassen hatte, in eigentliche Liebe übergegangen zu seyn. Aber die Dürftigkeit beyder Theile hinderte sie, an eine innigere Verbindung zu denken. Miß Storey heirathete später einen andern Mann, und Newton setzte seine hohe Achtung für die Freundin seiner Jugend bis in sein spätestes Alter fort. Er besuchte sie regelmäßig, wenn er nach Lincolnshire kam, das letzte Mal in ihrem zweyundachtzigsten Jahre, wo er sie dann gewöhnlich von den kleinen öconomischen Hindernissen, die sie öfter drückten, zu befreyen suchte.

Im Jahre 1656, in seinem vierzehnten Jahre, wurde er von seiner Mutter wieder nach Hause genommen, um sie in ihren landwirthschaftlichen Geschäften zu unterstützen; aber es fehlte ihm alle Lust zu Dingen dieser Art. Irgend ein altes Buch, das er von seinen Nachbarn ausgeliehen hatte, die Ausführung eines Modells, die Verfertigung einer neuen Wassermühle, die Construction einer Sonnenuhr auf seinem Wohnhause — diese Gegenstände fesselten ihn viel mehr, als die Sorgen der Wirthschaft. So sah man ihn oft sinnend mit verschränkten Armen zwischen den Feldern gehend, während die Heerde, die er bewachen sollte, seitab sich verlor, die Wiese zertrat und das Getreide vernichtete. Hier traf ihn einst sein Onkel, William Hyscough, ein Geistlicher der Nachbarschaft, mit einem

geometrischen Buche hinter einer Hecke. Dieser Augenblick entschied die künftige Bestimmung Newton's. Der Onkel sprach seiner Mutter zu, den Jungen studieren zu lassen, da er doch zu nichts Anderem taugen wollte. Die Mutter gab, obschon unwillig, der Nothwendigkeit nach. Es wurde beschlossen, ihn an das Trinity-Collegium in Cambridge zu schicken, für welches der Geistliche, der früher auch daselbst studiert hatte, eine besondere Vorliebe hegte, der auch zugleich dem geringen Vermögen der Mutter, zur Unterstützung ihres Sohnes, zu Hülfe zu kommen versprach.

(Newton's Eintritt in die Universität zu Cambridge.)

Newton betrat diese Universität am 5. Juny des Jahres 1660, im achtzehnten Jahre seines Alters. Der Jüngling, der bestimmt war, einst der Wissenschaft eine neue Gestalt zu geben, kannte sie noch nicht, als er die ersten Stufen ihres Tempels betrat. Ohne den Beyrath wissenschaftlicher Freunde, die seine frühere Jugend hätten leiten sollen, kannte er nicht einmahl die bessern Bücher, aus welchen er sich selbst hätte belehren können. Er hatte mit Maschinen getändelt, und sich ganz seinem Hange zur practischen Mechanik überlassen. Als er in dem Trinity-Collegium ankam, brachte er weniger Vorkenntnisse mit, als der gewöhnlichste Schüler bey dem Eintritte in dieses berühmte Institut zu besitzen pflegt. Aber vielleicht war eben dieser Mangel der Entwicklung seines Geistes nur um so günstiger. Er hatte keine Vorurtheile zu besiegen, er durfte nichts verlernen, und so folgte sein jugendlicher Geist ganz den Gesetzen seiner eigenen Entwicklung; er konnte sich selbst gehen lassen den Weg des kleinsten Widerstandes, ohne von den Gebirgen von Hindernissen heirrt zu werden, die vor seiner Bahn sich aufhürmten, die er aber nicht kannte, und die er so bald und so glorreich bekämpfen sollte.

So wurde also Cambridge der eigentliche geistige Geburtsort Newton's. Hier entfaltete sich sein hoher Geist, hier versuchte der junge Nar seine ersten Flüge, und hier endlich, in den Mauern dieses Instituts, machte er die drey großen Entdeckungen, durch welche er seinen Namen für alle Zeiten

unsterblich gemacht hat: über das Licht, über die Infinitesimalrechnung, und über die allgemeine Schwere.

Seine ganze Aufmerksamkeit richtete sich, gleich im Anfange seiner Studien, auf die Mathematik. Seine erste Absicht, die er durch diese Wissenschaft zu erreichen gedachte, war, auf diesem Wege die Irrthümer der Astrologie zu zeigen, die zu jener Zeit, selbst unter den Gebildeten, noch viele Anhänger zählte. Euclid's Elemente, noch jetzt das vorzüglichste Werk der Geometrie, lernte er nur eben kennen, um es sogleich wieder aus den Händen zu legen. Er fand es zu leicht, und betrachtete die meisten der in ihm enthaltenen Theorien nur als eben so viele Axiome der Wahrheit, die sich, wie man sie hört, gleichsam von selbst versteht. Ohne weitere Vorbereitung wendete er sich sogleich zu der Geometrie des Descartes, die damals großes Aufsehen machte, und für ein sehr schwer zu verstehendes Werk angesehen wurde. Bald darauf beschäftigte ihn Wallis Arithmetik des Unendlichen, Saunderson's Logik und Kepler's optische und astronomische Werke. Während der Lectüre dieser Werke pflegte er sofort Auszüge aus ihnen zu machen, und so schnell sollen seine Fortschritte in diesen Wissenschaften gewesen seyn, daß der zur Leitung seiner Studien angewiesene Tutor der Universität schon nach einigen Monaten erklärte: der Jüngling bedürfe seiner nicht weiter, und sey bereits gemacht, Andern Rath zu ertheilen, statt ihn von Andern zu empfangen.

In dem nächstfolgenden Jahre 1661 wurde er Subsizer (ein den andern aufwartender, sie bedienender Student), und erst im Jahre 1664 ein eigentlicher Scholar (freyer Student). Im Jahre 1665 nahm er den Gradus als Baccalaureus der freyen Künste. Zwey Jahre später wurde er Junior Fellow (jüngerer Professor), und im folgenden erhielt er ein Senior Fellowship. Im nächstfolgenden Jahre 1669 endlich wurde er an des berühmten Barrow's Statt, der seine Stelle freywillig, Newton zu Liebe, abgegeben hatte, Professor der Mathematik. Diese Stelle bekleidete er durch 26 Jahre bis zu 1695, wo er Münzwardein in London wurde. Vier Jahre später, im Jahre 1699, erhielt er das Vorsteheramt

der Kön. Münze mit 15,000 Pfund (141,000 Gulden) jährlichen Gehaltes, welches er bis zu seinem Tode beybehielt, der, wie oben gesagt, im fünfundachtzigsten Jahre seines Lebens, am 20. März 1727 erfolgte.

Indem wir von den drey oben erwähnten großen Entdeckungen Newton's die beyden ersten einer andern Gelegenheit vorbehalten, wenden wir uns nun zur Erzählung der Geschichte der letztern, oder der Entdeckung der allgemeinen Schwere.

(Seine ersten Ideen von der Attraction der Körper.)

Es war im Jahre 1666, im vierundzwanzigsten Jahre seines Alters, daß er sich von der Universität in Cambridge, in welcher Stadt eben eine verheerende Seuche ausgebrochen war, für einige Monathe auf das Land, in seinen Geburtsort Woolsthorpe begab. Hier saß er eines Tages in seinem Garten, als zufällig von einem vor ihm stehenden Baume ein Apfel zur Erde fiel. Dieser Zufall soll die erste Veranlassung zu der großen Entdeckung gewesen seyn, deren Geschichte wir hier mittheilen wollen.

Man hat diese Erzählung von dem Apfel lange als ein Märchen in Zweifel gezogen. Allein erst in den neuesten Zeiten hat sie wieder eifrige Vertheidiger gefunden. Wie immer, steht dieselbe in keinem wesentlichen Zusammenhange mit dem Gegenstande selbst, der uns hier beschäftigen soll. Es mag genügen, hinzuzusetzen, daß dieser Apfelbaum noch viele Jahre nach Newton's Tod ein Gegenstand der allgemeinen Beachtung war. Erst im Jahre 1826 wurde der morsche Stamm von einem Sturm gestürzt. Turner, der den Garten mit dem nebenan stehenden Häuschen, der Geburtsstelle Newton's, durch Kauf an sich gebracht hatte, ließ aus dem Holze des gefallenen Baumes einen Stuhl verfertigen, der nun den Verehrern des großen Mannes, wenn sie diesen Ort besuchen, als ein Denkmahl desselben, und zugleich zur Erinnerung an jene Erzählung gezeigt wird. Sie ist übrigens nicht die einzige ihrer Art. Auch von Galiilei, auf den noch jetzt sein Vaterland mit gerechtem Stolze zurück sieht — auch von ihm erzählt man, daß er, noch ein Jüngling, durch den Anblick einer schwingenden Lampe, die von dem

Innern des Domes der Kirche zu Pisa herabhing, auf die Theorie des Pendels, und dadurch auf das Gesetz des freyen Falls der Körper geleitet worden sey.

Wenn auch diese Nachrichten weniger begründet seyn sollten, als sie es vielleicht in der That sind, immer geben sie, ob schon keinen Beweis, doch ein Beyspiel mehr von der alten Lehre, daß unter den Erscheinungen der Natur keine zu gering geachtet werden soll, da oft die kleinste derselben, gehörig gewürdigt, durch ihren Zusammenhang mit den übrigen, zu den wichtigsten Resultaten führen kann.

Diese Beachtung aber der scheinbar geringfügigsten Dinge, dieses Aufsuchen des geheimen Bandes, welches alle Phänomene der Natur unter einander verbindet, diese Eigenschaften eben sind es, die den Beobachter machen, und die ihn, wenn er von innerer Kraft und Ausdauer unterstützt, und vom Glücke begünstigt wird, oft zu den glänzendsten Entdeckungen leiten.

(Fragen, die sich ihm darbothen.) Warum fiel der Apfel, warum fällt überhaupt jeder Körper, wenn er nicht gehalten oder unterstützt wird, in einer senkrechten Richtung zur Erde? Ist in dieser Erde etwas, ein Vermögen, eine Kraft, die ihn zwingt, dieß zu thun? So scheint es in der That. Und wenn es nun so wäre, auf welche Weise, nach welchem Gesetze wirkt diese Kraft, und wie weit erstreckt sie sich von der Erde? Wenn sie z. B. bis zu dem Monde, zu diesem treuen Begleiter unserer Erde, reicht, was thut sie dort? Hier unten sehen wir den Stein zur Erde fallen, dort oben aber sehen wir den Mond zwar nicht zur Erde fallen, sondern nur um dieselbe sich bewegen. Wenn aber jener Fall des Steines eine Folge dieser Kraft der Erde seyn soll, könnte nicht auch dieser Umschwung des Mondes eine Folge derselben Kraft seyn? Und wenn auch dieses, ob man gleich, auf den ersten Blick wenigstens, die Verbindung zwischen diesen beyden Dingen nicht so leicht bemerkt — wenn auch dieses noch zugegeben würde, dürften wir nicht noch weiter gehen, und dieselben Schlüsse auch auf diese Erde selbst, ja auf alle übrigen Planeten unseres Sonnensystems anwenden? In der That, die Erde und alle Planeten bewegen sich, wie schon

Copernicus gezeigt hatte, in Kreisen um die Sonne, so wie sich der Mond in einem, wenn gleich viel kleineren Kreise um die Erde bewegt. Wird der Mond zu dieser Bewegung durch die Kraft der Erde, die in dem Mittelpuncte seiner Bahn liegt, gezwungen, warum sollte nicht auch der so viel größeren Sonne eine ähnliche, aber ebenfalls viel größere, viel weiter reichende Kraft beywohnen, durch welche sie die Planeten zwingt, sich um sie, als um den gemeinschaftlichen Mittelpunct aller ihrer Bahnen zu bewegen?

Großartige Fragen, fürwahr, besonders wenn man auf ihre erste Veranlassung, auf den Fall eines Apfels oder eines Steines, zurückgeht. Wie viele Millionen Menschen, seit die Erde steht, sahen so gut wie Newton, diese Steine fallen, ohne so zu fragen. Und auch hochwichtige Fragen ohne Zweifel, da, wie man sieht, von ihrer Beantwortung unsere Kenntniß von der innern Einrichtung und Organisation des ganzen großen Weltsystems abhängt. Auch scheinen sie recht gut zusammen zu hängen, da eine, gleichsam wie von selbst, schon aus der andern folgt.

Und doch — es sind nur Fragen, Meinungen, Hypothesen, und nichts weiter. Der Einfältige allerdings pflegt so nicht zu fragen; aber es gab der gescheidten Leute in alten und neuen Zeiten mehr als Einen, die es wohl konnten. Man hat die vielleicht noch schöneren, noch kühner ausgedrückten Stellen der Alten, aus Plutarch, Cicero, Seneca, Vitruv, so wie die ähnlichen Meinungen von Martianus Capella, Baco und Anderen längst gesammelt, und zur Bekräftigung des gemeinen Sprichworts zusammengestellt, daß nichts Neues mehr unter der Sonne gefunden werden soll. Auch waren Kepler, Hooke, Huygens, nach dem, was wir oben von ihnen gehört haben, wohl auch die Männer, die so fragen konnten, ja die selbst in der That so oder doch eben so gut gefragt haben. Aber eben, weil sie Alle nur so fragten, ohne sich weiter um die Antwort auf die Fragen zu bekümmern, weil Keiner die Sache weiter verfolgen und näher untersuchen, weil Keiner mit dem Griffel in der Hand sie auf dem allein untrüglichen Probersteine der Rechentafel untersuchen wollte, eben deshalb blieb auch die Sache, wie sie war, eine

Meinung, eine Hypothese, die, in sich selbst unfruchtbar, keine weiteren Folgen hatte, und endlich mit so vielen andern ihres Gleichen der Vergessenheit übergeben wurde.

Opinionum commenta delet dies.

Cic.

(Nähere Untersuchung der Hauptfrage.) Nicht so Newton. Als er die große Idee ergriffen und ihre Wichtigkeit anerkannt hatte, hielt er sie fest, verlor sie viele Jahre durch nicht mehr aus dem Gesichte, und ruhte nicht eher, bis er sie der Rechnung unterworfen, bis er durch diese Rechnung selbst, das heißt, durch die einzig wahre Art zu beweisen, die Wahrheit derselben dargethan, und über allen weiteren Zweifel erhoben hatte.

Es war ihm also zuvörderst darum zu thun, ob denn in der That die selbe Kraft der Erde, die den fallenden Stein zu sich zieht, es ist, die auch den nächsten aller Himmelskörper, den Mond, zwingt, seine kreisförmige Bahn um die Erde zu beschreiben.

Zu diesem Zwecke mußte er aber zuerst drey Dinge kennen, ohne welche jene Berechnung so gut als unmöglich war: I. die Art, auf welche diese Kraft der Erde die nahen und fernen Körper außer ihr anzieht; II. die Umlaufszeit des Mondes um die Erde; und III. die Entfernung desselben von dem Mittelpuncte der Erde in demselben Maße mit der bereits bekannten Fallhöhe der Körper ausgedrückt, um beyde mit einander vergleichen zu können.

I. (Bestimmung der Wirkung dieser Kraft.) In allen diesen drey Rücksichten war ihm von seinen Vorgängern, wenn gleich nicht in allen mit derselben Genauigkeit vorgearbeitet worden. So ausgezeichnet seine Triumphe waren, so viele war er davon auch den Andern schuldig. Sie hatten die Fackel der Untersuchung bereits in jene dunkle Gegenden getragen, und die Bahn beleuchtet, die er ohne ihre Hülfe wohl nie gefunden hätte. Darum erkennen wir nicht minder die Verdienste des seltenen Mannes, des Lenkers, des Bindungs-

mittels, wenn wir so sagen dürfen, aller ihm vorhergegangenen geistigen Kräfte. Auch liefert uns die Geschichte der Wissenschaften kein Beyispiel, daß Ein Mann seiner Zeit so weit vorausgeschritten wäre, um ihrer nicht weiter zu bedürfen. Genug, daß er sie zu nützen, und die vereinten Kräfte Aller zu seinem Zwecke anzuwenden wußte.

