



# Sir Isaac Newton

von

Moritz Cantor

– Heidelberg –

Quelle:

**Nord und Süd** <Berlin>. — Bd. 16 (1881), S. 106 – 117 und 201 – 217

Moritz Cantor (1829-1920) schildert Newtons Entdeckungen der Optik und des Gravitationsgesetzes, sowie die Erfindung der Differentialrechnung.

1696 übernahm Newton die Verwaltung der Königlichen Münze und beendete seine Forschungsarbeiten. Cantor skizziert die politischen Verhältnisse in England vom Ende des 17. Jahrhunderts bis zu Newtons Tod 1727.



## Sir Isaac Newton.

Von

Moritz Cantor.

— Heidelberg. —

I.

**W**enn man die Landkarte von Großbritannien aufschlägt und an der Ostküste der englisch-schottischen Hauptinsel etwa den vierten Theil hinauffährt, dann, wo der Wash genannte Busen in das Land dringt, noch etwas weiter von der Küste einwärts die Grafschaft Lincoln aufsucht, so findet man in derselben leicht den Eisenbahnknotenpunkt Grantham. Unweit davon liegt ein unbedeutendes Dörfchen Woolsthorpe. Noch heute zeigt man dort westlich von dem Withamsflusse ein Landhaus und in demselben ein einfaches Zimmer, geschmückt durch eine Marmortafel. Sie trägt in englischen Reimzeilen\*) eine Inschrift, welche deutsch etwa so lautet:

Natur und ihr Gesetz barg nächtiges Dunkel dicht;  
Gott sprach: „Es werde Newton“, und alsbald ward es Licht!

Wir befinden uns an der Geburtsstätte des großen Forschers, dessen Lebensbild zu entwerfen wir uns zur Aufgabe gestellt haben. Es umfaßt eine lange Zeit voll der spannendsten allgemein geschichtlichen Ereignisse, welche, wenn auch Newton keineswegs zu den leitenden Persönlichkeiten des englischen Staatswesens gehörte, doch nicht ohne Einfluß auf seine privaten Verhältnisse waren und deßhalb nicht unbeachtet bleiben dürfen. Die Nothwendigkeit solcher Abschweifungen verbunden mit dem Wunsche, die wissenschaftlichen Ergebnisse Newton's wenigstens theilweise mehr als nur in trockener Aufzählung, nur dem verständlich, der den Gegenstand schon kennt, zu schildern, giebt dem Lebensbilde, das in möglich kleinen Rahmen gefaßt werden soll, einen solchen Umfang, daß es kaum einer Entschuldigung bedürfen wird, wenn wir

\*) Nature and nature's laws lay hid in night, God said „Let Newton be“, and all was light.

den Zwischenraum zwischen Rahmen und Bild auf das Nothdürftigste beschränken und ohne weitere Einleitung zum Gegenstande selbst uns wenden.

Isaac Newton ist am 25. December 1642 geboren, also in eben dem Jahre, in welchem der Bürgerkrieg zwischen den Truppen des Parlamentes und denen des leichtfertigen und unglücklichen Stuart, welcher auf dem Schaffot verbluten sollte, entbrannte. Der Vater war nach kurzdauernder Ehe mit Harriet Ayscough gestorben, noch bevor das Kind das Licht der Welt erblickte. Die abgehärmte Wittve gebar es in schwächlichem Zustande, so außergewöhnlich klein, daß es in einem Quartkrüge\*) Platz hätte finden können, wie Newton selbst in späten Jahren seiner Mutter nachzuerzählen liebte. Man schickte zu einer Gutsnachbarin nach Stärkungsmitteln, und die holenden Frauen waren erstaunt bei ihrer Rückkehr das elende Geschöpfchen noch athmend zu finden. So war die Geburt des Mannes, der 84 Jahre lang ein nur selten durch Krankheit getrübtcs Leben führen sollte, so groß auch die Anstrengungen waren, welche der zu Zeiten unermüdlche Geist dem Körper auferlegte. Wie rasch Newton sich kräftigte, beweist ein kleines Geschichtchen aus seiner Kinderzeit. Er war, nachdem er in zwei Dorfschulen die nothdürftigsten Elementarkenntnisse sich angeeignet hatte, von seiner Mutter, die inzwischen eine zweite Ehe mit einem Geistlichen eingegangen war, auf die Schule in Grantham geschickt worden, wo er, zwölf Jahre alt, unter den Besten seiner Klasse zu sitzen pflcgte. Von einem älteren Schulgenossen verhöhnt und geschlagen, forderte er denselben zum Faustkampfe und zwang ihn, nach heftiger Gegenwehr, sich als besiegt zu erklären. So wegen seiner Geschicklichkeit im Bogen unter seinen Gefährten zu Ehren gelangt, habe er, wird weiter berichtet, sich vorgenommen, auch in anderen Dingen es den Uebrigen zuzuthun, und sei bald in allen Fächern der Erste geworden und geblieben. Der fleißig gewordene Schüler verleugnete sich auch nicht in seinen Spielen. Nur selten nahm er noch an den wilden Vergnügungen der anderen Knaben Theil. Er zog es vor, aus allerlei einfachsten Gegenständen kleine mechanische Wunderwerke sich zu verfertigen, welche das allgemeine Erstaunen auf sich zogen. Eine kleine Mühle bewegte sich scheinbar von selbst, indem er eine Maus hineingesperrt hatte, welche das Rad trat, so oft sie versuchte, zu dem oberhalb des Rades angebrachten Futter zu gelangen. Einen alten Kasten richtete er durch eine Querwand zu einer Wasseruhr her, die er Morgens mit Wasser füllte, worauf den ganzen Tag über herauströpfende Flüssigkeit einen an der Außenseite sichtbaren Zeiger mit hinlänglicher Regelmäßigkeit in Drehung hielt, daß die Vorrichtung schon länger, nachdem der Erfinder Grantham verlassen hatte, der Familie, bei welcher er dort gewohnt hatte, noch als Hausuhr dienen konnte.

Diese Abreise erfolgte 1656, als Newtons Mutter, auf's Neue Wittve geworden, mit drei Kindern zweiter Ehe nach Woolsthorpe zurückkehrte.

\*) Eine englische Quart ist etwas größer als ein Liter.

Isaac sollte jetzt Landmann werden, sollte das Gut bewirthschaften, sollte zum Verkaufe der Erzeugnisse des Gutes allsamstaglich nach Grantham fahren und den dortigen Markt besuchen. Das Alles war keineswegs nach seinem Geschmack. Die Schaafe, welche seiner Obhut anvertraut waren, verliefen sich, während er in einem Busche liegend mathematische Aufgaben zu lösen suchte; die Marktgeschäfte besorgte ein alter Diener, dieweil er selbst unter den Büchern seines früheren Hausherrn, des Apothekers Clarke wühlte, und so wurde die Mutter durch die Erfahrung einiger Jahre überzeugt, daß es unmöglich sei, auf ihren Plänen zu beharren. Isaac bezog vielmehr nach mehrmonatlicher Vorbereitung die Universität Cambridge. Er wurde am 5. Juni 1660 in das dortige Trinity-College aufgenommen, wieder ein denkwürdiges Jahr in der englischen Geschichte, da in ihm die Wiedereinsetzung des Königthums durch General Monk sich vollzogen hatte.

Im gleichen Jahre kam Isaac Barrow, der 1630 geborene Sohn eines Londoner Leinwandhändlers, als Professor der griechischen Sprache an die genannte Anstalt, eine Stellung, welche er 1663 mit der Professur der Mathematik vertauschte, um 1669 auch diese aufzugeben und sich der Theologie zuzuwenden. Barrow starb 1679 bei einem vorübergehenden Besuche in London. Barrow, der eine Optik, der ein geometrisches Werk von nicht untergeordnetem Werthe veröffentlicht hat, den König Karl II. als Vorstand des Trinity-College's mit dem Bemerken, er sei der gelehrteste Mann von England, eingesetzt hatte, vielleicht freilich unter einiger Rücksichtnahme auf die entschieden königstreue Gesinnung, durch welche derselbe seit der Restauration sich auszeichnete, Barrow ist in fast allen Beziehungen als einflußreich auf die geistige Entwicklung Newtons anzusehen. Wie Barrow hat Newton sich mathematischen, wie er sich optischen Untersuchungen zugewandt, wie er ist er sein Leben lang ein eifriger Tory gewesen, dessen monarchische Ueberzeugung nur durch die Anhänglichkeit an die Episkopalkirche besiegt werden konnte, wenn jemals zwischen dem Träger der Krone und den Bischöfen eine Zwiespalt entstand.