Schon Kepler hatte, ein Jahrhundert vor Newton, bemerkt, daß die Kraft der Sonne, mit welcher sie alle Planeten um sich bewegt, in größeren Entfernungen von ihr immer kleiner werden müsse, weil die weiter von ihr abstehenden Planeten sich immer langsamer bewegen; und er stellte selbst in seinen Schriften die Muthmaßung als sehr wahrscheinlich auf, daß diese Kraft der Sonne auf verschiedene Körper sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung dieser Körper von der Sonne verhalten könnte, daß also diese Kraft in der zwey-, drey- oder vierfachen Entfernung von der Sonne nur den vierten, neunten oder sechzehnten Theil derjenigen Wirkung habe, welchen sie in der einfachen Entfernung ausübt. Wenn Kepler diese wichtige Sache etwas genauer betrachtet hätte, so würde er sie nicht bloß als eine Vermuthung, sondern als eine ausgemachte, durch die Beobachtungen unmittelbar schon erwiesene Wahrheit aufgestellt haben. Denn nach dem von ihm selbst entdeckten sogenannten dritten Gesetze der planetarischen Bewegungen verhalten sich die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten, wie die Würfel der Halbmesser ihrer kreisförmigen Bahnen. Allein, wenn ein Körper in einem Kreise um einen festen Punct, den Mittelpunkt dieses Kreises, sich bewegt: so verhält sich das Quadrat seiner Umlaufzeit wie der Halbmesser dieses Kreises, dividirt durch den Druck, welchen der Körper senkrecht auf seine Bahn ausübt. Dieser Druck kann aber als die Kraft angesehen werden, welche gegen den Mittelpunkt des Kreises gerichtet ist, und durch deren Wirkung sich eben der Körper in dem Kreise bewegt. Verbindet man diese beyden Sätze mit einander, so folgt sofort, daß bey allen Bewegungen der Körper im Kreise die Centralkraft sich verhält, wie verkehrt das Quadrat des Halbmessers, das heißt, wie verkehrt das Quadrat der Entfernung des angezogenen Körpers.

Newton kannte diesen Satz von dem Drucke der in Kreisen einhergehenden Körper, den Huygens in seinen oben erwähnten Propositionen schon früher eben so schön als klar erwiesen hatte. Newton gestand dieß später selbst in einem Briefe an Halley. Noch vielmehr aber war ihm jenes dritte Kepler'sche Gesetz bekannt, da es unter den Astronomen bereits allgemein angenommen, und sogar auf den Schulen vorgetragen wurde. Es mußte ihm daher leicht seyn, aus der Verbindung beyder die Art abzuleiten, nach welcher die Sonne auf die Planeten wirkt, und daraus war der Uebergang auf eine ähnliche Kraft der Erde für den Mond gleichsam von selbst gegeben.

## II. (Bestimmung der Umlaufszeit des Mondes.)

Die Umlaufszeit des Mondes um die Erde war schon den alten Griechen mit großer Genauigkeit bekannt, wie denn dieses Element überhaupt bey allen Himmelskörpern sich am leichtesten und zugleich am sichersten bestimmen läßt, wenn man auch nur zwey, von einander in der Zeit sehr entfernte Beobachtungen des Gestirns besitzt, selbst wenn diese Beobachtungen nicht eben die allergenauesten seyn sollten.

Diese Umlaufszeit des Mondes ist nämlich die Periode, an deren Ende der Mond wieder genau zu demselben Fixstern kommt, bey dem er im Anfange dieser Periode gewesen ist. Nehmen wir also an, wir hätten heute genau im Augenblicke der Mitternacht die Bedeckung eines solchen Sterns vom Monde beobachtet. Wenn wir nach vier Wochen den Mond wieder betrachten, so werden wir ihn wieder demselben Stern nahe kommen, und wohl auch wieder bedecken sehen. Die Zeit zwischen beyden Beobachtungen wird die gesuchte Umlaufszeit des Mondes seyn. Man findet sie beynah gleich 27 Tage, 7 Stunden, und etwa 43 Minuten.

Allein diese beyden Beobachtungen können leicht noch einigen kleinen Fehlern unterworfen seyn, nicht sowohl wegen der nicht genauen Auffassung des eigentlichen Moments der beyden Bedeckungen, denn diese ist in der That sehr leicht mit großer Schärfe zu beobachten, besonders wenn der dunkle Rand des Mondes es ist, hinter welchen der Stern zuerst verschwin-

bet. Aber es gibt noch viele andere Ursachen, welche diese Bestimmung der Umlaufszeit unsicher machen können. Ohne uns aber hier weiter dabey aufzuhalten, wollen wir annehmen, daß, aller Vorsicht ungeachtet, die Summe der Fehler, die man in diesen beyden Beobachtungen begangen hat, eine volle Zeitminute betrage. Die so gefundene Umlaufszeit wird also auch um eine Minute größer oder kleiner seyn, als die wahre.

(Sicherheit dieser Bestimmung der Umlaufszeit des Mondes.) Nehmen wir nun an, daß man die zweyte Beobachtung, nicht gleich bey der nächstfolgenden zweyten, sondern erst bey der zehnten Bedeckung, seit jener ersten, also nach zehnmal 27 Tagen 7 Stunden gemacht habe. Da es sich hier auch nur wieder um zwey Bedeckungen, nämlich um die erste und die letzte handelt, und da diese zwey Beobachtungen in nichts von jenen beyden ersten verschieden, also auch im Allgemeinen ganz denselben Schwierigkeiten unterworfen sind, indem es, hier wie dort, nur um die genaue Auffassung des Anfangs und des Endes einer gewissen Periode, diese mag kurz oder lang seyn, zu thun ist, so werden wir also wieder annehmen müssen, daß der Totalfehler beyder Beobachtungen derselbe wie zuvor, also wieder eine Minute ist. Allein unsere zweyte Periode enthält 10 Umlaufzeiten, und muß daher durch 10 dividirt werden, um die gesuchte einfache Umlaufszeit zu erhalten. Der Fehler der ganzen Periode ist aber eine Minute, also beträgt auch der Fehler der so gefundenen Umlaufszeit nur den zehnten Theil einer Minute, oder nur 6 Secunden. Wenn wir also vorhin, wo wir zwey nächste Bedeckungen mit einander verglichen, die Umlaufszeit um eine ganze Minute fehlerhaft erhielten, so bekommen wir jetzt, wo wir eine Periode von 10 Umlaufzeiten wählten, dieselbe schon auf 6 Secunden genau. Man sieht leicht, wie dies immer besser wird, je größer man die Periode nimmt. Eine Periode von 60 Umlaufzeiten wird uns unsere Zeit bis auf 1 Secunde, eine von 600 Umlaufzeiten bis auf  $\frac{1}{10}$  einer Secunde genau geben u. s. w.

Nun fehlt es uns aber keineswegs an so alten Beobachtungen des Mondes, die 600 und noch mehr Umlaufszeiten von einander entfernt sind. Schon der alte Ptolemäus, der 130 Jahre nach dem Anfange unserer Zeitrechnung lebte, hat uns nicht nur seine eigenen und die Beobachtungen des großen Aristarch, der 380 Jahre vor ihm lebte, sondern auch noch ältere Beobachtungen des Mondes mitgetheilt, welche die Chaldäer um das Jahr 720 vor Christi Geburt in Babylon angestellt haben. Die Schriften der Araber enthalten ebenfalls eine große Anzahl solcher Beobachtungen aus dem achten und neunten Jahrhundert, und in unsern Tagen zumahl fehlt es noch viel weniger an neueren Beobachtungen, die man mit jenen vergleichen kann. Wählt man z. B. eine aus dem Anfange des Jahres 1800, und stellt sie mit jenen der Chaldäer zusammen, so erhält man eine Zwischenzeit von 2520 Jahren, jedes derselben zu  $365\frac{1}{4}$  Tag gerechnet, also eine Periode von 920430 Tagen, in welcher der Mond seinen Umlauf um die Erde über 33688 Mahl vollendet hat, so daß also, selbst ein Fehler von einem ganzen Tag in einer der beyden Beobachtungen, die gesuchte Umlaufszeit des Mondes nur um den 33688<sup>ten</sup> Theil eines Tages, oder um  $2\frac{3}{5}$  Secunde ändern würde.

Auf diese Weise hat man also die Umlaufszeit des Mondes in Beziehung auf die Fixsterne, oder die sogenannte siderische Revolution des Mondes in Tagen und Theilen des Tages ausgedrückt, mit großer Genauigkeit gleich 27.321661423 Tagen gefunden.

III. (Bestimmung der Grösse der Erde.) Die Grösse des Halbmessers der Erde war schon in den ältesten Zeiten ein Gegenstand der eifrigen Untersuchung der Astronomen. Wenn man die Erde als eine Kugel annimmt, so braucht man bloß die Grösse eines bestimmten Theiles ihres Umfangs, z. B. die Grösse eines Grades in Loisen zu messen, um daraus durch eine leichte Rechnung den Halbmesser der Erde ebenfalls in Loisen zu finden. Da nämlich, wie bekannt, in jedem Kreise die halbe Peripherie 3.141593 Mahl größer ist als

der Halbmesser, so darf man bloß die Länge des Grades in Toisen durch die Zahl  $\frac{180}{3,14159}$  d. h. durch 57.29577 multiplizieren, um den Halbmesser der Erde zu erhalten. Die älteste Messung dieser Art ist von Eratosthenes im Jahre 276 vor Christi Geburt bey Alexandrien ausgeführt worden. Nimmt man die Correctionen, welche Schmidt (mathematische Geographie; Göttingen 1829, Vol. I. Seite 164) daran anzubringen glaubte, für gut an, so würde daraus die Länge eines Breitengrades der Erde gleich 364980 Pariser Fuß folgen. Etwa 70 Jahre vor Christi Geburt wiederholte Possidonius dieselbe Messung zwischen Rhodus und Aegypten, aber sein Resultat ist wohl noch unverlässlicher, als jenes. Erst spät nach dieser wurde im Anfange des neunten Jahrhunderts eine dritte Vermessung dieser Art von arabischen Astronomen unter der Regierung des Kalifen Almamon vorgenommen, und der Grad der Erde gleich 352260 Fuß gefunden. Diese drey Messungen sind bis zur Wiederherstellung der Wissenschaften im sechzehnten Jahrhundert die einzigen, deren die Geschichte erwähnt.

Es ist auffallend, daß sie alle den Erdgrad, also auch den Erdhalbmesser, bedeutend zu groß geben. Zu dieser Zeit nahm ein französischer Arzt, Fernel, diesen Gegenstand wieder vor, und fand den Meridiangrad gleich 342420 Fuß. Obschon diese Bestimmung mit den neuen Vermessungen der Erde sehr gut übereinstimmt, so fand sie doch kein Vertrauen, da die Art, mit welcher Fernel verfuhr, beynah gar keine Genauigkeit zuläßt, so, daß er wohl nur zufällig der Wahrheit so nahe gekommen seyn mag. — Der Erste, welcher diesen Gegenstand wissenschaftlich behandelte, war Snellius in Leyden, der im Jahre 1615 den Grad gleich 330432 Fuß fand. Bald nach ihm, im Jahre 1634, beschäftigte sich auch der Engländer Norwood auf dieselbe Weise wie Snellius mit diesem Gegenstande, und fand den Grad gleich 343800 Fuß.

Dies waren die Vermessungen, welche bis zum Jahre 1666, wo Newton sie zur Grundlage seiner Rechnungen machen wollte, ausgeführt worden waren. Von den ihnen folgenden, die sich durch eine viel größere Genauigkeit auszeichneten, erwähnen wir hier nur derjenigen, die Picard im Jahre 1669 in Frankreich

unternahm, und die erst später von Lahire, Cassini, Delambre und Mechain weiter ausgeführt worden ist. Picard fand den Breitengrad gleich 342360 Fuß, woraus der Erdhalbmesser gleich 19 615780 Fuß folgt. Wir werden später auf diese Vermessung wieder zurückkommen. Newton konnte sie aber zu jener Zeit, von der wir sprechen, nicht anwenden, da sie erst drey Jahre nach 1666 gemacht worden ist.

Er gebrauchte aber auch die von Snellius oder die von seinem Landsmanne Norwood angestellte Messung nicht, wahrscheinlich, weil die Nachricht davon damahls noch nicht zu seiner Kenntniß gekommen war, oder auch, weil in dem Dorfe, auf welches er sich der Pest wegen zurückgezogen hatte, die Bücher, in welchen diese damahls noch neuen Nachrichten enthalten waren, nicht in seinem Bereiche seyn mochten. Er nahm daher, gemäß der damahligen allgemeinen Voraussetzung, die auch ihm im Gedächtnisse geblieben war, den Erdgrad in runder Zahl zu 60 englischen Meilen an. Da die englische Meile 4954.19 Pariser Fuß hat, so war die Länge dieses Grades gleich 297251, und der daraus folgende Halbmesser der Erde gleich 17 031230 Fuß. Man sieht, daß die beyden letzten Zahlen beträchtlich, beynahе um ein Siebentheil kleiner sind, als die oben aus der Messung Picard's angeführten Resultate.

(Bestimmung der Entfernung des Mondes von der Erde.) Eigentlich ist es aber nicht sowohl dieser Halbmesser der Erde, den wir nach III. (Seite 20) zu unserm Zwecke zu kennen brauchen, sondern vielmehr die Entfernung des Mondes von dem Erdmittelpuncte. Diese läßt sich aber ganz auf dieselbe Weise bestimmen, auf welche jeder Feldmesser die Entfernung eines Baumes oder eines Berges findet, zu dem er nicht unmittelbar kommen kann. Nehmen wir, um dieß kurz darzustellen, an, daß ein Beobachter den Mond in seinem Zenithe bey einem Stern sieht, während ein zweyter Beobachter ihn eben, bey seinem Untergange, am Horizonte bemerkt. Der zweyte wird also den Mond nicht mehr bey jenem Stern, sondern er wird ihn, wie man aus bereits angestellten Beobachtungen dieser Art weiß, nahe in der Entfernung von 0.952 Graden sehen.

Dies vorausgesetzt, hat man in dem Dreyecke, zwischen dem Monde, dem Mittelpuncte der Erde und dem zweyten Beobachter, auf der Oberfläche der Erde zwey Winkel bekannt, nämlich den rechten Winkel an dem Beobachter und den Winkel am Monde, der 0.952 Grade beträgt. Nimmt man nun auch die dem letzten Winkel gegenüberstehende Seite oder den Erdhalbmesser als bekannt an, so findet man durch eine äußerst einfache Rechnung auch die dem rechten Winkel gegenüberstehende Seite, oder die Entfernung des Mondes von dem Mittelpuncte der Erde. In unserem Falle erhält man für diese Entfernung des Mondes 60.16 Erdhalbmesser.

So ist uns also die Entfernung des Mondes von der Erde, aber nur in Erdhalbmessern ausgedrückt, bekannt geworden. So lange wir daher nicht zugleich wissen, wie groß dieser Erdhalbmesser in irgend einem bekannten Maße, z. B. in Pariser Fußsen ausgedrückt ist, so lange bleibt uns auch jene Entfernung des Mondes im Grunde unbekannt. Dazu also, oder um uns diese Kenntniß zu verschaffen, dienen die vorhin erwähnten Gradmessungen der Erde. Nach Picard's Messungen, die wir unter den oben genannten als die besten und der Wahrheit schon sehr nahe ansehen können, beträgt der Erdhalbmesser 19 615780 Pariser Fuß. Da nun nach dem eben Gesagten der Mond von dem Mittelpuncte der Erde 60.16 solcher Erdhalbmesser entfernt ist, so beträgt diese Entfernung des Mondes nach Picard 1180 085325 Fuß. Allein Newton nahm, der damahls allgemein als nahe richtig vorausgesetzten Uebereinkunft gemäß, den Erdhalbmesser zu 17 031230 Fuß, daher er auch die Entfernung des Mondes nur gleich 1024 598797 Fuß fand. Dies ist also beträchtlich von der Wahrheit verschieden. Die Differenz beyder Angaben beträgt volle 155 486528 Fuß, oder wenn die deutsche geographische Meile zu 22842 Fuß angenommen wird, über 6807 solcher Meilen. Wir werden bald sehen, daß dieser Unterschied oder dieser Irrthum in seiner Annahme der Größe des Erdhalbmessers es eigentlich war, der Newton so lange in seinen Forschungen aufgehalten, und seine Entdeckung verzögert hat.