Barrow bemerkte nicht sogleich, welchen Schüler er sich heranbildete, und da wir hier vor Thatsachen stehen, welche eine wesentliche Seite von Newton's Charakter und Geistesart betreffen, so muß das an sich wenig Erhebliche betont werden. Newton's Geist war von einer Tiefe, welche nur von Wenigen erreicht, wohl von Keinem je übertroffen worden ist, aber es scheint kein zu jeder Stunde und bei jedem Anlaß bereiter Geist gewesen zu sein. Von Newton werden keine treffenden Antworten, keine augenblicklicher Eingebung entsprungene Geistesblitze berichtet. Es ist offenbar Wahrheit darin, wenn gesagt wurde, er habe seine große Entdeckung der Schwerkraft gemacht, indem er immer darüber dachte; ganz allmählig kam bei ihm eine wissenschaftliche Auffassung zu Stande, als Schlußergebniß langsamen, am liebsten mathematischen Verfahrens, nicht als Ausgangspunkt von Rechnungen, welche nur Vorhergeahntes bestätigen sollten. Ein Geist mit den Eigenschaften, wie wir sie

eben geschildert haben, wird sich aber durch mancherlei Eigenthümlichkeiten, die fast als Schwächen erscheinen müssen, offenbaren. Wir könnten einer anekdotisch bekannten Zerstreuung Newton's hier erwähnen, wie z. B. jenes Geschichtchen von dem Freunde, der, während Newton arbeitete, dessen aus einem gebratenen Huhn bestehende Mahlzeit verzehrte und die Knochen wieder in die zugedeckte Schüssel legte, worauf Newton, als er sich endlich zu Tische setzte und den Deckel aufhob, beim Anblick der Ueberreste ausrief: „Wie zerstreut ich doch bin! Ich hatte ganz aus dem Gedächtniß verloren, daß ich schon gegessen habe!“ Der so Geartete wird nicht immer bei mit Anderen gleichzeitig zu bestehenden Prüfungen als der Begabtere erscheinen. Newton zog um 1665 bei einer Wettbewerfung um eine Stelle den Kürzeren gegen eine uns sonst ganz unbekante Persönlichkeit Robert Uvedale, indem Barrow, der die Prüfung vornahm, beide in Kenntnissen ganz gleich fand und das Alter der Bewerber entscheiden ließ. Drei Jahre später, 1668, erwirbt Newton den Titel als Magister der freien Künste. Sein Name ist der 23. unter einer Liste von 148. Was man Geistesgegenwart zu nennen pflegt, fehlt einem solchem Manne; er kann nicht rasch die Mängel eines gemachten Vorschlages entdecken, er scheut Bemängelung der eigenen Aussprüche, so lange sie nicht rein mathematisch nachgewiesen, ganz unwiderlegbar geworden sind. Auch davon giebt Newtons Leben Zeugniß. Wir werden ihn als Mitglied politischer Versammlungen kennen lernen; nicht ein einziges Mal hat er in solchen das Wort ergriffen. Wir werden ihn in wissenschaftlichen Streitigkeiten verwickelt finden; nur mit Widerstreben läßt er sich öffentlich in solche hineinziehen; nicht als ob er seine Gegner nicht gern vernichtet wissen wollte, aber er mied lieber den Kampf mit offenem Bistir, er zog es vor, nur die Waffen zuzubereiten, deren womöglich Andere statt seiner sich bedienen sollten. Ja seine Scheu vor etwaigen Angriffen artet aus in eine Scheu vor jeglicher Veröffentlichung der ihm gelungenen Entdeckungen. Das sind Schwächen unzweifelhaft, allein wir dürfen sie nicht verheimlichen. Wir wollen nicht eine Lobrede zu Ehren Newtons halten, wir wollen den Mann, wie er war, kennen lernen. Wir wollen ganz besonders die Verdienste kennen lernen, um deren Willen auch der scheelsüchtigste Kritiker ihm seine Schwächen gewiß nachsehen wird.

Die ersten selbständigen Arbeiten Newtons, von welchen wir wissen, sind rein mathematische. Sie greifen noch bis vor das Jahr 1666 zurück, allein weil sie erst spät zur allgemeinen Kenntniß gelangten, ziehen wir es vor, gleich Allen, die mit der Lebensbeschreibung Newton's sich beschäftigt haben, vorher von den thatsächlich später angestellten Untersuchungen zu reden, durch welche die Aufmerksamkeit auf ihn gelenkt wurde, von den optischen und von den mechanischen Arbeiten.

Die Lehre vom Lichte hat im 17. Jahrhundert außerordentliche Erweiterungen gefunden. Ohne auf eine geschichtliche Erörterung derselben einzugehen, glauben wir doch Einzelnes erwähnen zu müssen. Am Anfange des

Jahrhunderts war es unser Kepler, der neben mancherlei mangelhaften Ideen, die er über die Brechung des Lichtes aussprach, sich wahre Verdienste durch sein astronomisches Fernrohr erwarb, welches aus zwei Linsen, d. h. linsenartig nach beiden Seiten gewölbten Gläsern am Anfang und am Ende eines Rohres, welches selbst dem Auge des Beobachters entsprechend verlängert, oder wie man zu sagen pflegt, eingestellt werden konnte, bestand. Dieses Fernrohr, bei welchem allerdings alle Gegenstände verkehrt gesehen wurden, ein Nachtheil, der aber nur für irdische Gegenstände, nicht für am Sternenhimmel befindliche Zielpunkte, in die Waagschale fiel, genügte lange für die Beobachtungen der Astronomen. Ein Holländer, Willebrord Snell, entdeckte um 1620 das von Descartes 1637 veröffentlichte Lichtbrechungsgesetz. Den Begriff der Brechung erläutert wohl am besten ein sehr einfacher Versuch. Auf den Boden eines undurchsichtigen Gefäßes, etwa eines Bechers aus Metall, legt man ein Geldstückchen und entfernt sich so weit von dem Gefäße, daß man die durch den Rand dem Auge verdeckte Münze eben nicht mehr sieht. Gießt man nun Wasser in das Gefäß, so wird die Münze wieder sichtbar. Das Licht hat nämlich im Wasser ein anderes Mittel als in der früher im Gefäße vorhandenen Luft gefunden, in welchem seine Einwirkung entsprechend verändert ist. Der Lichtstrahl ist gebrochen. Das mußte man freilich schon lange. Man mußte auch, daß es Brechungen verschiedener Wirkung gab, je nachdem das Licht verschiedene Mittel, wie z. B. Luft und Wasser, oder Luft und Glas, oder Luft und Del und dergleichen zu durchdringen hat. Aber das Gesetz, nach welchem ein in einem Mittel verlaufener Lichtstrahl seine Richtung ändert, wenn er in ein anderes dichteres oder dünneres Mittel gelangt, war noch nicht bekannt. Ein Italiener, Grimaldi, ging auf dem Wege versuchsweiser Forschung um einen bedeutenden Schritt weiter. Er suchte Erscheinungen sich zu verschaffen, welche nicht beeinträchtigt wären durch das allwärts verbreitete Tageslicht. Er verdunkelte deshalb das Beobachtungszimmer durch fest schließende Läden, in deren einem er nur eine ziemlich kleine Oeffnung herstellte. Er ließ alsdann durch die Oeffnung Sonnenlicht auf ein Glasprisma, dergleichen man schon damals um die Mitte des 17. Jahrhunderts zu schleifen mußte, fallen und fing das Bild auf einer weißen Tafel auf, ein Bild, welches er nicht, wie zunächst zu erwarten stand, an Größe und Form der Ladenöffnung völlig gleich, sondern beträchtlich in die Länge gezogen und an den Rändern gefärbt fand. Diese Beobachtung nebst vielen anderen, welche wir übergehen, ist in einem Buche\*) beschrieben, welches 1665, zwei Jahre nach Grimaldis Tode, erschien. Hat Newton dieses Werk bald darauf gekannt? Wir wissen es nicht. Allzu rasch dürfen wir uns aber den buchhändlerischen Verkehr in jener Zeit überhaupt nicht denken, und so gewinnt es an Wahrscheinlichkeit, daß Newton zu seinen ähnlichen Versuchen eine andere Veranlassung hatte,

\*) Grimaldi, Physico-Mathesis de lumine. coloribus et iride. Bologna. 1665.

als nur Grimaldi's Beobachtung zu bestätigen oder zu widerlegen. Wir bringen in Erinnerung, daß Barrow 1669 eine Optik\*) herausgab, welche, wie der Verfasser in der Vorrede ausdrücklich hervorhebt, durch Newton, „einen Mann von vortrefflichen Anlagen und ausgezeichnete Erfahrung“, handschriftlich durchgesehen und in manchen Punkten verbessert worden ist. Barrow hat in diesem Buche gezeigt, daß Strahlen, welche von einer unendlich entfernten Lichtquelle herkommen, mithin als gleichlaufende in die Linse eindringen, sich nach vollzogenen Brechungen erst innerhalb der Linse und dann wieder beim Austritt aus derselben in die Luft in einem durch geometrische Construction zu findenden Punkte, dem sogenannten Brennpunkte, vereinigen; er hat alsdann die gleiche Aufgabe der Vereinigung der austretenden Lichtstrahlen für den Fall behandelt, daß die Lichtquelle in endlicher Entfernung von der Linse sich befindet, die Strahlen somit nicht als gleichlaufende an der der Lichtquelle zugekehrten Oberfläche der Linse anlangen; er hat weiter Ansichten über das Wesen der Farben ausgesprochen, welche wir, so unrichtig sie nach späterer allgemeiner Annahme sind, um so nothwendiger hier zu wiederholen haben, weil daraus einmal der große Fortschritt erhellt, den die Wissenschaft Newton zu verdanken hat, und zweitens die Sicherheit erwächst, daß Newton, als er diese Capitel ungerügt dem Drucke übergeben ließ, mit seinen eigenen Arbeiten unbedingt noch nicht abgeschlossen haben konnte. Weiß ist nach Barrow Dasjenige, was eine Menge Licht gleich klar in jeder Richtung entläßt, schwarz Dasjenige, was gar keine Lichtstrahlen oder sehr spärlich entläßt; roth ist, was ein mehr als gewöhnlich klares Licht entläßt, aber von schattigen Zwischenräumen unterbrochen; blau, was ein verdünntes Licht entläßt, wie in Körpern, die aus weißen und schwarzen Theilen bestehen; grün ist zunächst mit dem blau verbunden; gelb ist eine Mischung von vielem weiß und ein wenig roth, und purpur besteht aus viel blau mit wenig roth gemischt\*\*). Newton mag nun auf den Gedanken gekommen sein, die Brechung des Lichtstrahls in einem durch ebene Flächen begrenzten Prisma und den Weg desselben Strahles nach dem Austritte aus dem Prisma zu studiren, und zu diesem Zwecke stellte er eben den Versuch an, welchen Grimaldi vorher erdacht hatte. Ein Prisma hatte er seit April 1666 etwa in seinem Besitze und hatte sich gewiß gleich Jedem, der durch ein solches hindurchschaut, an dem wunderbaren Spiele der Farben ergötzt. Jetzt verdunkelte er sein Zimmer und brachte nur in einem Laden ein kreisrundes Loch von  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser an, hinter welchem das Prisma aufgestellt wurde; 22 Fuß davon entfernt befand sich die Wand zur Auffangung des Bildes, des Spectrum, wie Newton mit bald allgemein angenommenem Namen es nannte. Dieses Spectrum war ein  $13\frac{1}{4}$  Zoll langes Farbenbild. Mag nun Newton's

\*) Barrow, Lectiones opticae. London 1669.

\*\*\*) Brewster, Sir Isaac Newton's Leben, übersetzt von B. M. Goldberg, mit Anmerkungen von H. W. Brandes. Leipzig 1833. S. 12—13.

Verdienst an diesem ersten Versuch hoch oder niedrig angeschlagen werden, die folgenden Versuche sind sein unbestrittenes Eigenthum und von weit bedeutamerer Natur, da es sich bei ihnen nicht um einen glücklichen Zufall, sondern, seiner vorher geschilderten Geistes eigenthümlichkeit entsprechend, um wohl erwogene Experimente zu bestimmtem Zwecke handelte. Freilich spielte gleich bei dem nächsten Versuche ein glücklicher Zufall wieder mit. Das Spectrum war ungemein auseinandergezogen, oder mit anderen Worten: während der auf einen Punkt des Prismas auffallende, von der Sonne ausgehende Strahlenbündel, wenn nicht aus parallelen Strahlen, doch aus solchen bestand, deren äußerste nur einen sehr kleinen Winkel von  $31'$  (den sogenannten scheinbaren Durchmesser der Sonne) mit einander bildeten, gingen die austretenden Strahlen so weit auseinander, daß die äußersten derselben einen Winkel von  $20^{\circ} 49'$  bildeten, dieser Strahlenwinkel war demnach nach der Brechung auf mehr als fünffache Größe angewachsen. Das konnte nach der damals vorhandenen besten, durch Descartes erörterten Theorie des Lichtes nicht erklärt werden, die Muthmaßung Newton's ging also dahin, es möchten wohl Eigenthümlichkeiten des Prismas mitwirken, welche theils regelmäßige, theils unregelmäßige Wirkungen hervorbrächten. Jene aufzuheben, diese dagegen zu vergrößern und somit reiner zur Wahrnehmung zu bringen, vereinigte Newton mit dem ersten Prisma ein zweites, welches er in umgekehrter Lage dahinter brachte. Wie sollen wir sein Erstaunen schildern, als jetzt plötzlich das lange Spectrum einem vollkommen runden an Größe mit der Oeffnung des Fensterladens übereinstimmenden farblosen Sonnenbilde wich! So waren also gar keine unregelmäßigen Wirkungen des Prismas vorhanden, so war es Regel, Gesetz, daß der durch ein Prisma hindurchgehende Sonnenstrahl sich in ein Spectrum ausbreitete. Worin lag der Grund? Er konnte in mancherlei gesucht werden. Die äußersten Strahlen, welche auf einen Punkt des Prismas auffielen, bildeten, wie wir schon gesagt haben, mit einander einen Winkel von  $31'$ . Dadurch ergab sich eine Verschiedenheit ihres Eintrittswinkels in das Prisma, und diese konnte die Erscheinung verschulden: dann mußte aber, wenn man das Prisma drehte, so daß dessen auffangende Fläche nicht mehr dem Fensterladen parallel war, bei gleich bleibendem Unterschiede der betreffenden Eintrittswinkel eine noch größere Abweichung eines jeden derselben von einem rechten Winkel entstehen, und der Erfolg mußte mit großer Wahrscheinlichkeit in dem immer wachsenden Spectrum erkennbar werden. Newton drehte und drehte das Prisma, das Spectrum änderte sich nur unmerklich; die zweite Vermuthung war also gleich der ersten, die auf Unregelmäßigkeiten fahndete, abgewiesen. Wieder eine Möglichkeit bestand in Folgendem: Daß die Lichtstrahlen in der Luft gradlinig zu verlaufen pflegen, konnte als ausgemacht gelten; aber vielleicht übte die Brechung im Prisma eine solche Wirkung auf sie, daß sie seit dem Austritte eine krummlinige Bahn annahmen; dadurch ließ sich ja auch eine Ausbreitung des aufgefangenen Bildes erklären. Wieder erkannte Newton, daß diese Möglichkeit durch einen Versuch geprüft werden konnte. Die auf-

fangende Wand brauchte nur näher an das Prisma herangebracht und die Ausdehnung des jedesmaligen Spectrumis gemessen zu werden. Newton stellte den Versuch an und fand, daß das Spectrum zwar an Ausdehnung sich änderte, aber nur in dem Verhältnisse der Annäherung an das Prisma und nicht stärker, daß, anders ausgedrückt, der Winkel, welchen die austretenden Strahlen zu bilden schienen, stets derselbe blieb, die Strahlen also nothwendig auch nach dem Austritte aus dem Prisma gradlinig sein mußten. Alle Vermuthungen, welche nur in geringem Grade an den landläufigen physikalischen Meinungen zu rütteln nöthigten, waren jetzt erschöpft, und Newton wagte es, folgende an sich wenigst wahrscheinliche Meinung auszusprechen: Das weiße Licht ist nichts Einfaches, wie man geglaubt hat; es setzt sich vielmehr zusammen aus verschiedenfarbigen Strahlen, welche nur in ihrer Vereinigung weiß aussehcn, und welche mittels eines Prismas von einander getrennt werden, weil jeder einzelne derselben eine andere Brechbarkeit besitzt, der violette die stärkste, der rothe die schwächste. Diese Annahme erklärte allerdings das Auftreten des Spectrumis bei Anwendung eines Prismas, erklärte auch die Vernichtung des Spectrumis, wenn die Farben durch ein zweites entgegengesetzt brechendes Prisma wieder vereinigt wurden. Gleichwohl war Newton nicht nachsichtiger gegen die neue Vermuthung als gegen die früheren, er wollte sie bestätigt oder beseitigt wissen. Folgender Versuch mußte ihm dienen: Hinter das erste Prisma stellte er ein Brett mit einem kleinen Loch, 12 Fuß davon entfernt ein Brett mit einem ähnlichen Loch, dahinter ein zweites Prisma, und dann folgte in der alten Entfernung vom Fensterladen die auffangende Wand. Die Löcher in den beiden Brettern ließen nun als Anfangs- und Endöffnung einer engen Röhre sich betrachten, durch welche ein farbiger, kein weißer Lichtstrahl auf das zweite Prisma geworfen wurde. Drehung des ersten Prismas konnte leicht hervorbringen, daß bald ein violetter, bald ein blauer, ein gelber, ein rother Strahl durch jene gedachte Röhre auf das zweite Prisma fiel; die gedachte Röhre gab die Richtung des auf das zweite Prisma einfallenden Strahles, die auf der Auffangewand erscheinende farbige Stelle ließ die Richtung des aus demselben Prisma austretenden Strahles erkennen; war nun in der That die Brechbarkeit der farbigen Strahlen je nach der Farbe eine verschiedene, so mußte die Auffangewand ein Wandern der erleuchteten Stelle mit Farbenveränderung zeigen, während das erste Prisma in Drehung versetzt wurde, und genau dieses fand statt. Wir wollen nicht die weiteren Versuche schildern, welche Newton noch zur vollen Bekräftigung seiner von ihm selbst bereits zur Gewißheit erhobenen Vermuthung anstellte, wir haben uns schon zu lange bei dem Gegenstande verweilt; allein wir verfolgten dabei eine mehrfache Absicht. Wir wollten an einem Beispiele Newton's geniale und sichere Forschungsmethode schildern, welche keine Schwierigkeit übersteht, keiner aus dem Wege geht, welche nicht ruht, bis der vollgiltige Beweis dessen geliefert ist, was nunmehr ein fast mathematischer Lehrsatz geworden ist. Wir wollten auch die andere Seite von Newton's Persönlichkeit kennen lehren, seine oben schon zum Voraus erwähnte