(Uebergang von diesen Betrachtungen zur Auflösung des Problems.) Es war ihm bereits aus den Beobach-

tungen Anderer bekannt, daß auf der Oberfläche der Erde jeder Körper in der ersten Secunde nahe durch 15 Pariser Fuß (genauer durch 15 09817 Fuß in der geographischen Breite von Paris) fällt, und daß dieser Fall nahe eben derselbe ist in den tiefsten Schachten, so wie auf den höchsten Bergen, zu denen wir bisher gelangen konnten. Ein Anderer würde vielleicht daraus geschlossen haben, daß eben wegen dieser immer gleichen Größe des Falles auch die Kraft der Erde überall dieselbe, oder daß sie eine constante Kraft seyn müsse, und dieser Einfall allein wäre hinreichend gewesen, Alles zu verderben, und ihn von jeder weitern Untersuchung abzuhalten. Allein er war von der Abnahme dieser Kraft in größeren Entfernungen, und zugleich von dem oben (unter I.) angeführten Gesetze dieser Abnahme so innig überzeugt, daß er sich dadurch nicht irre machen ließ, ja daß er sich vielmehr eben dadurch in seiner ersten Vermuthung noch mehr bestärkt fühlte. Weil nämlich, sagte er sich selbst, weil diese Kraft, selbst auf den Gipfeln unserer höchsten Berge, noch keine merkliche Abnahme zeigt, da sie doch, das stand fest, in größeren Entfernungen abnehmen muß, so wird sie wohl nur sehr langsam abnehmen, wird also auch in sehr großen Entfernungen von der Erde noch immer groß genug seyn, den Stein an sich zu ziehen, wird also auch vielleicht selbst in der Entfernung des Mondes noch wirksam oder noch stark genug seyn, auch diesen großen Stein noch näher an sich zu ziehen, und es wird daher schon aus dieser Ursache nicht unrecht seyn, zuzusehen, ob sie das auch wirklich thut. Zwar zieht die Erde den Mond nicht eben so, wie jenen Stein, an sich; der Stein fällt in der That zur Erde, während der Mond im Gegentheile, da er einen Kreis um die Erde beschreibt, immer in derselben Entfernung von ihr bleibt. Aber diese Bewegung des Mondes in einem Kreise, dessen Mittelpunkt die Erde ist, scheint doch auch wieder deutlich zu zeigen, daß sie ihren Ursprung, ihren eigentlichen Grund, in dieser Erde selbst haben müsse. Fällt doch auch der Stein nur dann senkrecht zur Erde, wenn er aus der ruhenden Hand fällt. Wenn er aber von dieser Hand seitwärts geworfen wird, so sehen wir ihn nicht mehr senkrecht fallen, sondern auch eine krumme Linie beschreiben, und diese krumme Linie ist desto größer, je größer

die Kraft ist, mit welcher ihn die Hand geworfen hat. Die Kugeln unserer Feuegewehre und größeren Geschütze geben davon eben so bekannte als auffallende Beispiele. Diese Kraft der Erde, diese Anziehung derselben wirkt also, wie wir sehen, anders auf ruhende, und wieder anders auf schon bewegte, auf schon durch andere Kräfte in Bewegung gesetzte Körper. Könnte dieß nicht auch bey dem Monde der Fall seyn? Könnte er nicht, eben wegen dieser Anziehung der Erde, seine Bahn um dieselbe beschreiben? Würde dasselbe nicht auch mit jenen Kugeln unserer Geschütze der Fall seyn, wenn wir ihnen nur eine hinlänglich starke Ladung geben könnten? Diese Kugeln gehen immer weiter, sie beschreiben, ehe sie wieder zur Erde fallen, einen immer längern Bogen über derselben, je stärker ihre Ladung ist. Was hindert uns anzunehmen, daß eine noch viel stärkere Ladung sie endlich ganz um diese Erde herumtreiben würde, so wie auch der Mond, wie es scheint, in der That von einer solchen Kraft um die Erde herumgetrieben wird.

Diese Fragen in's Reine zu bringen, waren nun vor Allem zwey Dinge nothwendig. A. Muszte ausgemacht werden, wie groß diese Kraft der Erde in der Gegend des Mondes ist, und B. welche Wirkung sie dort auf die Bewegung dieses Gestirns hervorbringt.

Beide Dinge konnten offenbar nur durch Rechnung entschieden werden, und hier war es, wo sein eigentliches Geschäft anfing.

**A. (Grösse der Anziehung des Mondes durch die Erde.)**

Wie groß ist die Kraft der Erde in der Gegend des Mondes? — Das heißt mit anderen Worten: Auf der Oberfläche der Erde fällt jeder Körper in der ersten Secunde durch 15 Fuß: wie viel Fuß wird er in der Entfernung, in welcher jetzt der Mond sich bewegt, in derselben Zeit von einer Secunde fallen?

Die Antwort auf diese Frage ist, nach dem, was oben gesagt wurde, sehr leicht. In der That, wir haben gesehen, daß die Kraft der Erde auf alle Körper außer ihr sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung derselben von dem Mittelpuncte der

Erde verhält. Der höchste Berg, den wir kennen, ein Pic des Himalaya in Tibet, hat 24100 Pariser Fuß. Seine Höhe ist also noch nicht der achthundertste Theil des Halbmessers der Erde nach Picard, denn die Entfernung seines Gipfels von dem Mittelpuncte der Erde beträgt nur 1.0012 Erdhalbmesser. Dividirt man 1 durch das Quadrat dieser Zahl, so erhält man 0.998, und dieß durch 15 multiplicirt, gibt 14.970. Die Körper fallen also auf dem Gipfel dieses Berges in der ersten Secunde nur durch 14.97 Fuß, oder um 0.03 Fuß, das heißt um  $\frac{4}{10}$  Pariser Linien weniger, als am Niveau des Meeres, oder wenn die Kraft der Erde an ihrer Oberfläche zur Einheit genommen wird, so ist sie auf dem Gipfel jenes Berges gleich 0.998, oder nur um ihren zweytausendsten Theil kleiner. Eine so geringe Verschiedenheit konnte allerdings nur schwer bemerkt werden, daher man zu Newton's Zeiten die Schwere an allen Orten der Erde gleich groß voraussetzte.

Ganz eben so wird man nun auch verfahren, um die Anziehungskraft der Erde in der Entfernung des Mondes von uns zu finden. Nach dem Vorhergehenden beträgt diese Entfernung 60.16 Erdhalbmesser. Dividirt man die Einheit durch das Quadrat dieser Zahl, so erhält man 0.0002763, und multiplicirt man die letzte Zahl durch 15, so wird sie gleich 0.00414. Die Kraft der Erde, die an ihrer Oberfläche gleich der Einheit war, ist also in der Gegend des Mondes nur mehr 0.0002763, oder sie ist bereits auf den  $\frac{3}{10000}$ ten Theil ihrer früheren Größe herabgekommen; daher denn auch in derselben Gegend ein Stein und überhaupt jeder andere Körper, wenn er seiner Unterstützung beraubt wird, also auch der Mond selbst, in der ersten Secunde nicht mehr 15 Fuß, wie bey uns, sondern nur 0.00414 Fuß, oder nur  $\frac{6}{10}$  einer Linie zur Erde fallen würde.

**B. (Wie sich diese Anziehung der Erde auf den Mond äußert.)** Da wir nun die Größe der Anziehung der Erde auf den Mond kennen, so ist noch übrig, zu suchen, welche Wirkung diese Kraft auf die Bewegung dieses Gestirns äußert.

Wenn dieser Mond durch irgend eine mächtige Hand festgehalten, und dann plötzlich ausgelassen würde, so ist wohl kein

Zweifel, er würde, gleich jenem aus der Hand gelassenen Steine, in gerader Richtung zur Erde fallen, und sich ihr, so wie wir gesehen haben, in der ersten Secunde seines Falles um 0.00414 Fuß nähern. — Allein das ist nicht ganz derselbe Fall mit dem Steine und dem Monde. Der Stein fällt, weil die Hand sich wendet, und weil er dadurch seiner Unterstützung beraubt worden ist. Jene unsichtbare Hand aber, die vielleicht auch vor Zeiten den Mond festgehalten hat, kann sich nicht bloß gewendet haben, als sie ihn ausließ, ohne weiter auf ihn zu wirken; sie muß ihn vielmehr, als sie ihn fahren und seinem Schicksale überlassen wollte, nicht bloß ausgelassen, sondern aus der Hand geworfen haben, und die Richtung dieses Wurfs muß nicht auf die Erde zu gegangen seyn, weil sonst der Mond in einer geraden Linie zu ihr herabgefallen wäre: dieser Wurf muß vielmehr eine gegen die Erde schiefe Lage gehabt haben, da nur dadurch es möglich werden konnte, daß der Mond, wie er in der That jetzt thut, eine nahe kreisförmige Bahn um die Erde beschreibt.

Die Existenz dieser Bahn, die wir sehen, ist also selbst schon ein Beweis, daß auch jene Wurfkraft, jener ursprüngliche schiefe Stoß, den der Mond im Anfange seiner Bewegung erhalten hat, existirt haben müsse, weil jene sich nicht ohne diese denken läßt. Allein wir suchen hier, in dieser Bahn, nicht sowohl jene Kraft der unsichtbaren Hand, als vielmehr die eigene Kraft der Erde, die sich, wenn sie anders dort noch existirt, doch auch, so wie jene Kraft des Wurfs, in derselben Bewegung des Mondes in seiner Bahn um die Erde, noch nachweisen lassen sollte.

(Wirkung der Anziehung der Erde auf die auf ihrer Oberfläche geworfenen Körper.) Wenn das ist, so muß sich daselbe auch bey der Bahn der auf unsern Körper geworfenen Steine nachweisen lassen, von welcher wir oben gesprochen haben. Diese sind uns näher, sind leichter zu untersuchen, und werden uns daher auch vielleicht eher zum Ziele führen.

Denken wir uns also, vor einer horizontal aufgestellten Kanone, eine vertikale Wand in einer solchen Entfernung von der Mündung des Geschüßes, daß die Kugel genau eine Secunde brauche, um von der Mündung bis zur Wand zu gelan-

gen. Bemerken wir eben so genau den Punct der Wand, der mit dem Mittelpuncte der Mündung in derselben Höhe liegt, oder den Punct, welchen die Kugel treffen würde, wenn sie sich horizontal bewegen, wenn sie, während ihrem Laufe, von der Erde nicht angezogen werden würde. Und der Punct, in welchem die Kugel in der That die Mauer treffen wird? — Er wird ohne Zweifel unter jenem Puncte liegen. Und wie viel? — Genau um 15 Fuß, wie die Beobachtungen zeigen, wie man, so oft man will, durch sein eigenes Experiment sich überzeugen kann. Genau um 15 Fuß! Aber ganz eben so viel würde auch die Kugel während dieser ersten Secunde senkrecht gefallen seyn, wenn man sie, ohne Kanone, bloß aus der umgewendeten ruhigen Hand ausgelassen hätte.

Setzen wir jetzt das Geschüz weiter von der Wand ab, so weit z. B., daß die Kugel erst in zwey Secunden diese Wand erreiche. Diese Kugel wird jetzt die Wand in einem neuen Puncte treffen, der noch tiefer unter jenem ersten Wispuncte liegen, und zwar wieder genau so viel tiefer liegen wird, als die Kugel während dieser Zeit, von zwey Secunden, im freyen Falle in senkrechter Richtung zurücklegen würde. Und so fort mit jeder andern Distanz der Wand von dem Geschüze: immer wird die bewegte Kugel von der Erde um eben so viel angezogen, um eben so viel tiefer gehen, als sie gegangen wäre, wenn sie aus der anfänglichen Ruhe eben so lange Zeit frey gefallen wäre, und aus eben dieser Ursache wird nun die Bahn der Kugel, die ohne die Attraction der Erde eine gerade Linie seyn müßte, jetzt eine Krümme, gegen die Erde geneigte Linie seyn. „Die Attractionskraft der Erde bringt also auf einen Körper dieselbe Wirkung hervor, der Körper mag anfangs in Ruhe oder schon in irgend einer Bewegung begriffen seyn, wenn man nur diese Wirkung in derselben, also hier in der vertikalen Richtung mißt, in welcher die Kraft der Erde den Körper anzieht.“

(Anwendung des Vorhergehenden auf den Mond.)

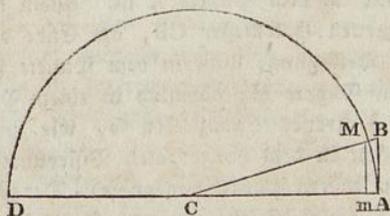
Dasfelbe wird also auch von dem Monde gelten, der doch auch

nichts anders ist, als ein im Anfange seiner Entstehung von einer, uns übrigens unbekanntem Kraft, gleich jener Kugel, schief gegen die Erde geworfener Körper; der eine krumme Linie um diese Erde beschreibt, so wie auch jene Kugel in ihrer krummen Linie ebenfalls ganz um die Erde gehen würde, wenn wir nur die Ladung der Kanone groß genug geben könnten, damit die Kugel nicht zu früh wieder zur Erde zurückfällt.

Sey also C (Fig. I.) der Mittelpunct der Erde, und AMD die Hälfte der kreisförmigen Bahn des Mondes. In dem der Mittelpunct A des Mondes diesen Punct A seiner Bahn verläßt, um seinen Weg fortzusetzen, wird er, wenn keine äußere Kraft auf ihn wirkt, nicht anders, als in der Richtung, die er bey seiner Ankunft in A hatte, oder in der geraden Linie AB fortgehen, welche Linie die Tangente seiner Bahn in dem Puncte A, oder welche nichts anders, als die Fortsetzung des letzten Elements dieser krummen Linie in dem Puncte A ist. Allein der Mond begegnet dem neuen Halbmesser CB, am Ende der ersten Secunde seiner Bewegung, nicht in dem Puncte B, sondern in einem andern Puncte M, nämlich in einem Puncte der Peripherie seines Kreises (ganz eben so, wie zuvor die Kugel der Wand nicht in dem horizontalen Visirpuncte, sondern in einem andern tiefern Puncte begegnete). Der Mond beschreibt also während dieser ersten Secunde seines Laufes nicht die gerade Linie AB, sondern den krummen Bogen AM seines Kreises, und dieß zwar aus der Ursache, weil die Attractionskraft der Erde in C auf ihn wirkt, weil sie ihn während dieser ersten Secunde zu sich, und zwar eben um das Stück BM zu sich hinzieht, um welches der Visirpunct B von dem Puncte M absteht, in welchem die Mondeskugel die Wand CB in der That getroffen hat. Diese kleine Linie BM, die eine bloße reine Wirkung der Anziehung der Erde ist, kann also auch zugleich als das wahre Maß dieser Anziehung des Mondes von der Erde betrachtet werden.

Wenn daher unsere obige Vermuthung richtig, wenn es nicht bloß wahrscheinlich, sondern wenn es vollkommen wahr seyn soll, daß dieselbe Kraft der Erde, welche den Stein auf

ihrer Oberfläche fallen macht, auch den Mond in seiner Bahn um sie treibt, so muß auch diese Linie BM genau eben so groß seyn, als wir oben (in A) unmittelbar aus dem Falle des Steines auf der Oberfläche der Erde gefunden haben, oder der Mond muß sich in der That in jeder Secunde um 0.00414 Pariser Fuß der Erde nähern, oder endlich: sein Kreis, den er um die Erde beschreibt, und die Geschwindigkeit, mit welcher er in diesem Kreise einhergeht, muß so beschaffen seyn, daß die Linie BM am Ende einer jeden Secunde genau jene Größe hat. Wenn dieß durch Rechnung so gefunden wird, so ist kein Zweifel, daß unsere obige Voraussetzung der Wahrheit vollkommen gemäß ist, und daß daher auch alle die wichtigen Folgerungen, welche wir oben (Seite 25) aus dieser Voraussetzung abgeleitet haben, nicht mehr bloße vage Vermuthungen, sondern wohlbegründete, durch Rechnung erwiesene Schlüsse sind.