Scheu vor der Deffentlichkeit. Frage Jeder seine Erinnerung, ob in alter oder neuer Zeit irgend ein Naturforscher so wunderbare Erscheinungen wie das Bilden eines Spectrums durch ein Prisma, das Vernichten desselben durch ein zweites wahrgenommen hätte, ohne sofort in irgend einer Weise Lärm zu schlagen. Ganz anders Newton. Durch Jahre ziehen sich seine Versuche hin, und erst 1672 reicht er sie der in London seit 1662 bestehenden königlichen Societät ein. Allerdings hatte Newton, welcher seit 1669 eine Professur in Cambridge bekleidete, daselbst wiederholt, 1669, 1670, 1671 optische Vorlesungen gehalten, allerdings trug er hier seine neuen Entdeckungen vor, allein sie verbreiteten sich dadurch keineswegs. Newton war ein Gelehrter, kein Lehrer. Ihm fehlte, auch das haben wir schon erwähnt, die mündliche Darstellungsgabe, und überdies war, was er lehrte, für die Bildungsstufe seiner Schüler zu fein. Wir wissen, daß kaum drei oder vier Zuhörer ihm zu folgen im Stande waren, daß er leeren Wänden die Geisteskörner zuwarf, welche meistens erst über ein halbes Jahrhundert später Boden fanden, in dem sie keimen konnten. Befolgen wir die Geschichte seiner optischen Versuche weiter. Die verschiedene Brechbarkeit der einfarbigen Lichtstrahlen innerhalb des weißen Lichtes muß, sagte sich Newton, auch bei der Brechung durch eine Linse zum Vorschein kommen; die rothen Strahlen werden sich zunächst der Linse in einem Brennpunkt vereinigen, die gelben etwas weiter, die violetten am weitesten. Stellt man also ein Fernrohr etwa so ein, daß mittels des Augenglases, des Oculars, der Brennpunkt des violetten Lichtes deutlich erkannt wird, so sieht man weder die rothen, noch die gelben Strahlen und ähnlich unter anderen Voraussetzungen. Das Abprallen der Lichtstrahlen dagegen, die Reflexion, erfolgt, wie Newton fand, für verschiedenfarbige Strahlen nach dem gleichen Gesetze und in gleicher Weise. Konnte mithin in einem Fernrohr das Bild eines entfernten Gegenstandes durch Spiegelung erzeugt werden, so mußte dasselbe deutlicher sein als ein durch Brechung hervorgebrachtes Bild. Ein solches Spiegelteleskop war seit 1661 durch einen Schotten, James Gregory, erfunden, welcher dasselbe in einem 1663 erschienenen, von Newton gelesenen Buche\*) beschrieb. Newtons Verdienst war also nicht, daß er zuerst eine Spiegelteleskop herstellte, sondern daß er mit klarem Bewußtsein der Vorzüge eines solchen, welches dem Erfinder selbst fehlte, an die Verbesserung des bereits vorhandenen Instrumentes heranging. So entstand das Newton'sche Fernrohr, welches im Februar 1669 vollendet wurde und bei 6 Zoll Länge etwa 40 Mal vergrößerte. Er sah damit deutlich den Planeten Jupiter nebst seinen Trabanten und die fichelartig gekrümmte Gestalt des Planeten Venus. Er versfertigte nun ein zweites, besseres Spiegelteleskop, und einer seiner Kollegen am Trinity-College brachte ein noch vollkommneres zu Stande. Aber noch immer hielt Newton zurück, bis am Ende des Jahres 1671 die königliche Societät von London ihn durch ihren Schriftführer Oldenburg auffordern ließ, sein Instrument zur Prüfung ein-

\*) Gregory, Optica promota. London 1663.

zuschicken, ein Verlangen, dem er im December entsprach. Noch am 23. desselben Monats wurde Newton zum Mitgliede der königlichen Societät vorgeschlagen, am 11. Januar 1672 ernannt, nachdem das Teleskop von sachkundigen Männern, unter welchen Christoph Wren und Robert Hooke sich befanden, geprüft, auch dem Könige vorgezeigt worden war. Der ungesuchte äußere Erfolg ermutigte Newton, auch mit seinen Theorien, deren Werth er keineswegs verkannte, hervorzutreten. Bereits am 18. Januar schrieb er Oldenburg, er wolle der Societät eine Entdeckung unterbreiten, welche ihn auf die Anfertigung seines Teleskopes gebracht habe. „Ich zweifle nicht“, sagte er stolzbewußt, „daß dieses als ein noch werthvollerer Gegenstand erscheinen wird als die Mittheilung des Instrumentes, da es nach meiner Meinung die sonderbarste, wenn nicht die ansehnlichste Entdeckung ist, welche bis jetzt in den Werken der Natur gemacht worden“. Am 6. Februar reichte er seine Abhandlung über die Zerlegbarkeit des weißen Lichtes in sieben Farben ein, deren Hauptinhalt wir geschildert haben.

Wir haben weiter oben Newton's Zögerung, an die Oeffentlichkeit zu treten, mit einer gewissen Scheu vor Angriffen erklärt. Der Erfolg schien ihm Recht zu geben. Es fehlte nicht an Gegnern der neuen Ansichten. Franzosen und Belgier, Pardies, Vinus, Lucas, Männer von untergeordneter Bedeutung, wurden mit ihren die Thatsachen selbst anzweifelnden Gegenschriften leicht, wenn auch nicht schnell, zum Schweigen gebracht, da die Schriften und Gegenschriften bis 1676 wechselten. Gefährlicher war der Widerspruch von Robert Hooke und von Huygens. Hooke, geboren 1635, gestorben 1703, seit 1663 Mitglied der königlichen Societät, seit 1664 von derselben mit einem Gehalte von 20 Pfund. angestellt, um die in den Sitzungen der Gesellschaft nothwendigen Versuche auszuführen, gehört zu den geschicktesten Experimentatoren seiner Zeit. Es fehlte ihm nur der mathematische Geist und mit demselben die Fähigkeit, sich anhaltend einem und demselben Gegenstande zuzuwenden und nicht abzulassen, bevor er ihn in's Reine gebracht. Um dieses Mangels willen sehen wir ihn sich zersplittern, sehen wir ihn aller Orten in die Entwicklung der Naturlehre eingreifen, sehen wir ihn an Entdeckungen anstreifen, die ihm endgiltig doch nicht zugesprochen werden können, weil er sie nicht durchführte, sondern mit einem geistreichen aber beweislos ausgesprochenen Satze sich zu begnügen liebte, sagen wir es gerade heraus, sich begnügen mußte, weil er zu den Beweisen nicht fähig war. Hooke hat auch mit optischen Dingen sich beschäftigt und zu Anfang 1672 der königlichen Societät Versuche vorgeführt, welche wunderbare Farbenercheinungen zum Vorschein brachten, so die Farben der Seifenblasen, die von Glimmerblättchen, auch die, welche bei dem Zusammendrücken zweier Prismen, von denen das eine etwas gekrümmt war, entstanden. Zugleich erklärte er, Licht pflanze sich mittels Wellenbewegungen fort, welche zur Richtung des Strahles senkrecht seien. Das waren die Anfänge der heutigen Lichtwellenlehre im Gegensatz zu der Lehre von gradlinig sich verbreitenden Lichttheilchen, mochten sie ein-

fach oder zusammengesetzt sein. Hooke steht mit Grimaldi, der ihm selbst zuvorkam, an der Wiege der sogenannten Undulationstheorie; Newton war der bedeutendste Vertreter der Emissionstheorie. Die Genialität von Hooke's Gedanke wird heute Niemand in Abrede stellen, ebensowenig aber, daß er eine Geburt des Zufalls war, daß Hooke so wenig wie Grimaldi zu einer wissenschaftlich begründeten Ueberzeugung, sondern nur zu einer rechtshaberisch festgehaltenen Behauptung gelangt war. Sei dem aber, wie da wolle, die beiden Theorien standen einander nun einmal gegenüber, und war Hooke im Rechte, so mußte Newton im Unrecht sein, sowohl mit der Erklärung seiner ersten Versuche, als mit der anderer, die aus dem Jahre 1675 stammen.

Letztere betreffen die erwähnten, von Hooke 1672 hervorgebrachten Farbenerscheinungen durch das Zusammenpressen von Prismen. Newton veränderte diesen Versuch so, daß er zu messen im Stande war, wo es sich um bis dahin unmeßbar kleine Entfernungen handelte. Er nahm eine kugelförmig nach beiden Seiten gewölbte Glaslinse und die Hälfte einer solchen, welche demnach eine ebene und eine kugelförmig gewölbte Fläche besaß und drückte die ganze Linse auf die ebene Seite der halben; da erschienen um den Mittelpunkt Ringe von abwechselnd sich wiederholenden Farben, die jetzt sogenannten Newton'schen Farbenringe. Weil aber der 50füßige Halbmesser der Kugelwölbung, welche die Linse besaß, bekannt war, konnte man auch die Entfernung der beiden Gläser, die dem Auftreten irgend einer Farbe entsprach, berechnen und fand z. B. die hellste Stelle des ersten Ringes bei einer gegenseitigen Gläserntfernung von  $\frac{1}{7000}$  Millimeter. Newton verglich die Farben der Ringe mit denen einer Seifenblase und fand so die Dicke der Letzteren, wo sie in einem gewissen Noth (das Noth dritter Ordnung) schillert, zu  $\frac{1}{1875}$  Millimeter.

Diese Thatsachen nebst den soweit erwähnten Schlußfolgerungen, in welchen man Newton, den Mathematiker, zu erkennen Gelegenheit hat, zweifelte Hooke keineswegs an, nur deren Erklärung. Newton war es natürlich nicht entgangen, daß die Voraussetzungen, welche genügt hatten, die Zerlegung des weißen Lichtes durch ein Prisma in die sieben Farben, die sogenannte Dispersion des Lichtes, zu erklären, mithin die Zusammengesetztheit des weißen Lichtes und die verschiedene Brechbarkeit der einzelnen Bestandtheile desselben, nicht ausreichten, um die Entstehung der sogenannten Farben dünner Blättchen zu begründen. Er erdachte sich dazu eine zweite Eigenschaft der einzelnen Lichttheilchen, welche er *fits* nannte, was man deutsch durch Anwandlungen wiedergegeben hat. Die Anwandlungen bestehen darin, daß die einzelnen farbigen Lichttheilchen in regelmäßig wiederkehrenden Zeiten bald die Neigung haben, in einen durchsichtigen Körper einzutreten und durch ihn gebrochen hindurchzugehen, bald von ihm als einer spiegelnden Fläche zurückgeworfen zu werden. Den Grund der Anwandlungen selbst hat Newton nicht angegeben. Diese heute nicht mehr haltbare Meinung erklärt freilich in einer Weise, auf welche, eben weil der Standpunkt ein überwundener ist, hier nicht genauer

einzugehen ist, die Ringe, aber jene hielt noch mehr als die Dispersionslehre an dem Bestehen einzelner Lichttheilchen fest und mußte daher von Hooke verworfen werden. So entspann sich zwischen Newton und Hooke im Schooße der königlichen Societät selbst ein Streit, der bald mit einem zweiten sich vermengen sollte und Newton veranlaßte, bis zu Hooke's Tod keine optischen Arbeiten mehr zu veröffentlichen. Erst 1704 erschien dann die englisch geschriebene Optik, welche von Clarke in's Lateinische übersetzt wurde und in beiderlei Sprachen einer außergewöhnlichen Verbreitung sich erfreute.

Der andere gefährliche Gegner der Newton'schen Emissionstheorie war Christian Huygens. Huygens war der Ebenbürtigsten einer, mit welchen Newton zusammenstieß. Er lebte 1629 bis 1695, war Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften und als solches von deren Stiftung 1666 an in Paris ansässig, bis die Aufhebung des Edicts von Nantes ihn, den Protestanten, nöthigte, Frankreich wieder zu verlassen, und in seine Vaterstadt, den Haag, zurückzukehren. Astronom, Physiker und Mathematiker gleichen Ranges hat Huygens den Ring des Saturns entdeckt, die Lehre vom Pendel zur Entwicklung geführt und die Pendeluhren erfunden, hat er in seinem *Traité de la lumière* von 1691 die Undulationstheorie des Lichtes besser als seine Vorgänger zu stützen gewußt. Das Bedeutsamste in dieser Beziehung war die Erklärung der seit 1669 durch einen Dänen Bartholinus bekannt gemachten Doppelbrechung des isländischen Kalkspathes. Diese merkwürdige Erscheinung besteht darin, daß, wenn man einen schwarzen Punkt, auf Papier etwa, mit einem durchsichtigen Kalkspathkry stall bedeckt, statt eines Punktes deren zwei gesehen werden. Huygens mußte dieses Auftreten zweier Bilder geradezu zu beweisen, während Newton, nicht im Stande, seine Theorie eben dazu zu gebrauchen, den Versuch selbst leugnete, oder wenigstens ihn so umdeutete, daß er zu einem Gesetze gelangte, welches mit den wirklichen Beobachtungen geradezu unverträglich war. Auch diese Antwort auf die durch Huygens mittelbar an ihn gestellte Frage ertheilte erst die Newton'sche Optik von 1704, neun Jahre nach dem Tode von Huygens.

(Schluß folgt.)





## Sir Isaac Newton.

Von

Moritz Cantor.

— Heidelberg. —

II.

**W**ir haben anderer Streitigkeiten zwischen Newton und Hooke gedacht. Dieselben beziehen sich auf das zweite Gebiet von Forschungen, auf welchem Newton sich unsterbliche Verdienste erworben hat, auf das astronomisch-mechanische. Die alte Annahme, daß die Erde den Mittelpunkt der Welt bilde, um welche Sonne, Mond, Planeten und Fixsternhimmel in eigenthümlich verschlungenen Bahnen sich bewegen, war seit dem Werke des Nikolaus Koppernigk aus der Mitte des 16. Jahrhunderts nur noch für autoritätsbedürftige Geister vorhanden, denen der Widerspruch gegen mißverständene, weil buchstäblich aufgefaßte Bibelstellen höher stand oder gefährlicher dünkte als die Unerklärbarkeit der sinnlichen Wahrnehmungen durch mathematische Schlüsse. Kepler, ein eifriger Koppernikaner, bereicherte die Astronomie durch rechnende Vergleichung von gemachten Beobachtungen um seine drei berühmten Gesetze. Das erste Kepler'sche Gesetz behauptet, daß die Planeten nicht eine Kreisbahn, wie Koppernigk gemeint hatte, sondern eine Ellipse beschreiben, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Eine Linie, welche von der Sonne als Punkt gedacht nach dem gleichfalls als Punkt gedachten Planeten führt, heißt Leitstrahl. Zwei Punkten der Planetenbahn, von deren erstem der Planet in einer gewissen Zeit nach dem zweiten gelangt, gehören zwei Leitstrahlen zu, und diese bilden mit dem zwischen ihnen befindlichen Stücke der Planetenbahn ein aus zwei graden und einer krummen Linie bestehendes Dreieck, einen Ellipsenausschnitt oder Sector. Das zweite Kepler'sche Gesetz behauptet, daß gleichen Zeiten der Bewegung eines Planeten nicht etwa gleiche Längen der durchlaufenen Bahn, sondern gleiche Flächen der gebildeten Sektoren entsprechen. Das dritte Kepler'sche Gesetz endlich vergleicht die Umlaufzeiten verschiedener Planeten, welche verschiedene

mittlere Entfernungen von der Sonne besitzen, und behauptet die Quadrate der Umlaufzeiten verhielten sich wie die Würfel der Entfernungen. Diese Gesetze waren mit bewundernswerther Feinheit der Erfahrung abgeläutet, aber ihr Grund blieb verborgen. Viele Gelehrte waren bemüht, den letzteren zu finden. Robert Hooke veröffentlichte 1674 ein kleines Schriftchen\*), in welchem er mit gewohntem Scharfsinn, mit eben so gewohntem mangelnden Beweise folgende Sätze aussprach: Alle Himmelskörper sind nicht bloß gegen ihren eigenen Mittelpunkt schwer, sondern innerhalb ihres Wirkungskreises auch gegeneinander. Alle Körper, welche eine einfache und gradlinige Bewegung besitzen, fahren so lange fort, sich in dieser graden Linie zu bewegen, bis eine Kraft sie ablenkt, und dann beschreiben sie einen Kreis oder eine Ellipse. Je näher die Himmelskörper einander kommen, desto stärker ziehen sie sich an. Nach welchem Gesetze die Kraft mit der Annäherung zunehme, darüber habe er keine Untersuchungen angestellt, doch könne es sehr nützlich werden, dies Gesetz zu entdecken.\*\*). Edmund Halley, ein damals noch sehr junger Astronom, der im Allgemeinen durch den Halley'schen Kometen am Bekanntesten zu sein pflegt, dessen Wiederkehr er berechnete, leitete um 1680 dieses Gesetz aus dem dritten Kepler'schen Gesetze ab. Damit jenes stattfinden, müssen die Fliehkräfte der einzelnen Planeten sich umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten. Ein dritter Forscher, Christoph Wren, der berühmte Erbauer der Paulskirche in London, hatte einen anderen Schritt vorwärts gethan. Er wollte die Bewegungen der Planeten aus einem Fallen gegen die Sonne und einem seitlichen Stoße ableiten, ohne jedoch die Ergebnisse dieser Annahme mathematisch bezwingen zu können. Während diese drei Männer, Jeder für sich, mit der damals schwierigsten Aufgabe der Himmelsmechanik beschäftigt waren, Jeder eine andere Seite derselben erörternd, hatte Newton die ganze Aufgabe bereits bewältigt. Die Anfänge von Newton's Untersuchungen reichen bis 1666 hinauf. In jenem Jahre hatte er die Cambridger Studien unterbrechen müssen, weil eine Seuche die Veranlassung gab, alle Jünger vorübergehend in ihre Heimath zu entlassen. Newton saß in dem Garten zu Woolsthorpe, wo ein großer Apfelbaum seine fruchtbeladenen Zweige ausbreitete. Ein Windstoß schüttelte den Baum, und ein Apfel fiel. Warum fällt eigentlich der Apfel? fragte sich Newton, und mit dieser Frage hatte er sich das Forschungsgebiet erschlossen, über welches er, wie wir früher schon bemerkten, von jezt an immer dachte. So erzählt wenigstens die Ortsüberlieferung, unterstützt durch das Vorhandensein eines hölzernen Stuhles, welcher aus dem Stamme des berühmten Apfelbaumes geschnitzt wurde, als der Baum selbst vor Alter abstarb. Wann und in welcher Reihenfolge Newton die Sätze aufstellte, welche seine Lehre von der allgemeinen, im umgekehrt quadratischen

\*) Hooke, An attempt to prove the motion of the earth. London 1674.

\*\*.) Poggendorff, Geschichte der Physik. Leipzig 1879. S. 586.

Verhältnisse der Entfernung wirkenden Anziehung bilden, ist nicht genau bekannt. So viel scheint sicher\*), daß er nicht schon frühzeitig die wichtigsten Theile dieser Untersuchung beendigte und deren Wirksamkeit an den Bewegungen des Mondes zu prüfen unternahm, wie man wohl behauptet hat. Erst 1673 dürfte er in dem damals neuen Buche von Huygens über das Pendel die Grundlehren einer wissenschaftlichen Mechanik, wenn auch nur in Gestalt unbewiesener Lehren, kennen gelernt haben. Noch ein Jahr später, 1674, zeigt sich Newton in einem an Collins gerichteten Briefe so wenig unterrichtet in den hierher gehörigen Dingen, daß er die parabolische Bahn einer abgeschossenen Kugel bezweifelt. Ende 1679 hat er, das steht fest, über die Bewegung eines von großer Höhe herabfallenden Gegenstandes nachgedacht, eine Aufgabe, welche Robert Hooke damals gestellt hatte, um an dieser durch die Umdrehung der Erde beeinflussten Bewegung, welche ebensowohl theoretisch erkannt, als empirisch geprüft werden konnte, einen Beweis für jene Umdrehung zu gewinnen. Newton fand, daß bei sich drehender Erde der Körper in einer Spirale fallen müsse, Hooke fand als Bahn eine Ellipse, und Hooke hatte Recht. Von nun an blieb die Bewegungsaufgabe für Newton eine brennende. Er bewies, daß ein Planet, auf welchen eine Kraft wirkt, die mit dem Quadrate der Entfernung von dem Sitze der Kraft abnimmt, in einer Ellipse sich bewegen müsse. Damals wird er wohl auch eine Proberrechnung angestellt haben, um an dem Beispiele des Mondes seine Theorie zu prüfen. Aber die Größe der Erde, deren er zu dieser Rechnung bedurfte, war damals noch sehr mangelhaft bekannt, und der Einfluß dieser unrichtigen Zahl war so bedeutend, daß eine Umlaufszeit des Mondes herauskam, welche aller Erfahrung widersprach. Newton glaubte den Fehler seinen Theorien zuschreiben zu müssen und legte die so weit gediehene Arbeit wieder zurück. Inzwischen war aber 1679 durch den französischen Astronomen Picard, einem nicht genialen, aber sorgsamem und fleißigen Beobachter, zwischen Amiens und Malvoisine im nördlichen Frankreich eine Gradmessung vorgenommen worden, welche die Größe der Erde in anderen Werthen gab, als man bisher annahm. Die Zahlen dieser Messung wurden Newton 1682 bekannt. Mit ihnen als Grundlage wiederholte er die Proberrechnung, welche er schon einmal angestellt hatte. Gleich der Anfang zeigte ihm, daß, wenn der Raum, den ein fallender Körper auf der Erdoberfläche in der Zeiteinheit durchläuft, unter Berücksichtigung von Picard's Erddurchmesser zu der Entfernung des Mondes von der Erde in Beziehung gesetzt wurde, für den Mondumlauf ganz andere Zahlen herauskommen mußten, als seine früheren Rechnungen ergeben hatten, und daß der Sinn der zu erwartenden Aenderung der Art war, daß eine größere Uebereinstimmung mit der Erfahrung zu gewärtigen stand. Die Aufregung übermannte Newton, er konnte nicht weiter rechnen! Erst einige Zeit später gewann er die dazu nöthige Geistesruhe und Sicherheit, wieder und nun fand sich die genaue Bestätigung seiner