(Berechnung der Linie BM aus der Umlaufszeit und Entfernung des Mondes.) Wie soll man nun aber, unabhängig von allen weitern Hypothesen, bloß aus dem bereits durch Beobachtungen bekannten Halbmesser CA der Mondesbahn (Seite 23), und aus der ebenfalls bekannten Umlaufszeit (Seite 18) desselben, die wahre Größe dieser Linie BM finden?

Suchen wir zuerst den Bogen AM oder den Weg, welchen der Mond in seiner Bahn während einer Secunde zurücklegt. Wir haben bereits oben (Seite 20) gefunden, daß der Mond in 27.321661 Tagen um die Erde geht, oder volle 360 Grade um dieselbe beschreibt. Daraus läßt sich nun durch

eine einfache Proportion (oder durch die sogenannte Regelbetri) leicht finden, daß der Mond während einer Secunde den Winkel ACM gleich 0.5479 Secunden um die Erde zurücklegt. Allein wir brauchen nicht sowohl diesen Winkel ACM, als vielmehr den zu ihm gehörigen Bogen AM. Es ist aber bekannt, daß man in jedem Kreise, dessen Halbmesser als Einheit angenommen wird, den Bogen erhält, der zu dem Winkel von einer bestimmten Anzahl Secunden gehört, wenn man diese Anzahl Secunden durch die kleine Zahl 0.0000048481 multiplicirt. Dieß gibt daher in unserem Falle den gesuchten Bogen AM gleich 0.00000265629 seines Halbmessers.

Nun weiß aber Jedermann, der nur eben mit den ersten Elementen der Geometrie bekannt ist, daß für jeden kleinen Bogen AM eines Kreises, dessen Halbmesser die Einheit ist, die Linie BM gleich ist der Hälfte des Quadrats dieses Bogens. Multiplicirt man daher die letzte Zahl mit sich selbst, und dividirt das Product durch 2, so findet man, daß unsere gesuchte Größe BM in jedem Kreise gleich ist dem 0.0000000000035279<sup>ten</sup> Theil des Halbmessers dieses Kreises.

(Fehler, der bey dieser Berechnung begangen wurde.)

Ganz eben so verfuhr auch Newton, und bis hierher war auch Alles streng richtig. Um nun aber die Größe BM, die er, so wie wir, nur überhaupt für einen Kreis von einem willkührlichen Halbmesser, den er für die Einheit annahm, gefunden hatte, auch für denjenigen besondern Kreis zu finden, welchen der Mond um die Erde beschreibt, durfte er bloß die letzte Zahl durch den bekannten Halbmesser der Mondesbahn multipliciren. Diesen hatte er aber oben (Seite 23) gleich 1024598797 Fuß angenommen, also fand er auch für die Größe BM das Product der beyden letzten Zahlen, oder er fand BM gleich 0.00361, da er doch, wenn seine Voraussetzung richtig seyn sollte, nicht diese letzte Zahl, sondern 0.00414 hätte finden sollen.

Offenbar kommt diese Differenz daher, daß er den Halbmesser der Erde zu klein angenommen hatte. Hätte er den erst später von Picard gefundenen Halbmesser anwenden können, so würde er für die Entfernung des Mondes 1180085325 Fuß

gefunden haben, wie wir oben (Seite 23) angeführt haben, und damit hätte er die Größe BM gleich 0.000416, also bis auf eine hier ganz unbedeutliche Kleinigkeit so gefunden, wie er sie wünschte, während der von ihm gefundene Werth beynahe um den siebenten Theil, also viel zu sehr von der Wahrheit verschieden war. Daß diese Abweichung in der That zu groß ist, um angenommen werden zu können, sieht man deutlicher noch, wenn man aus der von Newton gefundenen Größe von  $BM = 0.00361$  wieder rückwärts den Fall der Körper auf der Oberfläche der Erde ableitet. Da nämlich der Halbmesser der Mondesbahn (nach Seite 23) 60.16 Erdhalbmesser beträgt, so müßte, wenn Newton's Bestimmung der Größe BM richtig wäre, der Fall der Körper auf der Erde in der ersten Sekunde gleich dem Quadrate von 60.16, multiplicirt in seine Zahl 0.00361, das heißt, gleich 13.065 Fuß seyn, da sie doch, wie wir wissen, volle zwey Fuß größer ist, eine Differenz, die viel zu groß ist, um nicht die ganze darauf gebaute Hypothese als unzulässig und falsch zu erklären.

(Folgerung, die er aus diesem Fehler ableitete.)

Newton hätte aus dieser Nichtübereinstimmung seiner Rechnung mit den Beobachtungen schließen sollen, daß irgend eines der von ihm seiner Berechnung zum Grunde gelegten Elemente vielleicht noch nicht ganz richtig seyn, und daher einer Verbesserung bedürfen möge. Allein er vertraute diesen Resultaten der Beobachtungen zu sehr, und setzte dafür das Mißtrauen, welches diese verdient hätten, auf seine Schlüsse, oder vielmehr auf die Voraussetzung, die er seinen an sich ganz richtigen Schlüssen zum Grunde gelegt hatte. Es ist also wohl nicht wahr, sagte er zu sich selbst, was ich anfangs glaubte, daß dieselbe Kraft, die den Stein fallen läßt, auch den Mond bewegt, oder es sind doch, wenn es auch so wäre, noch andere, mir bisher ganz unbekante Kräfte mit im Spiele. Er gerieth in dieser seiner Verlegenheit sogar auf den Einfall, diese anderen Kräfte in einer Welteinrichtung zu suchen, die mit den sonderbaren Cartesianschen Wirbeln analog seyn sollte, wie Whiston, Newton's näherer Freund, in seinen *Memoirs of himself*, Seite 231, erzählt.

Da aber diese wunderlichen Wirbel, durch die Descartes, aus Mangel eines Besseren, die Bewegungen der Planeten und Kometen zu erklären gesucht hatte, obschon sie damahls allgemein angenommen, und selbst in den Schulen gelehrt wurden, so gar nichts für sich hatten, was einen Mann von seinem Geiste länger festhalten konnte, und da sie überdieß der Art waren, daß sie sich einer eigentlichen Berechnung, die hier allein entscheiden konnte, nicht unterwerfen ließen, so unterbrach Newton alle weiteren Nachforschungen über diesen Gegenstand, indem er seinen frühern Einfall für einen der vielen mißlungenen Versuche erklärte, an dem selbst Männer seiner Art keinen Mangel haben mögen, und indem er, damahls wenigstens, selbst vor seinen Freunden die Speculationen verheimlichte, mit welchen er sich längere Zeit vergebens beschäftigt hatte.

Wäre die Sache in diesem Zustande geblieben, so würden wir vielleicht heute noch nicht mehr, als Newton's Vorgänger, von ihr wissen, und unsere ganze Astronomie würde noch immer nicht aus dem Stande ihrer hilflosen Kindheit herausgetreten seyn.

(Versuch, die Rotation der Erde durch Beobachtungen zu beweisen.) Als Newton bald darauf, nachdem die Krankheit in Cambridge aufgehört hatte, wieder nach dieser Stadt zurückkehrte, überließ er sich ganz seinen optischen Untersuchungen, die ihn schon früher zu so schönen Entdeckungen geführt hatten. Zwölf volle Jahre kam er nicht, wenigstens nicht ernsthaft, auf jenen Gegenstand zurück. Als endlich im Jahre 1678 der bereits oben erwähnte Doctor Hooke, an der Stelle des verstorbenen Oldenburg, zum Secretär der Kön. Academie in London erwählt wurde, schrieb derselbe, im Auftrage dieser Gesellschaft, an Newton, und ersuchte ihn, der Academie seine Ansicht über ein Werk der physischen Astronomie, welches damahls einiges Aufsehen machte, mitzutheilen. Newton kam diesem Wunsche in einem Briefe an Hooke vom 28. November 1679 nach, und benützte diese Gelegenheit, von einer ihm vor Kurzem beygefallenen Idee zu sprechen, die Rotation der Erde durch unmittelbare Beobachtungen zu beweisen, da die Existenz der-

selben, die übrigens kein Gebildeter weiter bezweifelte, bisher doch nur durch Schlüsse dargethan worden sey. Zu diesem Zwecke schlug er vor, kleine und sehr dichte Körper, z. B. Bleikugeln, von einer beträchtlichen Höhe, etwa von der Spitze eines Thurmes, zur Erde fallen zu lassen. Wenn die Erde keine Rotation hat, so werden diese Kugeln offenbar in einer senkrechten Linie fallen. Wenn aber die Erde sich um ihre Ase von West nach Ost dreht, so würden, nach Newton's Ansicht, diese fallenden Körper ebenfalls eine Ausweichung gegen Osten zeigen. Es scheint auf den ersten Blick, als ob diese Ausweichung westlich, und nicht östlich seyn müßte, weil nämlich der Thurm selbst, während dem Falle der Kugel, durch die Bewegung der Erde gegen Ost vorrückt, und daher die Kugel hinter ihm zurückbleiben, und endlich westlich von dem Thurme zur Erde gelangen müßte. Allein, da diese östliche Bewegung der Erde allen Körpern derselben gemein ist, so hat auch die Spitze des Thurmes, und mit ihr zugleich die vor ihrem Falle nur scheinbar ruhende Kugel schon eine solche nach Osten gerichtete Geschwindigkeit, und zwar eine größere, als der dem Mittelpuncte der Erde nähere Fuß des Thurmes, und da diese der Kugel inwohnende Geschwindigkeit durch ihren Fall nicht aufgehoben wird, so muß sie in der That östlich von dem Fuße des Thurmes zur Erde gelangen. Man hat späterhin, und selbst in unseren Tagen noch, diesen Vorschlag ausgeführt, aber nicht immer ganz befriedigende Resultate gefunden, weil sich der diese Beobachtungen störende Widerstand der Atmosphäre, die Zugluft in dem Innern der Thürme oder auch der tiefen Schächten und andere Hindernisse nicht gut entfernen, oder durch Rechnungen bestimmen lassen. Die ersten Versuche waren so wenig genau, daß man daraus eigentlich gar keine Ausweichung schließen konnte, und es fehlte nicht an Astronomen, die daraus die absolute Ruhe der Erde erweisen wollten. Unter diesen war auch Riccioli, der zwey große Folio-bände gegen das Copernicanische System geschrieben hatte, und Tycho Brahe, der es durch ein anderes, von ihm selbst ausgedachtes System zu verdrängen sich bemühte. Dies mag auch wohl die Ursache gewesen seyn, warum Newton selbst später diejenigen Versuche, die man an der Paulskirche in London

ausführen wollte, zu verhindern suchte, um dadurch schwächere Gemüther nicht irre zu machen, und den Eingang der neuen Lehre nicht wieder zu verzögern.

(Neue Abwege, die Newton irre führten.) Indes setzte die Londoner Academie einen großen Werth auf die ihr von Newton mitgetheilte Idee, und trug demselben Hooke, den sie bereits als einen sehr genauen Beobachter kennen gelernt hatte, die Ausführung derselben auf. Hooke fing sofort an, sich mit diesem interessanten Gegenstande zu beschäftigen, und bemerkte bald darauf in einem Schreiben an Newton, daß, nach seinen vorläufigen theoretischen Untersuchungen, diese fallenden Körper nicht nur eine Ausweichung nach Osten, sondern auch, wenn anders das Experiment nicht eben unter dem Aequator angestellt würde, eine ähnliche, obschon kleinere Abweichung gegen Süden zeigen müßten. Die Theorie dieses Gegenstandes ist erst in den neuesten Zeiten von Laplace und Gauss gehörig ausgebildet worden, und nach ihr findet man unter der geographischen Breite von  $53^{\circ}.5$  für die Fallhöhe von 235 Fuß die Ausweichung nach Osten 3.91 Linien, und die nach Süden nur 0.0005 einer Linie, Resultate, welche genau genug mit denjenigen übereinstimmen, die Benzenberg im Jahre 1804 an dem 235 Fuß hohen Michaelsthurm in Hamburg aus unmittelbaren Beobachtungen erhalten hatte. Wollte man dieselben Versuche an dem höchsten Gebäude, welches bisher durch Menschenhände errichtet worden ist, an der großen Pyramide zu Cairo, deren Höhe 450 Fuß beträgt, wiederholen, so würde man für die östliche Ausweichung 12.36 Linien, und für die südliche 0.002 Linien finden.

Obschon also diese südliche Deviation so klein ist, daß sie unsern Beobachtungen wohl immer entgehen wird, so ist sie doch eben sowohl, als die viel größere östliche, in der Theorie begründet. Newton sah dieß auch sogleich ein, und gestand, in seiner Antwort an Hooke, die Wichtigkeit der Verbesserung desselben ohne Zögerung zu. Er bemerkte zugleich, daß er diesen Gegenstand weiter untersucht, und als Endresultat seiner Rechnung gefunden habe, daß der Weg des fallenden Körpers bey der

rotirenden Erde eigentlich eine spiralförmig gewundene krumme Linie sey.

Allein diese Autocorrection Newton's wollte Hooke nicht gelten lassen. Hooke hatte nämlich aus den von ihm selbst angestellten Untersuchungen gefunden, daß jene krumme Linie eine Ellipse seyn müsse, wenn anders die anziehende Kraft der Erde im verkehrten Quadrate der Entfernung auf den fallenden Körper wirkt, und die Bewegung desselben im freyen Raume vor sich geht. Er theilte dieses Resultat nicht nur Newton mit, sondern er trug auch, wie Waller in seinem Life of Hooke erzählt, im December 1679 der Academie eine experimentale Demonstration des von ihm gefundenen Satzes vor.

(Newton kommt durch diese Abwege auf neue Entdeckungen.) Man findet nicht, daß Newton auf diese, wohl nicht durch unmittelbare Rechnung gefundene zweyte Verbesserung Hooke's weiter geantwortet hätte. Ohne Zweifel kannte er die Wichtigkeit derselben ebenfalls an. Sie war ihm sogar die eigentliche Veranlassung, dieser Sache noch weiter nachzuforschen, und dadurch ein Theorem zu entdecken, das wohl nur eine Erweiterung des von Hooke gefundenen Satzes war, dessen Wichtigkeit aber Newton selbst ohne Zweifel sogleich erkennen mußte. Er fand nämlich, daß, wenn ein durch eine Centrakraft getriebener Körper in einer Ellipse einhergeht, diese Kraft in einem der Brennpuncte der Ellipse ihren Sitz haben und sich verhalten muß, wie verkehrt das Quadrat der Entfernung des angezogenen Körpers von diesem Brennpuncte. Er gesteht selbst in einem späteren Briefe an Halley, vom 27. Julius 1686, daß er durch Hooke's oben angeführte Bemerkung auf diesen Satz geleitet worden sey.

Da nun schon lange zuvor Kepler gefunden, und durch Rechnung bewiesen hatte, daß die Planeten in der That solche Ellipsen beschreiben, in deren einem Brennpuncte die Sonne ist, so ließ sich kaum mehr zweifeln, daß die Attractionskraft der Sonne auf die Planeten, und der Analogie gemäß auch die der Erde auf den Mond, auch in der That diesem Gesetze folgen werde. Aber ob schon Newton eigentlich schon durch diesen Satz das Gesetz der allgemeinen Gravitation, welches er erst nach

vier Jahren, im Jahre 1683, der kön. Academie, und noch vier Jahre später, im Jahre 1687, in seinem unsterblichen Werke der Principien bekannt machte, jetzt schon gefunden, und, wenigstens auf theoretischem Wege, auch bewiesen hatte, so wagte er es doch noch nicht, dasselbe auch sofort als das eigentliche Gesetz der Natur anzuerkennen. Jenes Mißlingen seines ersten Versuchs, den er vor dreyzehn Jahren in seinem Garten angestellt hatte, um die Bewegung des Mondes mit jener der fallenden Körper auf der Oberfläche der Erde in Verbindung zu setzen, machte ihn schüchtern, verbreitete Zweifel und Ungewißheit über alle ähnlichen Speculationen, und hielt ihn ab, die Resultate seiner bisherigen Untersuchungen bekannt zu machen, bevor er sie nicht von allen Seiten geprüft, und die Wahrheit derselben über allen weitem Zweifel erhoben hatte. Diese vielleicht zu weit getriebene Vorsicht verwickelte ihn hier, wie bey seinen andern großen Entdeckungen, die er eben so lange zurückhielt, späterhin in sehr unangenehme Streitigkeiten mit seinen Gegnern und mit den vielen Nebenbuhlern seines Ruhmes. Aber wenn auch diese Vorsicht unmittelbar aus der Individualität des Charakters dieses seltenen Mannes geflossen seyn mag, so kann sie doch zugleich als ein Beweis der höheren Geistesstärke und der tieferen Erkenntniß angesehen werden, die selbst da noch Mängel und Hindernisse sieht, wo der gewöhnliche gute, aber leichte Kopf nichts mehr erblickt, und kühn den Sprung wagt, der ihn zum Ziele führen soll. Daß die Anziehungskraft der Sonne sich so verhält, wenn die Planeten Ellipsen um sie beschreiben, war gewiß, und von ihm mit geometrischer Schärfe bewiesen. Aber daß auch umgekehrt diese Planetenbahnen Ellipsen seyn werden, sobald jene Kraft der Sonne sich so verhält, dieß war noch nicht erwiesen, und Newton konnte es auch, wenigstens damahls, noch nicht erweisen. Zu jenem gehörte nur die sogenannte Differentialrechnung, die er selbst erfunden hatte; zu diesem aber bedurfte er des Integralcalculus, und dieser war zu seiner Zeit noch viel zu wenig ausgebildet, um ihn schon auf ein so schweres Problem anwenden zu können. Auch wurde ihm, noch spät nach dieser Epoche, von S. Bernoulli der Vorwurf gemacht, daß er diesen zweyten Theil seines Satzes eigentlich nie bewiesen habe.