\*) Jos. Bertrand, Les fondateurs de l'astronomie moderne pag. 292—295.

Erwartung. Das Geheimniß der wunderbaren Bewegungen der Himmelskörper war enthüllt. Was er, was Andere vielleicht vor ihm nur geahnt hatten, es war bewiesene Thatsache.

Wir können den letzten Satz, den wir hier ausgesprochen haben, nicht laut genug betonen. Er leitet uns mit voller Sicherheit in dem Urtheile, welches wir über das unsterbliche Werk zu fällen haben, welches unter dem Titel der Mathematischen Principien der Naturlehre im Mai 1687 die Presse verließ. Nicht bloß der Beweis des Satzes, daß alle Körper sich direct wie ihre Massen und umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen anziehen, der weitere Beweis, daß hieraus die drei Kepler'schen Gesetze sich ableiten lassen, bilden den Werth des gewaltigen Buches. Eine Menge von Fragen tauchen dabei gewissermaßen nebensächlich auf und werden beantwortet, an welche vor Newton Niemand dachte, welche seit der Zeit den regelmäßigen Stoff des Nachdenkens aller großen Mechaniker abgaben. Wir können unmöglich auf alle diese Dinge eingehen, wir nennen nur einige der wichtigsten Ergebnisse. Newton hat gezeigt, daß und wie man die Bahn eines Kometen bestimmen könne, wenn nur drei Beobachtungen angestellt worden sind. Er hat das Problem der drei Körper in die Wissenschaft eingeführt, d. h. die Aufgabe, die Bewegung dreier Weltkörper zu untersuchen, von denen je zwei sich gegenseitig anziehen. Er hat die Gestalt der Erde theoretisch untersucht und ist gleich Huygens zu der Ueberzeugung gekommen, daß dieselbe keine Kugel, sondern ein apfelartig an den beiden Polen abgeplatteter Körper sei; beide Forscher haben selbständig und unabhängig von einander die Größe dieser Abplattung berechnet, aber während Huygens  $\frac{577}{578}$  als das Verhältniß des kleinsten Erddurchmessers zum größten fand, gelangte Newton zu dem Werthe  $\frac{229}{230}$ , welcher dem von Bessel in unserem Jahrhundert mit allen Hilfsmitteln neuer Thatsachen und verbesserten Methoden errechneten  $\frac{298}{299}$  entschieden näher kommt. Die abgeplattete Kugel ist natürlich nur als theoretische Gestalt der Erde anzusehen, durch einzelne örtliche Erhebungen und Vertiefungen nicht beeinträchtigt. So wenig aber ein, wenn auch bedeutender Berg gegenüber der ganzen Erdmasse in Betracht kommt, ein in der Nähe desselben aufgehängtes Pendel wird seine Einwirkung als anziehender Körper allerdings empfinden, und auch darauf hat Newton aufmerksam gemacht. Endlich wollen wir noch der Erscheinung von Ebbe und Fluth gedenken, welche zwar Kepler bereits als Wirkung der Anziehung des Mondes erkannte, für welche aber erst Newton die richtige Erklärungsweise einsah, welche auch für das Steigen des Meeres zur Fluthzeit an der vom Monde abgewandten Seite der Erde Rechenschaft gab, nicht etwa dadurch, daß dort der Mond die flüssigen Theile abstieße, sondern dadurch, daß er den ihm näheren festen Erdkern näher an sich heranzuziehen vermag.

So bewundernd wie wir, stand die Mitwelt Newton's Principien nicht in ihrer Allgemeinheit gegenüber. Schwierigkeiten bedrohten ihr Erscheinen, Zweifel begrüßten das der Oeffentlichkeit übergebene Werk.

Wir haben gesehen, daß Hooke, Halley, Wren auf der Spur waren, das Anziehungsgesetz zu finden, daß Hooke es sogar unbewiesen ausgesprochen hat. Hooke nahm daher Anlaß, noch vor dem Drucke der Principien, als Newton erst die Hauptsätze der königlichen Societät mitgetheilt hatte, seine Rechte im Schooße eben dieser Gesellschaft zu wahren. Halley, der die Druckgebung zu überwachen hatte, theilte Newton Hooke's Ansprüche mit; derselbe erwartete, daß Newton in einer Vorrede, welche er vielleicht Veranlassung finden werde voranzuschicken, seiner gedenke. Damit wäre vielleicht die Sache in Ordnung gewesen, wenn nicht ein anderer Freund in einem Briefe den Verlauf so geschildert hätte, als habe Hooke behauptet, daß Newton Alles von ihm hätte, und als habe er dem entsprechend Gerechtigkeit verlangt. Newton, empfindlich gegen Angriffe, wie wir ihn kennen, mit Hooke schon in eine optische Fehde verwickelt, hielt sich an die letztere Darstellung und antwortete Halley mit der Gegenanklage, Hooke werde wohl umgekehrt an ihm sich eines geistigen Diebstahls schuldig gemacht haben. Er habe im Januar 1673 durch Vermittlung von Oldenburg einen Brief an Huygens geschickt, in welchem seine Ansichten dem Kerne nach enthalten gewesen seien; Oldenburg habe von solchen Briefen immer nur Abschriften befördert, die Originalien behalten; Oldenburg's Papiere seien aber in Hooke's Hände gekommen, dieser habe Newton's Handschrift gekannt, werde neugierig in jenen Brief hineingesehen und daraus den Gedanken entnommen haben, die Kräfte, die aus der kreisförmigen Bewegung der Planeten hervorgehen, zu vergleichen. Das war nach jeder Richtung hin ungerecht von Newton, und sogar Halley, sein Bewunderer in allen Dingen, konnte nicht umhin, zu erwidern, Hooke's Art, auf die Entdeckung Anspruch zu erheben, müsse ihm in schwärzeren Farben, als der Wirklichkeit entspräche, dargestellt worden sein. Newton gab nun von seiner Seite nach, und so entstand eine kleine Anmerkung im ersten Buche der Principien: „der Fall des Zusatzes 6 findet bei der Bewegung der Himmelskörper statt, wie Wren, Hooke und Halley ursprünglich gefunden haben\*“). Diese Entwicklung scheint uns eine sehr lehrreiche für die Kenntniß von Newton's Charakter. Sie zeigt uns denselben, wie wir ihn vorher schilderten: auf's Aeußerste empfindlich gegen jeden Angriff, geneigt, mit selbst übertriebenen Beschuldigungen sich der Last der Abwehr zu entledigen; sie zeigt ihn uns aber auch versöhnlich, wenn von unbetheiligter Seite zur rechten Zeit das rechte Wort gesprochen wurde. Wir werden noch sehen, wie Hezerei und politischer Haß die entgegengesetzte Wirkung auf ihn ausübten.

Auch von Zweifeln, welche sich erhoben, haben wir andeutungsweise gesprochen. Als die Principien erschienen, ging es ihnen, wie nicht leicht jemals einem Werke ähnlicher Art. Oft schon haben streng wissenschaftliche Bücher die Bewunderung des Sachmannes erlangt, während die große Menge von dem

\*) Sir Isaac Newton's Mathematische Principien der Naturlehre, deutsch von S. M. Wolfers. Berlin. 1872. S. 60.

Vorhandensein jener Bücher kaum Kenntniß hatte. Hier haben wir das umgekehrte Beispiel. Die Engländer, zumeist die Laien, begeisterten sich förmlich für das Werk, welches sie nicht verstanden. Der Philosoph Locke z. B. überschlug beim Lesen sämtliche Beweise, nahm die Sätze als vollgiltige, unbezweifelbare Wahrheit und ward so überzeugter Anhänger der Newton'schen Lehre. Aber zwei Männer gab es auf dem Festlande, welche durch ihren mathematischen Geist vorzugsweise befähigt und verpflichtet waren, die Principien zu studiren: Huygens und Leibniß, und diese Beiden verhielten sich ablehnend. Huygens konnte mit dem Gedanken allgemeiner gegenseitiger Anziehung sich so wenig befreunden, daß er ihn absurd nannte. Er begreife nicht, sagte er in einem Briefe an Leibniß, der wohlverstanden geschrieben ist, nachdem Huygens die Principien gelesen hatte, er begreife nicht, wie Newton sich habe entschließen können, so schwierige und umfassende Rechnungen auf Grundlage einer solchen widersinnigen Voraussetzung zu machen. Mit Leibniß lag die Sache etwas anders. Dieser große Denker, dem man nicht leicht das Prädicat eines einzelnen Faches beilegen kann, weil er zu viele Fächer bearbeitete, ein Rechtsgelehrter, ein Geschichtsschreiber, ein Philosoph, ein Mathematiker, wie es nur wenige gegeben hat, war seit dem Herbst 1687 bis zum Sommer 1690 von Hannover, wo er Bibliotheksvorstand des Herzogs war, abwesend. Er machte eine Reise durch Italien, von Archiv zu Archiv, um Notizen zu sammeln, welche auf die alten Markgrafen von Este bezüglich waren, und deren er bei Abfassung einer Geschichte des Hauses Braunschweig bedurfte. Daß er auf dieser Reise ein Buch wie die Principien zu lesen keine Gelegenheit hatte, kann doch wohl nur Den in Verwunderung setzen, der von der ganzen Reise Nichts weiß. Nur durch einen, allerdings vortrefflich gemachten Auszug kannte Leibniß das merkwürdige Werk. In Leipzig erschien seit 1682 eine wissenschaftliche Zeitschrift in lateinischer Sprache, die *Acta Eruditorum*. Die Herausgeber, Pfauß und Mende, waren 1680 in England und Holland gewesen, um im persönlichen Verkehr Mitarbeiter zu werben. Vielleicht war dadurch Newton auf die Zeitschrift aufmerksam geworden und hatte von seinem Werke ein Exemplar an die Herausgeber geschickt, um eine Besprechung zu veranlassen. Eine solche kam denn auch Juni 1688 und zwar, wie eine Randnote in Dinte auf dem der Heidelberger Universitätsbibliothek angehörigen Bande der Zeitschrift angiebt, aus der Feder von Pfauß. Pfauß war aber nicht der Mann dazu, eine derartige Anzeige zu verfertigen. Man kann nur an eine Selbstanzeige von Newton denken. Selbstanzeigen, welche in den *Acta Eruditorum* keineswegs zu den Seltenheiten gehören, werden zwar sonst der Regel nach als solche ausdrücklich bezeichnet, aber es paßt ganz zu dem Bilde, welches wir uns von Newton entworfen haben, daß er ein derartiges Hervortreten meiden wollte, und Pfauß mag es nicht verweigert haben, als Verfasser eines vortrefflich geschriebenen Aufsatzes zu gelten. \*) Auch Leibniß

\*) Diese Ansicht haben wir schon in der Historischen Zeitschrift Bd. X S. 136—137 begründet.

war Mitarbeiter der Acta, und sie wurden ihm auf seiner Reise nachgeschickt. Aus jenem Berichte vom Juni 1688 lernte er also die Principien kennen, und gegen ihn war der Hauptsache nach ein Aufsatz von Leibniz über die Ursache der Bewegungen der Himmelskörper gerichtet, der wohl ziemlich rasch geschrieben worden sein muß, da er schon im Februarhefte 1689 zum Abdrucke kam. Leibniz leitete in diesem Aufsätze ohne Annahme allgemeiner gegenseitiger Anziehung aus allerlei kühnen Vermuthungen, welche wir der Vergessenheit, der sie anheimgefallen sind, ruhig überlassen können, das Gesetz von den im umgekehrten Quadrate der Entfernung wirkenden Bewegungskräften ab und bemerkt dazu: „Ich sehe, daß auch Newton diesen Satz kennt, wenigstens entnehme ich es einem Referate dieser Zeitschrift; allein wie er dazu gekommen, kann ich nicht beurtheilen“. Erst als Leibniz wieder in Hannover war, also seit dem Sommer 1690, studirte er die Principien selbst, und nun trat ein, was bei einem so glänzenden Mathematiker, wie Leibniz es war, eintreten mußte: der Widerspruch gegen die Grundlage der Newton'schen Untersuchungen trat zurück gegen die Bewunderung der Untersuchungen an sich; die Meinung, welche Leibniz von Newton hegte, wuchs wieder zu der Höhe, auf welche sie schon 1676 gelangte, zu einer Zeit, als nur Newton, der Entdecker so mancher merkwürdigen mathematischen Wahrheit, ihm bekannt war.

Wir haben uns mit diesen Worten den Uebergang zur Darstellung der Entdeckungen Newtons auf dem mathematischen Gebiet gebahnt, eine Darstellung, für welche wir freilich, den Neigungen und Bedürfnissen unseres Leserkreises entsprechend, auf fast mehr als lakonische Kürze uns hingewiesen fühlen. Wir haben am Anfange unserer Würdigung von Newtons Arbeiten schon gesagt, daß die reinmathematischen die ältesten seien, daß sie unzweifelhaft bis vor das Jahr 1666 zurückgehen. Die früheste Niederschrift einer Abhandlung, welche Newton auch für die Augen Anderer bestimmte, kam 1669 durch Barrow, dem seine persönlichen Beziehungen das erste Anrecht darauf sicherten, Newtons wissenschaftlicher Vertrauter zu sein, in die Hände von John Collins, dem Schriftführer der königlichen Societät von Oldenburg. Andere Abhandlungen folgten nach, blieben aber Jahrzehnte lang in dem Pulte des Verfassers verschlossen. Manche große Entdeckung ist Newton, dem Mathematiker, in selbständiger Weise gelungen, manche Erweiterung und Verbesserung hat er solchen Capiteln verschafft, die schon früher von anderen Gelehrten bearbeitet worden waren; man kann es auffallend finden, daß von den letzteren Verdiensten häufiger als von den ersteren die Rede ist. Daß Newton schon vor 1669 seine Methode erfand, Zahlengleichungen beliebig hohen Grades durch ein Näherungsverfahren aufzulösen, daß in eben jener ältesten Abhandlung der Charakter unendlicher Reihen zur Ausrechnung tauglich oder untauglich zu sein, unterschieden werde, daß dort der binomische Lehrsatz für gebrochene, wie für ganze Exponenten sich finde, ist kaum den Mathematikern von Fach bekannt. Auch was Newton in einer Abhandlung späteren Datums für die Lehre von den Curven dritten Grades geleistet, so bahnbrechend es war, wird es kaum je außer in Schriften,

welche mit dem gleichen Gegenstande sich beschäftigen, erwähnt. Dagegen pflegen die Biographen Newtons das Hauptgewicht auf die Erfindung der Fluxionsrechnung, auf deren Vergleichung mit Leibnizens Differential- und Integralrechnung, auf den leidigen Prioritätsstreit, welcher zwischen den beiden Erfindern sich entspann, zu legen. Wir werden aus mannigfachen Gründen dieser Gewohnheit nicht folgen. Nicht sowohl, daß wir an und für sich die Furcht hegten, den Sinn jener Wörter dem Laien nicht klar machen zu können, nur bedürften wir dazu mehr Raumaufwand als das Ebenmaß unserer Darstellung unter allen Umständen gestatten würde. Ferner halten wir in der That, was beide Männer hier leisteten, nicht für so großartig, wie das meiste Andere, was man ihnen verdankt. Wir haben uns an einem anderen Orte\*) einmal zur besseren Einsicht in unsere Meinung des Bildes bedient, welches die Erfindung der Eisenbahnen an die Hand giebt. Der Dampf als bewegende Kraft war bekannt, auch Wagenräder waren schon durch denselben in Drehung versetzt worden, auch daß man in Schienen einen schwerbeladenen Wagen mit geringerer Anstrengung, als ohne dieselben fortzuschieben vermöge, war keineswegs neu, und doch übte die Erfindung der eigentlichen auf einem Geleise fahrenden Locomotive einen nicht hoch genug zu schätzenden Einfluß auf den ganzen Reiseverkehr. Wird man deshalb Denjenigen, der die erste Locomotive baute, unter die ausnahmsweise gottbegnadeten Denker zählen, deren das Jahrhundert nur Einen oder höchstens einige Wenige erzeugt? Wird man nicht richtiger sagen, es war eine längst vorbereitete Erfindung, deren Bervollständigung keineswegs so ungewöhnliche Befähigung erforderte, daß sie nicht sehr wohl an verschiedenen Orten verschiedenen Männern gleichzeitig und unabhängig von einander gelingen konnte? Genau ebenso verhielt es sich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts mit dem Capitel der Mathematik, welches man in allgemeinsten Benennung als das der Infinitesimalrechnung bezeichnet. Kepler in Oettschland, Cavalieri in Italien, Fermat in Frankreich, Neper in England, Hudde in den Niederlanden, um nur einen Namen jeder Nationalität zu nennen, hatten die zur Geltung kommenden Gedanken längst ausgesprochen. Es galt nur, sie zu verallgemeinern, es galt namentlich eine Bezeichnungsweise zu erfinden, welche entsprechend wäre und dadurch selbst fruchtbar sich erwiese. - Dazu wären gewiß auch Männer im Stande gewesen, welche Newton so wenig als Leibniz vergleichbar zu sein brauchten. Um so weniger kann man die Selbständigkeit gerade dieser Männer anzweifeln. Jeder von Beiden ist von einem ganz verschiedenen Ausgangspunkte an die Sache herantreten; jeder von ihnen hat die Arbeiten des Nebenbuhlers erst kennen gelernt, als er selbst schon weit genug vorgeschritten war, um einen wissenschaftlichen Diebstahl an Dingen, die dem eigenen Besitze so sehr gleichen, nicht begehen zu können, sondern höchstens Anregung zu kleinen Verbesserungen zu finden. Der Zeit nach hat aber allerdings Newton früher die Fluxionsrechnung besessen als Leibniz die Differential- und Integral-

\*) Historische Zeitschrift X, 114.