Es blieb also auch noch immer zweifelhaft, ob nicht auch andere Kräfte, ob nicht auch eine der Sonne inwohnende, nach einem ganz andern Gesetze wirkende Attractionskraft die Planeten ebenfalls in Ellipsen um sie führen könnte. Und wenn man auch davon absehen, wenn man auch zugeben wollte, daß die Sache auf theoretischem Wege vollkommen richtig sey — so handelte es sich hier nicht sowohl um einen Satz der Wissenschaft, um ein Theorem der Schule, als um eine, und zwar um eine sehr große und weit verbreitete Erscheinung der Natur. Die Natur aber wird nicht durch Speculationen, sondern durch Beobachtungen befragt, und so kunstvoll und sinnreich auch unsere Erklärungen ihrer Phänomene seyn mögen, so ist doch der eigentliche Prüffstein, an welchem wir die Wahrheit dieser Erklärungen in letzter Instanz zeigen können, nur die Uebereinstimmung derselben mit den unmittelbaren Beobachtungen, und an diesem letzten und besten Beweise fehlte es ihm so lange, als er die Bewegung des Mondes mit den Erscheinungen des fallenden Steines nicht in Verbindung bringen konnte.

(Er nimmt später zufällig seine ersten Versuche wieder auf.) Newton ließ also seine Untersuchungen, die er als leere, von keinen Beobachtungen unterstützte Speculationen zu betrachten anfing, zum zweytenmahle fallen, und er würde sie vielleicht nie mehr aufgenommen haben, wenn er nicht, sechzehn Jahre nach jenem ersten Versuche, durch einen bloßen Zufall wieder darauf zurückgeführt worden wäre.

Es war im Junius des Jahres 1682, als er in dem Hause der Academie, unter den früher Angekommenen, auf die für diesen Tag angesagte Versammlung wartete. Man sprach von einer neuen Gradmessung, die ein gewisser Picard in Frankreich im Jahre 1669 angefangen, und vor wenig Jahren vollendet habe, und eines der Mitglieder zeigte ein von ihm kürzlich erhaltenes Schreiben vor, in welchem die Resultate dieser Messungen enthalten waren. Newton nahm, ohne eben einen besondern Werth auf diese ihm bisher ganz unbekanntes Unternehmung zu legen, eine Abschrift von den Resultaten derselben, und hörte den nun

folgenden Vorträgen der Academie mit ungetheilter Aufmerksamkeit zu. Als er nach geendeter Sitzung wieder in seiner Wohnung ankam, suchte er seine alten Rechnungen von dem Jahre 1666 hervor, um sie mit den Zahlen der neuen französischen Gradmessung, die man ihm als sehr verlässlich gerühmt hatte, zu wiederholen. Er bemerkte bald im Verfolge seiner Berechnung, daß das von ihm so lange und so sehnsuchtsvoll erwartete Resultat herauszukommen schien; mit jeder Zeile leuchtete ihm die Hoffnung stärker, mit jedem Schritte trat ihm die Wahrheit näher, und — die Wehmuth der Freude kam über ihn, und er konnte sein Werk nicht vollenden. In dem Vorgefühle, daß er an dem Vorabende des wichtigsten Tages seines Lebens, daß er an der Schwelle der glänzendsten Entdeckung stehe, die je ein Mensch gemacht hat, wurde er von einem so heftigen Wehen seiner Nerven ergriffen, daß er sich ganz außer Stand fühlte, seine angefangene Berechnung zu Ende zu führen. In diesem Geisteszustande vertraute er sich einem seiner hereintretenden Freunde, der für ihn die Rechnung weiter führte, und er hatte die hohe Freude, seine seit 16 langen Jahren gehegten Ideen vollkommen bestätigt, und seine glückliche Vermuthung auf's schönste bewährt zu finden.

**(Endliche Entdeckung des so lange gesuchten Gesetzes.)**

Wir haben bereits oben (Seite 38) gezeigt, wie Picard's Messungen in der That sehr gut mit Newton's Voraussetzungen übereinstimmten, und wie sie eben dadurch den von diesem so lange gesuchten Beweis liefern, daß die Erde alle Körper außer ihr im verkehrten Quadrate der Entfernungen anziehe, und daß also auch dieselbe Kraft der Erde, welche den Stein auf ihrer Oberfläche fallen macht, den Mond in seiner Bahn um sie bewege.

Es ist wohl schwer, den Eindruck zu würdigen, welchen ein solches Resultat auf einen Geist dieser Art hervorbringen mußte. Mit eins öffnete sich nun das ganze Weltall vor seinem Blicke; die Sonne mit ihren Planeten; diese Planeten selbst mit ihren Satelliten; alle Kometen mit ihren excentrischen Ellipsen — Kurz, das ganze Sonnensystem, und Alles, was bisher in ihm dem menschlichen Geiste geheimnißvoll und verschleiert war, stand nun, in seiner innern Organisation und in dem das

Ganze regulirenden Gesetze, vor seinem Auge klar und offen da.

Die erste Frucht dieser großen Entdeckung war eine Reihe rhapsodisch zusammengestellter Theoreme ohne Beweis über die Bewegung der Planeten um die Sonne, welche Newton, aber auch hier erst geraume Zeit nach jener Epoche, gegen das Ende des Jahres 1683, an die Academie in London, jedoch nicht zur Bekanntmachung in ihren Transactionen, übersandte. Die eigentliche Mittheilung an das Publikum erfolgte viel später, und zwar erst im Jahre 1686.

Während dieser langen Zeit verbreiteten sich mehrere unbestimmte Nachrichten von dieser wichtigen Entdeckung, vorzüglich unter den englischen Mathematikern, und es fehlte nicht an Männern, die sich schon früher nicht ohne Erfolg mit demselben Gegenstande beschäftigt hatten, und nur dieser Winke bedurften, um auch ihre eigenen Ideen der Reihe näher zu führen. Christoph Wren, ein ausgezeichnete Geometer, hatte sich schon gegen das Jahr 1680 bemüht, die Bewegungen der Planeten durch die Zusammensetzung eines Falls derselben gegen die Sonne mit einer ursprünglichen Tangentialkraft zu erklären; aber da er die Mittel, diese Idee der Rechnung zu unterwerfen, nicht finden konnte, gab er die ganze Sache wieder auf. Im Jahre 1683 hatte Newton's Freund, Halley, aus dem bekannten dritten Kepler'schen Gesetze den Schluß abgeleitet, daß die Kraft der Sonne sich verkehrt wie das Quadrat der Entfernungen verhalten müsse, und der bereits erwähnte Hooke behauptete bald darauf, nicht ohne einige Grobßprecheren, gegen Halley, daß er aus demselben Principe bereits alle Bewegungen der Planeten abzuleiten wüßte. Er erboth sich, dieß seinem Freunde Wren zu zeigen, obschon er seine Entdeckung noch nicht öffentlich bekannt machen wollte.

(Bekanntmachung dieser Entdeckung.) Im August 1684 reifete Halley in der Absicht zu Newton, ihn um die Herausgabe seiner Schriften, die er über diese und verwandte Gegenstände verfaßt haben sollte, zu ersuchen. Allein Newton weigerte sich dessen, und selbst ein förmliches Ansuchen der Academie

beantwortete er am 25. Februar 1685 nur dahin, daß er seine Bereitwilligkeit zeigte, „seine Bemerkungen über die Bewegung „der Planeten, nicht etwa jetzt schon bekannt zu machen, sondern „nur in dem Protokolle der Gesellschaft aufnehmen zu lassen,“ wie es scheint, bloß um die Priorität seiner Entdeckung gegen die Angriffe seiner Rivale zu sichern.

Endlich, am 28. April 1686, also beynabe vier Jahre nach seiner Entdeckung, und zwanzig Jahre nach seiner ersten Idee über dieselbe, wurde das so lang erwartete Manuscript Newton's der Academie in London vorgelegt. Dieses Manuscript enthielt nun allerdings viel mehr, als man erwartet hatte, und wenn man sich früher über die so viele Jahre dauernde Zögerung des Verfassers verwundert hatte, so bewunderte man nun die Menge von tiefen und scharfsinnigen Untersuchungen, die ein einziger Mann in so wenig Jahren vollenden konnte. Newton hatte der Academie nicht bloß einige zerstreute Blätter über den in Rede stehenden Gegenstand, er hatte ihnen sein großes Werk selbst eingeschickt: seine Principia philosophiae naturalis mathematica, dieses Werk, welches für alle Zeiten in der Geschichte der Wissenschaft Epoche machen wird, und das mit Recht als der Stolz, nicht Eines Mannes, nicht Eines Landes, sondern des ganzen Menschengeschlechtes betrachtet werden muß.

(Streitigkeiten, in welche er sich durch dieses Werk verwickelte.) Daß das Werk mit der gebührenden Achtung von der Academie aufgenommen wurde, darf kaum erwähnt werden. Der Vicepräsident, Sir John Hoskins, Hooke's specieller Freund, der in dieser Versammlung den Vorsitz führte, sagte in seinem Vortrage über das Werk, daß es um so mehr erhoben zu werden verdiene, da die große Anzahl von wichtigen Entdeckungen, die den Inhalt desselben ausmachen, nicht nur von einem einzigen Manne gemacht, sondern auch in kurzer Zeit so weit ausgebildet worden wäre, daß man nichts weiter mehr zu ihrer Vervollkommnung hinzufügen könne. Durch diese Ausdrücke fand sich Hooke beleidigt, und er verlangte von dem Präsidenten, daß er auch derjenigen

Entdeckungen erwähnen solle, die er, Hooke selbst, ihm schon längst mitgetheilt habe. Allein Hoskins schien sich dieser Mittheilungen nicht zu erinnern, und die Folge davon war, daß diese zwey bisher für unzertrennlich gehaltenen Freunde seitdem ganz unter sich zerfielen. Nach geendeter Sitzung begaben sich die Mitglieder, der damaligen Sitte gemäß, in das benachbarte Kaffeehaus, wo Hooke neuerdings das Wort nahm, und behauptete, daß er nicht nur die meisten dieser Entdeckungen selbst gemacht, sondern auch Newton den ersten Wink davon gegeben habe.

Newton bekam von diesen Reclamationen eine doppelte Nachricht. Halley schrieb ihm am 22. May 1686: »Hooke macht einige Ansprüche auf die Entdeckung des Gesetzes, daß die Schwere sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung verhalte. Er sagte, Sie hätten diese Sache von ihm mitgetheilt erhalten, gesteht aber auch, daß der Beweis der krummen Linien, welche durch die Wirkung einer solchen Schwere erzeugt werden, ganz Ihr Eigenthum sey. Sie selbst werden am besten wissen, wie sich diese Sache verhält, und was Sie dabey zu thun haben. Hooke scheint nur zu erwarten, daß Sie in der Vorrede, die Sie zum Werke ohne Zweifel gegeben werden, von ihm irgend eine Erwähnung machen.« — Newton antwortete am 20. Juny in einem umständlichen Schreiben, in welchem er eine genaue und geschickte Widerlegung der Ansprüche Hooke's mittheilt. Allein diese Antwort war noch nicht abgesendet, als er ein zweytes Schreiben von einem andern Mitgliede der Academie erhielt, in welchem es hieß: »Hooke erhebe ein gewaltiges Geschrey, und behaupte, daß Newton Alles von ihm habe, und er werde darauf dringen, daß man ihm Gerechtigkeit widerfahren lasse.« — Diese Nachricht scheint Newton's Ruhe aufgestört zu haben, und sofort setzte er seinem noch vor ihm liegenden Briefe an Halley eine kauftische Nachschrift hinzu, in welcher er Hooke mit wenig Umständen behandelte, und so weit ging, zu sagen, daß Hooke ganz umgekehrt seine Kenntnisse nur aus den Briefen habe, die er (Newton) früher an seine Freunde gerichtet, und daß sonach das, was ihm Hooke später von der Schwere ge-

schrieben habe, nur Früchte eines fremden Gartens sind. — Halley suchte ihn zu beruhigen, indem er ihm darstellte, daß man ihm Hooke's Benehmen mit viel zu schwarzen Farben geschildert habe, und daß derselbe durchaus keine anderen Ansprüche, als die bereits früher erwähnten, geltend machen will. Die Folge dieser Beschwichtigung war, daß Newton sein Bedauern ausdrückte, jenes Postscript geschrieben zu haben, und daß er als ein Mittel, diesen Streit beyzulegen, seinem Werke ein Scholium anhängen wolle, in welchem er anerkennt, daß Wren, Hooke und Halley, Jeder von dem Andern unabhängig, das Gesetz der Schwere aus dem bekannten dritten Satze Kepler's gefunden haben. Man findet dieses Scholion in Vol. I. Prop. IV. Coroll. VI. der Principien.

In derselben Sitzung beschloß die Versammlung, Newton ihren Dank für das zugesendete Werk öffentlich zuzuschicken, und daselbe auf ihre Kosten drucken zu lassen. Newton schickte bald darauf an Halley, der die Herausgabe des Werkes übernommen hatte, noch manche Zusätze und Verbesserungen. Er scheint Alles, selbst die äußere Ausstattung desselben, mit einer Genauigkeit besorgt zu haben, die an Mangelhaftigkeit gränzte. Er wollte den Titel ändern, die dritte Abtheilung des Werkes ganz weglassen und dergl. „Man kann in diesen Dingen,“ schrieb er an Halley, „nicht umsichtig genug seyn. Die Naturwissenschaft ist eine so abscheulich zankfüchtige Dame (impertinently litigious lady), daß man sich eben so wenig mit ihr, als mit einem prozeßfüchtigen Advocaten einlassen sollte. Ich habe sie immer so gefunden, so oft ich mich mit ihr abgegeben habe, und deshalb bin ich jetzt so sehr auf meiner Huth.“

(Inhalt dieses Werkes.) Dieses merkwürdige Werk besteht aus drey Büchern. Das erste handelt von der Bewegung der Körper, diese letzten größtentheils als Puncte betrachtet. Das zweyte enthält die Lehre von dem Gleichgewichte der Flüssigkeiten und von den Bewegungen der Körper in widerstehenden Mitteln. Das dritte endlich handelt von der Anwendung des Inhaltes jener beyden ersten auf die Körper unseres Sonnensystems. Beynahe alle Fragen, welche noch

heut zu Tage den Gegenstand unserer sogenannten physischen Astronomie und höheren Mathematik bilden, sind dort beantwortet, in ihren vorzüglichsten Momenten wenigstens, da die weitere Ausbildung dieser Theorien, wegen dem noch unvollkommenen Zustande der Analysis jener Zeit, den Nachfolgern überlassen werden mußte.

(Inhalt des ersten Buches.) So findet man in dem ersten Buche die krummen Linien, welche ein Körper beschreiben muß, wenn die auf ihn wirkende Centrakraft nach einer bestimmten Potenz ihrer Entfernung wirkt. Unter diesen verschiedenen Fällen wird jener der Natur, wo die Kraft sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung verhält, mit der hier besonders nöthigen Umständlichkeit abgehandelt. Bey diesen Untersuchungen biethet sich eine große Anzahl anderer Probleme an, deren Lösung einen besondern Scharfsinn erforderte. Die Bewegung der frey fallenden Körper, wenn sie von irgend einem Punkte nach einem gegebenen Gesetze angezogen werden, bildet einen eigenen interessanten Abschnitt dieses ersten Buches. Selbst das Problem der drey Körper, oder die Theorie der planetarischen Störungen, wird hier ihrem vorzüglichsten Theile nach aufgelöst, und die Theorie der Bewegung der Apfiden und der Knoten der Mondesbahn, so wie die der Präcession der Nachtgleichen gegeben. Newton zeigt in dem vorletzten Abschnitte, daß bey dem Naturgesetze ganze Kugeln die außer ihnen gelegenen Körper so anziehen, als ob die Masse dieser Kugeln in ihrem Mittelpuncte vereinigt wäre. Endlich untersucht er noch die Anziehung der Körper auf einzelne Punkte oder Atome, und wendet diese Theorie auf die mannigfaltigen Erscheinungen des Lichtes an.

(Inhalt des zweyten Buches.) Das zweyte Buch enthält die vorzüglichsten Lehren unserer neuern Hydrostatik und Hydrodynamik, oder die Theorie des Gleichgewichts und der Bewegung der Flüssigkeiten. Man findet hier die tiefsten Untersuchungen über die Bewegungen fester Körper in flüssigen und luftförmigen Mitteln, über den Widerstand, welchen

dieselben von diesen Mitteln erleiden, über die Gestalt derjenigen Körper, für welche dieser Widerstand der kleinste ist; über die Bewegung der Pendeln und der geworfenen Körper in widerstehenden Mitteln, über die Menge des aus kleinen Oeffnungen ausfließenden Wassers, über die Fortpflanzung des Schalles in der Luft, die Bewegung des Wassers in Röhren und Kanälen u. s. w.

(Inhalt des dritten Buches.) In dem dritten Buche, das er selbst eine populäre Astronomie nennt, lehrt er die Anwendung der in den beyden ersten auseinander gesetzten Theorien auf die Constitution unseres Planetensystems. Er zeigt hier zuerst, daß die Satelliten Jupiters und Saturns in ihren Bewegungen ganz dieselben Gesetze beobachten, wie die Planeten. Da die Flächen, welche die Entfernungen der Planeten von der Erde beschreiben, den Zeiten nicht proportional sind, aber wohl die, welche ihre Entfernungen von der Sonne beschreiben, so bewegen sie sich nicht um die Erde, sondern um die Sonne, woraus dann ferner abgeleitet wird, daß die Kraft, mit welcher sie von der Sonne angezogen werden, sich wie verkehrt das Quadrat ihrer Entfernung verhält, und daß derselbe Fall auch bey dem Monde in Beziehung auf die Erde Statt hat. Hier ist der Ort (Propositio IV.), wo er die Bewegung des Mondes mit dem Falle der Körper auf der Erde vergleicht, und dadurch, indem er die Meridianmessung Picard's gebraucht, findet, daß beyde Erscheinungen die Wirkungen einer und derselben Kraft der Erde sind. (Zweyte Auflage, Amsterdam 1714, Seite 364.) — Weiter wird gezeigt, wie alle Planeten sich gegenseitig anziehen, und zwar im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im verkehrten des Quadrats ihrer Entfernungen von einander; wie die Massen der Sonne und der Planeten, so wie die Dichtigkeiten dieser Himmelskörper und die Räume bestimmt werden, durch welche die Körper auf ihrer Oberfläche in der ersten Secunde fallen; wie eigentlich die Bewegungen der Planeten nicht sowohl um den Mittelpunct der Sonne, als um den gemeinschaftlichen Schwerpunct des Systems vor sich gehen, und wie endlich die eigent-

liche Kraft der Anziehung der Sonne z. B., oder der Erde, nicht sowohl in dem Mittelpuncte dieser Körper liegt, sondern daß sie die Summe aller der unzähligen Anziehungen ist, die jedem einzelnen Atome zugehört, aus welcher diese Körper bestehen. Von dieser Betrachtung der himmlischen Körper geht er nun zu einer nähern Untersuchung der Gestalt unserer Erde über.

Die kurz vorher von Cassini bestimmte Abplattung und Rotation Jupiters erregte Newton's Aufmerksamkeit, der wir die genauere Kenntniß der Centrifugalkraft und der wahren Gestalt der Erde verdanken. Alle die interessanten und schweren Probleme, welche die Geometer nach ihm so lange und so anhaltend beschäftigten, wurden von ihm, wenigstens ihren Haupttheilen nach, betrachtet.

Dadurch wurde er auf die noch schwerere Aufgabe von der täglichen Bewegung des Weltmeeres geführt, die unter der Benennung der Ebbe und Fluth des Meeres bekannt ist. Man hatte zwar schon früher erkannt, daß der Mond, und nächst ihm die Sonne, die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinungen ist, weil die beyden Fluthen, die sich jeden Tag ereignen, immer bey denselben Stellungen des Mondes zu dem Meridian wiederkehren, und weil die größten Fluthen stets in die Neu- und Vollmonde, die kleinsten aber in die beyden Viertel fallen. Aber man hatte dies nur eben erkannt, ohne es beweisen, ohne es berechnen zu können. Newton unterwarf diese Phänomene der Kraft seiner Analyse, und lehrte uns dieselben mit der größten Vollkommenheit kennen. Er fand, daß die Kraft, mit welcher der Mond auf die Gewässer des Oceans einwirkt, nahe  $4\frac{1}{2}$  Mal größer ist, als die der Sonne; daß der Mond eine Fluth von  $8\frac{3}{5}$  und die Sonne eine von  $1\frac{9}{10}$  Fuß, also beyde zusammen eine Fluth von  $10\frac{1}{2}$  Fuß hervorbringt; ein Resultat, das auf der offenen See mit den Beobachtungen sehr nahe übereinstimmt. Daraus leitete er zugleich die Masse und Dichtigkeit des Mondes ab, und fand, daß die Masse  $\frac{1}{40}$ , und die Dichte des Mondes  $\frac{11}{9}$  von der der Erde ist.

Die Bewegungen des Mondes sind viel ungleichförmiger, als die der Planeten. Newton suchte und fand die Ursache dieser Ungleichheiten in der Anziehung der Sonne, welche sich mit

der größeren der Erde verbindet, und die Mondesbewegung eben so oft beschleunigt, als verzögert. Die größte dieser Ungleichheiten, oder die Erection, deren Existenz schon von Ptolemäus (im Jahre 130 nach Christi Geburt) entdeckt wurde, geht bis auf 4830 Secunden. Von den beyden anderen von Tycho Brahe entdeckten Ungleichheiten geht die Variation auf 2142, und die jährliche Gleichung auf 671 Secunden. Newton zeigte die wahre Ursache dieser Anomalien sowohl, als auch mehrere andere kleinere, und seine Erklärungen liegen noch jetzt unsern Berechnungen dieses Himmelskörpers zum Grunde, wenn dieselben gleich durch die Bemühungen eines Clairaut, d'Alembert, Euler, Lagrange und Laplace ungemein vervollkommenet worden sind.

Dieselbe Analyse zeigte ihm auch die Ursache der Bewegung der Mondsknoten, die in einem Jahre über 19 Grade, und die der Apfiden der Mondesbahn, die jährlich 40.6 Grade beträgt. Daraus folgt die Umlaufszeit dieser Knoten von 6793, und der Apfiden von 3233 Tagen. Diese Bewegung der Knoten leitete ihn auf die Erklärung der Präcession, nach welcher die Nachtgleichenpunkte in jedem Jahre um 50 Secunden rückwärts gehen, und ihren Umlauf am Himmel in 25920 Jahren vollenden. Endlich lehrt er noch am Schlusse der dritten Abtheilung seines Werkes, wie man aus den Beobachtungen der Kometen die Bahnen derselben durch Rechnung ableiten kann, und indem er seine Theorie auf den großen Kometen von 1680 anwendete, zeigte ihm die Uebereinstimmung seiner Rechnung mit den Beobachtungen nicht nur die Richtigkeit seiner Theorie, sondern auch zugleich die Bestätigung seiner früheren Voraussetzung, daß das von ihm entdeckte Gesetz der allgemeinen Schwere sich nicht nur auf die Planeten unseres Sonnensystems, sondern auch noch auf die Kometen erstrecke, von welchen eben der erwähnte sich über 8540 Millionen Meilen, also mehr als 45 Mal weiter von der Sonne erstreckte, als Saturn, der äußerste der damahls bekannten Planeten.

(Hindernisse, welche der Eingang dieses Werkes fand.)  
Dies ist eine kurze Uebersicht des Inhalts jenes unsterblichen

Werkes. Die Größe des Gegenstandes, mit welchem es sich beschäftigte, die edle Einfachheit des darin aufgestellten Systems, und die unwidersprechliche, auf Rechnung gegründete Sicherheit der in ihm enthaltenen Sätze ließ hoffen, daß es auch sofort von Allen mit ungetheiltem Beyfalle werde aufgenommen werden. Aber das war keineswegs der Fall, und die Principien mußten lange genug mit allen den Hindernissen kämpfen, die sich der Einführung aller neuen Wahrheiten entgegen zu setzen pflegen. Die Irrthümer und Vorurtheile vergangener Jahrhunderte hatten sich selbst der bessern Köpfe bemächtigt, und diese waren es vorzüglich, denn die anderen verstanden das Werk nicht, welche sich der Aufnahme der neuen Theorie so lange entgegen setzten. Die sonderbare, von Descartes aufgestellte Hypothese, die alle Erscheinungen des Himmels durch Wirbel erklären wollte, hatte ihr Scepter über ganz Europa verbreitet, und nicht bloß die Gelehrten hingen ihr mit der ihnen nur zu gewöhnlichen zähen Beharrlichkeit an, sondern selbst die weniger Gebildeten eilten, sich für ein System zu erklären, das mehr für die Imagination, als für den Verstand der Menschen berechnet schien, und das sie um so leichter zu verstehen glaubten, je weniger sie es in der That verstanden. Descartes erklärt alle Bewegungen der himmlischen Körper durch die wirbelförmigen Bewegungen des Aethers, einer Materie, die nach ihm den ganzen Weltraum erfüllt, und in welcher die Planeten schwimmen sollten. Wer immer einmahl einen Körper in einem Wasserwirbel kreiseln, oder wer die kreisförmigen Schwankungen des Wassers in einem schnell um sich selbst gedrehten Gefäße gesehen hat, glaubte auch schon einzusehen, wie auch die Planeten in ähnlichen Wogen und Wirbeln des Aethers sich um die Sonne bewegen. Schon der berühmte Galilei und sein Schüler Toricelli hatten diese wunderliche Ansicht in Schutz zu nehmen gesucht, die aber erst von Descartes ausgebildet, und dann von dem Scharfsinne, oder vielmehr von der lebhaften Einbildungskraft seiner Nachfolger ausgeschmückt, und zu einer Art von Herrschaft erhoben wurde, der sich Niemand zu entziehen wagte, und an die Alle um so fester glaubten, je weniger sie sich von dem Grunde dieses Glaubens irgend eine genügende Rechenschaft geben konnten.

Newton's Theorie im Gegentheile war ganz und allein für den Verstand berechnet, und der Vortrag desselben war so kurz und dunkel, und erforderte von ihren Lesern so viele Vorkenntnisse und Fassungskraft, daß von allen seinen Zeitgenossen kaum zwey oder drey genannt werden können, von denen man sagen dürfte, sie seyen im Stande gewesen, das Werk vollkommen zu verstehen. Er hat in diesem Werke den synthetischen Vortrag der alten griechischen Geometer gewählt, für welchen er sein ganzes Leben durch eine besondere Achtung hegte. Allein es scheint, daß er die von ihm gemachten Entdeckungen nicht auf diesem, an sich sehr schwierigen, sondern auf dem viel leichteren Wege der mathematischen Analysis gemacht, und dann nur wieder in die Sprache der Synthesis zurück übersetzt hat. Man muß es bedauern, daß er bey der Auseinandersetzung seiner Theorien nicht die Bahn angezeigt hat, die ihn zu denselben führte, und daß er die mehreren Beweise gänzlich unterdrückte, weil er, wie es scheint, das Vergnügen, sich nur mühsam errathen zu lassen, demjenigen, seine Leser aufzuklären, vorgezogen hat. Die Kenntniß der Methode, die das Talent zu Entdeckungen führt, ist oft nicht weniger interessant und nützlich zugleich, als diese Entdeckung selbst.

(Gegner der neuen Lehre.) Unter solchen Verhältnissen war es nicht zu verwundern, daß dieses große Werk selbst unter den eigentlichen Gelehrten so wenig Eingang fand, und daß die Andern, von denen wohl überhaupt nie ein Impuls dieser Art ausgehen kann, es ganz unbegreiflich und selbst widersinnig fanden, daß so große Körper, wie die Planeten, ohne alle Unterlage im leeren Weltraume existiren, und ohne ein festes Band, das sie mit der Sonne zusammen hielt, sich um dieselbe bewegen sollten. Manche ausgezeichnete Mathematiker, wenn sie gleich so kleinliche Ansichten nicht zu den andern machen konnten, führten doch bittere Klagen darüber, daß Newton die occulten Qualitäten der Alten, die doch Descartes so siegreich bekämpft haben sollte, wieder aus ihrem Grabe erwecken wolle, und sie glaubten, ein Recht, ja eine Verpflichtung zu haben, sich der Wiedereinführung derselben mit allen ihren Kräften zu wi-

bersetzen. Selbst Leibniz reichte sich diesen Gegnern des neuen Systems an, und er konnte sich, vielleicht aus Vorliebe für seine eigenen metaphysischen Speculationen, vielleicht aus Abneigung gegen Newton, mit dem er schon mehrere, von beyden Seiten nicht ohne Leidenschaft geführte Streitigkeiten hatte, er konnte sich so weit vergessen, die in den Principien enthaltenen Wahrheiten, deren Existenz er doch nicht weiter bezweifeln konnte, aus einem ganz andern Grunde erklären zu wollen. In seiner Schrift, die er dem Werke Newton's entgegen setzte, und die zwey Jahre nach den Principien erschien (*Tentamen de motuum coelestium causis. Act. Eruditor. Lips. f. d. J. 1689*), suchte er die Ursache der Bewegung der Planeten in einem flüssigen Mittel, das die Sonne nach allen Seiten umgeben, und durch dieselbe in eine kreisförmige Bewegung gesetzt werden soll, etwa so, sagt er selbst, wie auf der Oberfläche des Wassers Spreu und andere leichte Körper in eine wirbelnde Bewegung gerathen, wenn ein senkrecht in das Wasser gesteckter Stock schnell um seine Ase gedreht wird. — Mit solchen Einwürfen glaubte ein Leibniz einen Newton zu widerlegen.

Huygens, der vielleicht unter allen Zeitgenossen unseres Verfassers am meisten fähig war, die neue Theorie nach ihrem ganzen Inhalte aufzufassen, und nach ihrem vollen Werthe zu beurtheilen, verwarf doch kühn die Lehre von der Gravitation, so weit sie auch den kleinsten Theilen der Massen zukommen soll, und ließ sie nur als eine Eigenschaft der Körper im Großen gelten. Johann Bernoulli, einer der größten Geometer des siebenzehnten Jahrhunderts, trat förmlich als Gegner des neuen Systems auf. Mairan war, wenigstens in der ersten größeren Hälfte seines Lebens, ein eifriger Vertheidiger der Cartesianischen Wirbel. Cassini und Maraldi, zwey sehr ausgezeichnete Astronomen, schienen von den Arbeiten und Entdeckungen Newton's gar keine Notiz zu nehmen, und selbst Fontenelle, einer der hellsten und vorurtheilfreyesten Männer seiner Zeit, blieb bis an das Ende seines langen Lebens ein treuer Anhänger des Descartes's.

(Beförderer der neuen Lehre.) Der Chevalier Louville in Paris erklärte sich einer der ersten öffentlich für das System

Newton's, aber erst im Jahre 1720, also volle 33 Jahre nach dem ersten Erscheinen der Principien. Einige Jahre früher führte sie Gravesande in den holländischen Universitäten ein, und Maupertuis wurde im Jahre 1728 auf seiner Reise in England dafür gewonnen. Allein der Letzte konnte, da zu jener Zeit sein Ansehen bereits gefallen war, eben so wenig zur Aufnahme der neuen Lehre beytragen, als Voltaire's populäre Darstellung dieser Lehre in der bekannten, an die Frau v. Chatelet gerichteten Schrift. Mit Recht sagt aber der Letzte, daß Newton bey seinem Tode, das heißt, volle vierzig Jahre seit der ersten Ausgabe der Principien, nicht zwanzig Anhänger außer England zählte. Besonders ungelehrig zeigte sich die kön. Pariser Academie der Wissenschaften, die ihren so lange gepriesenen Landsmann Descartes durchaus nicht fallen lassen wollte. Noch im Jahre 1738, also ein halbes Jahrhundert nach der Bekanntmachung von Newton's großem Werke, stellte diese Academie eine Preisfrage über eine umfassende Theorie der Ebbe und Fluth des Meeres auf. Sie hatte vier Memoiren zur Folge, die alle den Preis erhielten. Die drey ersten waren von Euler, Dan. Bernoulli und Maclaurin, die ihren Analysen das von Newton entdeckte Gesetz der allgemeinen Schwere zum Grunde legten. Die vierte aber war von dem Jesuiten Cavalleri, der diese Erscheinungen aus den Cartesianischen Wirbeln zu erklären suchte. Die Academie frönte auch dieses Memoir, und dieß war, so viel uns bekannt, die letzte Ehre, welche dieser auf nichts gegründeten Hypothese erwiesen wurde.

Selbst in Cambridge, wo Newton Professor war, lehrte man im Jahre 1715 die Physik noch nach Robault's Buche, das, schlecht genug in die lateinische Sprache übersezt, ganz in dem Geiste des Descartes abgefaßt war. Drey Jahre später gab Samuel Clarke eine neue Auflage desselben in einem viel bessern Latein und mit Noten versehen, in welchen alle die Lehrsätze, die der Text nach Descartes Lehre enthielt, in der Ordnung durch Newton's Darstellung erläutert, und so gleichsam beyde Systeme, Satz für Satz, neben einander gestellt wurden. Die Lehrer schienen das Stratagem nicht zu bemerken: sie lasen den Text und die Schüler die Anmerkungen, und wer Augen

hatte, sah bald, wo die Wahrheit war, besonders da sie sich hier so nahe an dem Irrthume, und beynah auf jeder Seite ihm gegenüber fand. Auf diese Weise wurde das neue System nur gleichsam heimlich in die öffentlichen Vorlesungen eingeführt. Besser ging es auf den schottischen Universitäten, wo die beyden Brüder Jacob und David Gregory Newton's System schon mehrere Jahre vor 1690 vortrugen, während, wie Whiston in seinen Memoirs of his Life sagt, die armen Schüler in Cambridge und London noch immer mit den Träumen des Descartes sich die Köpfe zerbrachen. In Cambridge trug lange Zeit Newton allein sein System vor, und derselbe Whiston erzählt, daß er diesen Vorträgen eines Tages zugehört, aber beynah gar nichts davon verstanden habe. Im Jahre 1703 lehrte Whiston selbst das neue System in Cambridge, und da er im Jahre 1711 wegen seinen sonderbaren philosophisch-theologischen Aeußerungen seine Professorstelle verlor, wurde er von Niclas Saunderson ersetzt, der diese Vorlesungen mit vielem Beyfalle und unter großem Zubrange von Gästen aus allen Ständen bis an seinen im Jahre 1739 erfolgten Tod fortsetzte.

Um das Jahr 1707 war das Studium der Principien in Cambridge unter den Zuhörern dieser Universität schon sehr verbreitet, und dadurch der Preis des Werkes, das schnell aufgekauft wurde, nahe um das Vierfache erhöht. Roger Cotes, der im Jahre 1713 die zweyte Ausgabe desselben besorgte, und sie mit einer meisterhaften Einleitung begleitete, erzählt in derselben, daß man von der ersten Ausgabe kaum mehr Ein Exemplar erhalten konnte. Dieser höchst talentvolle junge Mann trug sehr viel zur Aufnahme der neuen Lehre bey, aber er wurde den Wissenschaften durch einen viel zu frühen Tod entrissen. Als Newton die Nachricht dieses Todes erfuhr, soll er geweint, und gesagt haben: Von diesem Jünglinge würden wir Alten noch Vieles gelernt haben.

(Aufnahme des physischen Theils der Principien.)

Wenn aber der mathematische, oder eigentlich theoretische Theil des neuen Systems, seiner Natur nach, nur so langsame Fortschritte machte, so fand dafür der physische Theil desto leichtern

Eingang, da er keine tiefen geometrischen Kenntnisse erforderte, durch unterhaltende Experimente erläutert, und einem großen Kreise von Zuhörern leichter verständlich gemacht werden konnte. Der berühmte Locke, Newton's Freund, der Gründer einer neuen philosophischen Schule in England, hatte bekanntlich nicht das geringste eigentlich mathematische Talent. Obschon er die Principien viele Jahre durch auf seinem Tische liegen hatte, so konnte er ihnen doch keinen Satz abgewinnen. Von dem Rufe des Buches, der mit jedem Jahre wuchs, aufgefordert, fragte er endlich Huygens, was Er dazu sage, und ob denn die Dinge, die in ihm enthalten sind, auch in der That wahr seyn sollen. Da Huygens ihn versicherte, daß er sich auf die Wahrheit dieser Sachen vollkommen verlassen könne, nahm Locke dieß mit Vertrauen hin, und fing nun an, alle die Stellen des Buches, die keine Mathematik enthielten, besonders die dritte Abtheilung desselben eifrig zu lesen, um sich wenigstens eine historische Kenntniß der darin enthaltenen Sätze zu verschaffen. Newton scheint seinen Freund bey diesen Bemühungen unterstützt zu haben. Man fand nämlich in den hinterlassenen Papieren Locke's eine Schrift von Newton's Hand unter dem Titel: „Beweis, daß die Planeten, wegen ihrer Schwere gegen die Sonne, sich in Ellipsen bewegen.“ Diese Schrift, die später Lord King durch den Druck bekannt gemacht hat, zeigte, daß Newton sich viel Mühe gegeben hat, seinem Freunde die neue Lehre, auch ohne Mathematik vorauszusetzen, begreiflich zu machen. Auch ist hier der Gegenstand allerdings auf eine viel faßlichere Weise vorgetragen, als in den Principien. Newton wollte sich auch einmahl als einen populären Schriftsteller versuchen — aber es scheint seine Sache nicht gewesen zu seyn, sich bis zur Fassungskraft der Unmündigen herabzulassen, und es ist wohl nicht zu zweifeln, daß Locke, seines großen metaphysischen Scharfsinnes ungeachtet, auch durch diese Darstellung nicht viel weiter in der Erkenntniß der neuen Lehre gekommen seyn mag. Am meisten aber trug zur Verbreitung derselben unter der Menge Desaguiliers bey, der seit dem Jahre 1710 zu Oxford populäre Vorlesungen über Newton's Entdeckungen, besonders in der Optik, gab, die so häufig, selbst von Männern und Damen des höchsten

Ranges besucht wurden, daß dadurch eine allgemeine Vorliebe für diesen Gegenstand aufgeregt, und die Beschäftigung mit demselben unter den gebildeten Bewohnern dieser Stadt gleichsam zur Mode gemacht wurde. Dadurch entstanden immer mehrere und bessere populäre Darstellungen des neuen Systems, die demselben nicht nur Freunde, sondern auch Anhänger und Verehrer, und bald selbst Kenner und Vertheidiger gewannen, so daß Newton die Genugthuung hatte, am Ende seines Lebens den Triumph seiner Lehre nicht nur in seinem Vaterlande, sondern auch in allen gebildeten Ländern Europa's mit Gewißheit vorauszusehen.

(Verzögerung in der Bekanntmachung seiner Werke, und Folgen derselben.) Dieß ist die einfache Aufzählung jener großen Entdeckung und der ersten Schicksale des unsterblichen Werkes, in welchem dieselbe, nebst so vielen anderen, der Nachwelt aufbewahrt worden ist. Wenn den Lesern die Art auffiel, mit welcher die Bekanntmachung dieser Entdeckungen von dem Urheber derselben so viele Jahre verzögert worden ist, so mögen sie es als eine Eigenheit des großen Mannes ansehen, daß auch nicht eine einzige seiner größeren oder kleineren Schriften freywillig und ohne äußere Veranlassung von ihm bekannt gemacht worden ist. Man hat oben gesehen, wie er zu der Herausgabe der Principien durch langes wiederholtes Bitten und Zureden gleichsam gezwungen worden ist. Die Arithmetica universalis soll nur durch eine Art von Mißbrauch, den Whiston von Newton's Freundschaft machte, erschienen seyn, und viele andere kleinere Abhandlungen gab er nur heraus, um sich vor den Angriffen seiner Gegner oder vor dem Vorwurfe zu schützen, die Entdeckungen Anderer zu seinem Zwecke benützt zu haben. Manche endlich erschienen erst nach, selbst spät nach seinem Tode. Bloß mit seiner „Optik,“ dem ersten größeren Werke, das er herausgegeben hat, schien er sich nicht von dieser Zurückhaltung leiten zu lassen. — Es ist schwer, die Gründe zu errathen, welche ihn zu dieser Handlungsweise bestimmen mochten. Vielleicht wollte er seine Entdeckungen so lange zurückhalten, bis er ihnen denjenigen Grad der Vollendung gegeben hatte, durch den alle

seine mathematischen Werke sich so sehr auszeichnen. Wenn man aber ein solches Verfahren nicht tadeln kann, so scheint es doch, wenigstens in der ihm von Newton gegebenen Ausdehnung, auch nicht lobenswerth zu seyn, da auch das an sich Gute übertrieben und dadurch aufhören kann, gut zu seyn. Wenn er die von ihm erfundenen Methoden als Mittel künftiger Entdeckungen so lange für sich allein behalten wollte, so ist es schwer, ein so eigensüchtiges Verfahren mit der Candidat zu vereinigen, die er bey so manchen andern Gelegenheiten gezeigt hat. Vielleicht hielt er sie nur in der Absicht zurück, um die Widersprüche und Streitigkeiten zu vermeiden, die ihm gleich nach der Herausgabe seiner Optik in so reichem Maße von den Jesuiten Pardies, Linus, Gascoigne, Lucas, und selbst von Hooke und Huygens zu Theil wurden, und die oft eben so lästig als verdrießlich waren. Aber auch dann erscheint diese Zurückhaltung nur als ein sehr ungeeignetes Mittel zu jenem Zwecke, weil er eben dadurch die Priorität seiner Entdeckungen, und bey seiner Empfindlichkeit für Angriffe dieser Art, seine innere Ruhe und selbst seinen Leumund auf das Spiel setzte. Hätte er seinen Infinitesimalcalcul in dem Jahre 1666, ja hätte er ihn auch nur in dem Jahre 1673 offen und ohne Rückhalt bekannt gemacht, so würde Niemand, auch sein erklärtester Gegner nicht, angestanden seyn, ihm die Ehre der Entdeckung desselben zuzuschreiben, und Leibniz hätte sich mit dem Ruhme der bloßen weiteren Ausbildung desselben begnügen müssen. Aber er fand es für gut, einen ganz andern Weg einzuschlagen. Er sprach und schrieb seinen Freunden in allgemeinen Ausdrücken, mit versetzten Buchstaben in Worten, deren Sinn Niemand errathen konnte, und richtete eben dadurch die Aufmerksamkeit der bessern Köpfe auf einen Gegenstand, an welchen sie vielleicht, ohne diese Veranlassung, nicht einmahl gedacht haben würden. So wurde endlich die Entdeckung, die er wohl früher gemacht, aber so lange verheimlicht hatte, auch von einem Andern gemacht, und da dieser (Leibniz) sie sofort ohne allen Rückhalt öffentlich mittheilte, so wurde er von Vielen als der erste, und von den Meisten, gewiß nicht mit Unrecht, als der zweyte, aber von jenem ersten ganz unabhängige Erfinder der neuen Methode gepriesen.

(Zweckwidrigkeit der Apotheosen grosser Männer.)

Newton war ohne Zweifel einer der größten Menschen, die je gelebt haben, aber doch nur ein Mensch, dem daher auch die Leidenschaft, besonders die des Ruhmes, nicht fremd seyn konnte. Würde er ohne sie geworden seyn, was er war? Würde er uns theurer erscheinen, wenn er nicht unersglichen, wenn er ein übermenschliches Wesen gewesen wäre, wenn wir durchaus keinen Mangel an ihm erblicken könnten? Werden diese Mängel durch seine großen, bisher noch von keinem Andern erreichten Vorzüge nicht mehr als hinlänglich ersetzt? Er wahrlich bedarf diesen übertriebenen, meistens nur affectirten Enthusiasmus jener Lobpreiser nicht, und uns und der Wissenschaft selbst kann er nur schaden, wie denn diese eben so unüberlegte als zweckwidrige Idolesatrie rein menschlicher Dinge schon viel Schaden in der Welt gestiftet hat. \*) Anders schien über diesen Gegenstand der sonst treffliche Brewster in seiner Lebensbeschreibung Newton's (Con-

\*) So erzählt Gibbon in seiner Geschichte des römischen Reichs das Ende Mahomets nach Abulfeda und andern arabischen Historikern auf folgende Weise: He uttered the last broken words: „I come among my fellow-citizens on high,“ and thus he expired on a carpet spread upon the floor. The city and more especially the house of the prophet was a scene of clamorous sorrow or silent despair: Fanaticism alone could suggest a ray of hope and consolation. „How can he be dead, our witness, our intercessor, our mediator with the heaven, cried the people; surely he is not dead, he is wrapt in a trance and speedily will he return to his faithful people.“ — The evidence of sense was disregarded and Omar, unsheating his scymetar, threatened to strike off the heads of the infidels, who should dare to affirm, that the defunct was no more. But the tumult was appeased by the weight and moderation of Abubeker: „Is it Mahomet,“ said he to Omar and the multitude, „or the God of Mahomet, whom you worship? The latter liveth for ever and the other was a mortal like ourselves and according to his own prediction he has experienced the common fate of mortality.“ — He was piously and quietly interred on the same spot, on which he expired.

don 1831) zu denken, der, als Engländer, die Parthey seines großen Landsmannes in einer solchen Weise nehmen zu müssen glaubte, daß derselbe nur wie ein höherer Genius, dem nichts Menschliches weiter begegnen könnte, dargestellt wurde. So werden seine chronologischen Untersuchungen, die nun längst auf ihren wahren Werth zurückgeführt sind, als das Werk des höchsten Scharfsinnes gepriesen; so werden seine Schriften über die Apocalypse und über Daniel, die erst nach seinem Tode herauskamen, und die seine Freunde besser ungedruckt gelassen hätten, als ein seltenes Denkmal der menschlichen Sagacität in Schutz genommen; so wird selbst in dem berüchtigten Streite über die Erfindung der Differentialrechnung, der doch wohl auf beyden Seiten nicht ohne Leidenschaftlichkeit geführt worden ist, Recht und Billigkeit bloß auf Newton's Seite gestellt, und so wird selbst die Nachricht, daß er einmahl, vielleicht durch zu viele Geistesanstrengung, sich eine Krankheit zugezogen, nur als eine Verleumdung seiner Feinde behandelt.

Dies ist sicher nicht die Art, wie wir das Andenken der Männer, die dem menschlichen Geschlechte Ehre gemacht haben, würdig ehren sollen, und sie selbst, wenn sie, befreit von den Schwächen, die ihnen hienieden beywohnten, herabblicken auf ihre Nachfolger, werden weit entfernt seyn, solche Opfer von ihnen zu wünschen. Uns aber ist es eine Art von Pflicht, indem wir ihre Größe anerkennen, auch ihre Schwachheiten nicht zu verläugnen, und selbst zu unserm eigenen Troste bekannt zu machen. Man richtet dadurch Tausende auf, ohne jenen selbst im Geringsten zu schaden.

Haben wir demnach oben erzählt, wie Huygens, durch frühere Zwistigkeiten mit Newton geblendet, seine Augen vor dem hellen Lichte der Wahrheit verschloß, die ihm aus jeder Seite der Principien entgegen strahlen mußte, und wie selbst Leibnitz sich nicht entblödete, dem Princip der allgemeinen Schwere, das sein großer Gegner entdeckt, und für ihn auch sicherlich auf die evidenteste Weise bewiesen hatte, ein auf nichts gegründetes Phantom, eine durchaus leere und unhaltbare Hypothese entgegen zu stellen, um nur auch ein Weltssystem erfunden zu haben — warum sollten wir nicht auch hinwiederum von den

nicht viel besseren Pfeilen sprechen dürfen, die auch Er zuweilen, in einem schwachen Augenblicke oder von Unmuth getrieben, seinen Gegnern zugesendet hat, und die wahrlich, so wie jene, besser in ihrem Köcher geblieben wären.

Da Newton das Licht für einen aus der Sonne ausfließenden Körper hielt, Huygens aber schon früher alle optischen Erscheinungen durch bloße wellenförmige Bewegungen, die durch die Sonne in dem sie umgebenden Aether erzeugt werden, erklären wollte, so hielt der Letzte die ersten optischen Publicationen Newton's sonderbarer Weise als gegen sich gerichtet, und trat daher mit einer förmlichen Widerlegung gegen dieselben auf. Newton antwortete darauf mit jener Ruhe, die aus der innern Ueberzeugung zu folgen pflegt, aber auch nicht ohne ein gewisses Selbstbewußtseyn, die Huygens für Stolz hielt. Es scheint in der That, als ob Huygens mit seinen Einwürfen etwas rasch verfahren sey, allein bald darauf spielte Newton dieselbe Rolle gegen ihn. Denn als Huygens seine schöne Theorie von der doppelten Brechung in dem isländischen Feldspath bekannt gemacht hatte, erschien Newton sofort als der entschiedene Gegner derselben, und substituirt ihr eine andere Theorie, die aber mit den Beobachtungen keineswegs übereinstimmte, und die auch schon längst der verdienten Vergessenheit übergeben ist, während Huygens Lehre noch jetzt als ein Modell des mathematischen Scharffinnes sich des ungetheilten Beyfalls aller Kenner erfreut.

Noch weniger vortheilhaft erscheint er in seinem Streite über die Erfindung der Differentialrechnung. Es kann nicht unsere Absicht seyn, zu entscheiden, welche von beyden Parteyen das Recht auf ihrer Seite hatte; aber daß, als einmahl die Leidenschaften sich in den Kampf mischten, beyde weiter gegangen sind, als sie sollten, ist wohl Jedem, der die Geschichte dieses Streites gelesen hat, von selbst klar geworden. Wer kennt nicht das Scholion zum zweyten Lemma des zweyten Buches der Principien, in welchem Newton sich das erstemahl über seine und Leibnizens Ansprüche auf diese Erfindung äußert. Der Letztere schien mit dieser Note vollkommen zufrieden zu seyn, und Beyde hätten es auch wahrscheinlich bey diesem Zustande der Sachen bewenden lassen, wenn sich nicht Fremde eingemischt

hätten. Fatio de Duillier eröffnete den Streit mit einem offenbar ungerechten Angriff auf Leibniz. Bald darauf erschien in den Act. Erud. Lips. ein Angriff gegen Newton, für dessen Verfasser Leibniz gehalten wurde. Keill in England glaubte den Handschuh für seinen Landsmann aufnehmen zu müssen, und durch sein heftiges Verfahren wurde die Sache zu einer Angelegenheit der Kön. Societät der Wissenschaften in London, deren Präsident Newton war, und die sich sofort einstimmig für ihn erklärte. Bey dieser Stellung der Sache wurde es ihm leicht, den ruhigen Zuschauer zu spielen, der sich nicht in den Streit mischen wolle, den seine Freunde für ihn auskämpften. Durch später wiederholte, ebenfalls zu weit getriebene Angriffe der Gegner aus dieser Ruhe aufgestört, erschien eine heftige Duplik Newtons, in welcher er Leibniz den ersten Angreifer und einen Verleumder nannte. Die Antwort des Letztern vom 9. April 1716 erwiederte Newton nur durch einige Bemerkungen, die er bloß seinen nähern Freunden zeigte, ohne sie öffentlich zu machen. Ohne Zweifel würde der Kampf auch jetzt noch nicht geendet haben, wenn nicht Leibniz am 14. November 1716 gestorben wäre. Kaum hatte Newton den Tod seines Gegners erfahren, als er die Briefe des Abbè Conti, die bisher bloß unter einigen Privatpersonen im Umlaufe waren, nebst zwey Briefen Leibnizens, die im vorhergehenden Jahre geschrieben waren, herausgab, und sie mit einer bittern Widerlegung begleitete. Im Jahre 1722 erschien eine neue Ausgabe der Schrift: *Commercium epistolicum*, in welcher die Londoner Academie die Rechte ihres Präsidenten zu sichern gesucht hatte, und die jetzt eine parteyische Einleitung an ihrer Spitze trug, und mit mehreren Noten zu dem Texte vermehrt war. Im Jahre 1713, als die zweyte Auflage der Principien, die Robert Cotes besorgte, erschien, wurde auch jenes Scholion noch mit abgedruckt; aber in der dritten Auflage, die 1725, also volle 9 Jahre nach Leibniz' Tode herausgegeben wurde, war diese ganze Note *ausgelassen*! Ein rascher und schlecht überlegter Schritt, wie selbst Newtons unbedingter Lobredner in der oben erwähnten Biographie desselben gestehen muß.

(Newton's grosse Entdeckungen wurden alle sehr früh gemacht: Ursachen seiner spätern Unfruchtbarkeit.)  
Es ist merkwürdig, daß Newton alle seine großen Entdeckungen, wenigstens die Hauptzüge derselben, schon in seiner Jugend gemacht hat. In dem Jahre 1669, d. h., im siebenundzwanzigsten Jahre seines Alters, war er bereits im Besitze des Vorzüglichsten, was er später über das Licht, über die Schwere und über die Differentialrechnung bekannt gemacht hat. Seit dem Jahre 1687, oder seit seinem fünfundvierzigsten Jahre, in welchem die erste Ausgabe der Principien erschien, hat er kein größeres Werk mehr herausgegeben, wenn man seine chronologischen und theologischen Schriften unbeachtet läßt. Vielleicht erklärt sich dieser Stillstand der productiven Thätigkeit des großen Mannes aus dem Unglücke, welches er im fünfzigsten Jahre seines Lebens erlitt. Als er im December des Jahres 1692 eines Morgens zur Kirche eilte, fand er bey seiner Zurückkunft die brennende Kerze auf seinem Schreibtische umgestürzt, und seine Papiere von der Flamme ergriffen. Der Kummer über den Verlust dieser Schriften soll ihn längere Zeit seiner Verstandeskräfte beraubt haben. Man hat Briefe von ihm aus jener Zeit aufgefunden, die von Geistesverwirrung zeigen. Bald darauf fiel er in eine schwere Krankheit, von der er sich nur sehr langsam erholte.

Vielleicht liegt aber der Grund jener Erscheinung in der Schwermuth und Unzufriedenheit mit seinen Verhältnissen, über die er seit seinem sechsundvierzigsten Jahre oft bittere Klage führte. Seine Einkünfte waren damahls nur gering, und seinen Verhältnissen nicht angemessen. Aus seinen und seiner Freunde Briefe aus jener Zeit sieht man, daß die Gewährung irgend einer Gunstbezeugung von Seite der Regierung der Gegenstand seines öfteren, ängstlichen Gespräches war. Seine öconomischen Verhältnisse schienen drückend gewesen zu seyn, da er durch eine ausdrückliche Order of Council vom 28. Januar 1675 die erbethene Erlaubniß erhielt, die gewöhnliche Steuer von einem Shilling die Woche nicht mehr zu entrichten, in Beziehung, wie es in der Schrift heißt, auf seine Dürftigkeit (on account of his low circumstances). Dahin gehören auch zwey Stellen aus

den Briefen Newton's an seinen bereits oben erwähnten Freund Locke. In dem ersten derselben, vom Jahre 1692, klagt Newton, daß Montague (der später Earl of Halifax hieß, und Newton's Jugendfreund, und später sein mächtiger Beschützer war) noch immer böse auf ihn zu seyn scheine. »Ich lasse ihn aber gehen, und sitze still, wenn nur Lord Monmouth noch ferner mir gegenwogen bleibt.« Und in dem zweyten Briefe von demselben Jahre heißt es: »Ich bin sehr erfreut, daß Lord Monmouth noch mein guter Freund ist, aber ich bin nicht gemeint, Sr. Lordshid oder Ihnen ferner auf irgend eine Weise lästig zu fallen. Meine Sache ist es, still zu sitzen, und zu warten.« Diese Aeußerungen beziehen sich auf eine Zulage seines Gehaltes, oder auf eine Anstellung in London, die er mehrere Jahre durch vergebens zu erhalten wünschte.

Als endlich im Jahre 1695, im dreyundfünfzigsten Jahre seines Alters, seine öconomischen Verhältnisse durch seine Anstellung bey der kön. Münze in London sich so sehr verändert hatten, daß er nun bis an seinen Tod einen jährlichen Gehalt von 14000 Pfund (nahe 132000 Gulden in Conventionsmünze) erhielt, mochte diese Wendung seiner häuslichen Umstände, die Geschäfte seines wichtigen Amtes, und selbst sein allmählig vorrückendes Alter ihn wohl auch von seinen früheren anstrengenden Geistesarbeiten immer mehr entfernen, und die behagliche Ruhe wünschenswerth machen, die er nach so großen vorhergegangenen Arbeiten in einem so hohen Maße verdiente.

(Letzte Tage Newton's.) Es wird uns erlaubt seyn, hier noch einige Worte von den letzten Stunden des seltenen Mannes hinzuzufügen. Nachdem er beynähe sein ganzes Leben, jenen oben erwähnten Zufall ausgenommen, in steter Gesundheit, die er größtentheils seiner mäßigen Enthaltbarkeit verdankte, zugebracht hatte, kündigten sich im Jahre 1722, also im achtzigsten Jahre seines Alters, die Steinschmerzen an. Durch eine noch vermehrte Regelmäßigkeit seiner ganzen Lebensweise hielt er den Ausbruch eines höhern Grades dieser Krankheit längere Zeit zurück. Er lehnte alle Einladungen zu Gastmählern ab, schaffte seine Kutsche ab, die er durch eine Sänfte ersetzte, und lebte

größtentheils von Vegetabilien und Früchten. Im Jahre 1725 wurde er von einem heftigen Husten und einer Lungenentzündung ergriffen. Nach seiner Genesung von dieser Krankheit begab er sich nach Kensington, einem kön. Lustschlosse und Gärten in der Nähe von London, wo sich seine Gesundheit auffallend besserte, besonders als sich in beyden Füßen das Podagra zeigte, von dem er schon früher mehrere Mahnungen hatte. Obschon jede Bewegung seines Körpers auch seine Schmerzen vermehrte, und obschon ihm der Aufenthalt in Kensington so gut zu bekommen schien, so hatte man doch große Noth, ihn daselbst zurück zu halten, da er jede Gelegenheit ergreifen wollte, wieder zur Stadt zurück zu kehren. Am 28. Februar 1727 fühlte er sich so wohl, daß er sich nicht weiter an der Erfüllung seines Wunsches hindern ließ. Er zog nach London, präsidirte noch an demselben Tage in der Academie, gab und nahm Besuche an, und erkrankte darüber so sehr, daß er am 4. März wieder nach Kensington gebracht wurde, wo sofort seine beyden Aerzte, Mead und Cheselden, gerufen werden mußten. Seine Steinschmerzen hatten sehr zugenommen, und die Aerzte gaben keine Hoffnung. Oft war, während den heftigen Angriffen dieser Schmerzen, seine Stirne mit Schweiß bedeckt, aber er ließ keine Klage hören. Vielmehr war er, in den kurzen schmerzlosen Zwischenzeiten, ruhig und heiter, und suchte selbst seine umstehenden Freunde durch seine Gespräche zu ermuntern. Am Morgen des 18. März las er noch die Zeitungen, und sprach anhaltend mit Doctor Mead, während alle seine Sinne und geistigen Kräfte munter und lebhaft waren. Aber um 7 Uhr Abends verlor er das Bewußtseyn, und in diesem Zustande blieb er bis den 20. März 1727, wo sein Geist, im fünfundachtzigsten Jahre seines Alters, gegen ein Uhr Morgens diese Erde verließ.

Seine Leiche wurde nach London gebracht, in der Jerusalems-Capelle feyerlich ausgesetzt, und in der Westminster-Abtey begraben. Sein Leichentuch trugen der Lordkanzler, die Herzoge von Roxbourgh und Montrose, und die Grafen Pembroke, Suffer und Macclesfield, sämmtlich Mitglieder der kön. Academie.

Sein hinterlassenes Vermögen betrug 32000 Pfund Sterling im Golde (etwas über 300000 Gulden in Conventions-

münze) mit vier Herrschaften, die er seinen Verwandten vermachte.

Dies waren die letzten Tage des großen Mannes. Ein Jahrhundert ist seitdem verflossen, voll von merkwürdigen Ereignissen aller Art; aber der Glanz, der ihn bey seinem Leben umgab, ist dadurch nicht vermindert worden. Die Werke der Wissenschaft gehen nicht unter, wie die der Eroberungsfucht, noch sind sie mit den Verwünschungen derjenigen belastet, die darunter gelitten haben.

Die Methode, welche er bey seinen Untersuchungen befolgte, und der eigentliche Geist, der in seinen Werken weht, kann man nur aus diesen selbst entnehmen. Leider wissen wir zu wenig von seiner Jugend, um sagen zu können, auf welche Weise sich seine geistige Kraft so schnell und ohne fremde Hülfe so wunderbar entwickelte. Wir sehen ihn nur, wie Fontenelle sagt, gleich dem befruchtenden Strome Aegyptens, groß und seine Fluthen über alle Gegenden des Geisterreichs ergießend; aber die Quelle, aus welcher dieser mächtige Strom entsprang, bleibt unbekannt.

Gewiß ist, daß ihm eine Lebhaftigkeit der Penetration, eine Tiefe des Scharfsinns und eine Kraft der Erfindung bewohnte, wie sie noch bey keinem andern Menschen getroffen wurde. Aber wie groß auch sein Scharfsinn gewesen seyn mag, sein Fleiß und seine Beharrlichkeit in der Verfolgung einmahl ergriffener Gegenstände war nicht minder selten, und er selbst gestand öfter seinen Freunden, daß er die meisten seiner Entdeckungen nur dem beharrlichen Nachdenken über sie zu verdanken habe.

Durch eine stillschweigende, aber allgemeine Uebereinkunft wurde sein Name an die Spitze aller derjenigen gestellt, die unsere Geschichte der Wissenschaften als die Zierden des menschlichen Geschlechtes nennt. Wie groß auch der Ruhm seyn mag, mit welchem eine Reihe bereits verflossener Jahrhunderte die Weisen oder die Helden des grauen Alterthums bekleidet hat — ihr Glanz wurde verdunkelt durch die blendende Glorie, die Newton's Haupt umstrahlt, und weder Eigenliebe, noch Nationalstolz, noch selbst die nichts verschonende

Anmaßung unserer Zeit hat es gewagt, die Größe und die Ueberlegenheit seines Geistes über alle, die je gelebt haben, zu bezweifeln. Ein ihm nahe verwandter Genius (Laplace in seinem Systeme du Monde) hat Newton's größtes Werk, die Principien, für die Zierde der gesammten Literatur und für das höchste Product des menschlichen Geistes erklärt, und so gleichsam den verwegen scheinenden Ausdruck:

Nec fas est propius mortali attingere Divos,  
den seine Zeitgenossen auf ihn angewendet haben, gemildert, und dadurch erst diese Worte auf ihre wahre Bedeutung zurückgeführt.