rechnung. Der gegenseitigen Einwirkung nach hat Leibniz aus Newtons Abhandlung von 1669, welche er keinesfalls vor November 1675 in Händen hatte — eine Zeitbestimmung, welche auf der Anwendung des Integralzeichens in dem von Leibniz angefertigten Auszuge aus jener Abhandlung beruht — Einiges gelernt, was nicht der Methode, sondern ihrer philosophischen Begründung zu gut kam. Der Brauchbarkeit nach steht endlich Leibnizens Bezeichnungssystem und dessen Anwendung so unzweifelhaft über Newtons Schreib- und Rechnungsweise, daß sogar die Engländer seit dem Anfange unseres Jahrhunderts die Letzteren für die Ersteren im Stich gelassen haben. Zu dieser Klärung des Urtheils ist es allerdings nur sehr allmählich gekommen\*), nachdem durch Verhehung und Zuträgereien etwa seit 1695 ein erbitterter Streit über das Erfinderrecht entbrannte und von beiden Seiten, namentlich aber von der Newtons in häßlicher Weise geführt wurde. Newton wußte nämlich, wie es seinem Wesen entsprach, bei diesem Streite fortwährend hinter den Coulissen zu bleiben. Er schob nur immer andere Persönlichkeiten auf die Bühne, denen er sich begnügte, die Rollen einzusagen. Insbesondere hat aus dem handschriftlichen Nachlasse Newtons nachgewiesen werden können, daß zwei der gehässigsten Actenstücke, welche 1725, volle neun Jahre nach Leibnizens Tode, im Drucke erschienen und dem Verstorbenen den Vorwurf wissenschaftlichen Diebstahls unerbblümt machten, von Newton selbst aufgesetzt, von Anderen nur unterschrieben waren\*\*). Wir wünschen nicht den ganzen schmutzigen Handel durchzusprechen. Wir wenden uns nur zu zwei Aeußerungen aus dem Jahre 1713, welche ein gewisses Licht auf die Verhältnisse werfen und uns zeigen, daß nicht bloß Verhehungen, wie wir schon sagten, das Ihrige gethan haben, sondern daß hier noch ganz andere Dinge spielten, an welche man am wenigsten denken sollte.

Johann Bernoulli, ein warmer Anhänger von Leibniz, schrieb diesem am 7. Juni 1713: „Sie theilen das Loos Ihres Fürsten, welchen unbillig denkende Engländer in gleicher Weise von der Thronfolge ausschließen möchten, wie Sie selbst von dem Besitze der Differentialrechnung?“ Darauf antwortete Leibniz am 19. August, es sei in der That so. Ein befreundeter Engländer habe ihm geschrieben, in diesem Falle seien nicht etwa Mathematiker und Mitglieder der königlichen Societät gegen ein anderes Mitglied aufgetreten, sondern Tories gegen Whigs. Wir müssen hier auf Newtons Lebenslauf zurückgreifen, dessen Schilderung wir ohnedies kurz abgebrochen haben, da seine wissenschaftliche Thätigkeit uns die Pflicht auferlegte, bei ihr am längsten zu verweilen. Wir müssen sehen, ob Newton als Mann des öffentlichen Lebens in der That eine Parteilstellung einnahm, welche Leibnizens Wort begründet erscheinen läßt.

\*) Vergl. unseren Aufsatz: „War Leibniz ein Plagiator?“ in der Historischen Zeitschrift X, 97—159.

\*\*) *Commercium epistolicum etc. réimprimé et publié par J. B. Biot et F. Lefort.* Paris. 1856. pag. X.

## III.

Das erste Erscheinen Newtons in einer politisch-religiösen Streitfrage ist aus dem Frühjahr 1687 bekannt, demselben Jahre, in dessen Sommermonaten die mathematischen Principien die Presse verließen. Vieles hatte in England sich geändert, seit Jacob II. im Februar 1685 seinem Bruder Karl II. auf dem Thron gefolgt war. Jacob II. bekannte sich zum Katholicismus, während der allen Staatsdienern auferlegte Eid die Katholiken ausschloß; das war ein Widerspruch. Er stand als König von England verfassungsmäßig an der Spitze der englischen Episkopalkirche, der er selbst gar nicht angehörte; das war ein zweiter Widerspruch. Man war nicht blindlings in diese Lage gerathen. Viele hatten von vornherein das Erbfolgerecht Jacobs eben um dieser Gründe willen angefochten; die Mehrheit ging von der Ansicht aus, es komme vor allen Dingen darauf an, die Sicherheit in der Thronfolge wieder hergestellt zu sehen; das Zwischenspiel von der Enthauptung Karls I. bis zur Wiederkehr seines Sohnes war noch in allzu blutiger Erinnerung. Damit ist gesagt, wer die zahlreiche Partei König Jacobs II. bei seiner Thronbesteigung bildete. Es waren die conservativen Elemente, welche wir fortwährend mit dem englischen Parteinamen der Tories bezeichnen wollen, conservativ im Staate, conservativ zugleich in der Kirche; es waren daneben die offenen und heimlichen Katholiken, welche auf ihren Glaubensgenossen Hoffnung setzten; es waren endlich die Nonconformisten, so weit sie nicht republikanischen Gesinnungen huldigten, d. h. diejenigen Protestanten, welche der bischöflichen Kirche nicht angehörten und, gleich den Katholiken in ihren Rechten geschmälerkt, von jeder Aenderung nur Gutes zu erwarten hatten. Allmählich aber verzehrte sich diese Mehrheit. Nach englischem Rechte konnte der König von der Befolgung einzelner Verordnungen Dispens ertheilen. Er übte dieses Dispensationsrecht zu Gunsten katholischer Unterthanen, welchen er den Diensteid erließ, und das oberste Gericht, dessen Persönlichkeiten einer zweckentsprechenden Aenderung unterworfen worden waren, erkannte das Recht des Königs an. Von diesem Augenblick an zögerte der König nicht mehr, weiter und weiter in seinen Dispensertheilungen zu gehen, von diesem Augenblicke an gingen aber auch die Tories mehr und mehr in die Opposition über. Eine Dispenshandlung namentlich war von lärmendem Widerhülle. Jacob II. befahl im Februar 1687 der Universität Cambridge, einem Benedictinermönche die Magisterwürde zu verleihen. Wahr ist es, daß die gleiche Universität vorher dem maroccanischen Gesandtschaftssecretäre von freien Stücken den Ehrentitel Magister bewilligt hatte, aber da war doch ein doppelter Unterschied. Es war der Gegensatz freiwilliger Entschliebung gegenüber einer Einmischung, die an sich den Universitätsprivilegien Abbruch that; es gewährte aber auch der Ehrentitel keine weiteren Rechte, während jetzt ein Katholik thatsächlicher Magister zu werden verlangte. Gab man einmal nach, so konnte auf der gegebenen Grundlage schließlich eine römisch-katholische Mehrheit in der Universitätsbehörde selbst erzielt werden. Das königliche Begehren

wurde abgewiesen. Jacob II. war schon verschiedentlich auf Unbotmäßigkeit bei hochgestellten Kirchendienern gestoßen und hatte zur Ahndung solcher Vergehen eine sogenannte geistliche Commission eingesetzt. Vor diese wurde der Vicekanzler der Universität Cambridge geladen und seines Amtes entsetzt. Neun Abgeordnete waren erwählt worden, den Angeklagten, dessen Gefinnungen sie theilten, vor der Commission zu vertheidigen. Unter ihnen befand sich Newton; das Wort hat er nicht ergriffen. Der Widerstand gegen Jacob wuchs. Die Mehrheit des Parlamentes, die Bischöfe, ein großer, wenn auch vermuthlich nicht der größte Theil des Volkes, erklärten sich gegen ihn; das Heer selbst war nicht mehr zuverlässig. Jacob dachte daran, ein neues gefügigeres Parlament wählen zu lassen, indem er allen seither vom Wahlrecht und von der Wählbarkeit Ausgeschlossenen diese Rechte zuertheilte. Damit war dem Fasse der Boden ausgeschlagen, Wilhelm von Oranien, der Schwiegersohn des Königs, als Protestant wie als Gegner der franzosenfreundlichen Politik der Stuarts gleich beliebt, wurde nach England berufen und folgte dem Rufe im November 1688. Die Königin mit ihrem noch zarten Knaben floh zu Anfang December nach Frankreich; wenige Tage später folgte der König selbst. „Die Zeit drängt mich, ich kann nicht mehr“, waren die Schlußworte der Proclamation, mit der er von seinen Unterthanen Abschied nahm. Wilhelm war nun in London eingezogen, aber in welcher Eigenschaft, mit welchen gesetzlichen Befugnissen? Streng genommen mit keiner, nicht einmal mit der, ein Parlament zu berufen, und England war damals wie heute das Land des vorzugsweisen Buchstabenrechtes, auch in den ungewöhnlichsten Staatsverhältnissen nach einer Regel suchend, und bestehn sie nur in einem einmaligen Vorkommnisse. So erinnerte man sich jetzt, daß der Begriff der Convention vorhanden war, d. h. einer ohne königliche Einberufung zusammentretenden parlamentarischen Versammlung. Eine solche hatte die Restauration Karls II. eingeleitet, eine solche sollte jetzt dessen Bruder endgiltig beseitigen, einen anderen Fürsten an dessen Stelle setzen. Die Convention bildete sich zunächst aus den Lords, welche erblich den Parlamenten angehörten, und zu ihnen traten die Männer, welche zu Karls II. Zeiten als Parlamentsmitglieder gewählt worden waren, zu ihnen einige neu ernannte Vertreter von Körperschaften. Die Universität Cambridge schickte als einen ihrer Abgeordneten Newton. Er gehörte der Convention ein volles Jahr bis zu ihrer Auflösung im Februar 1690 an. Das Wort hat er auch hier nie ergriffen. Ueber seine Abstimmungen wissen wir nichts, nur daß er bei der Neuwahl am 21. Februar 1690 selbst für die Ernennung von Sir Robert Sawyer wirkte, einen eingefleischten Tory und nahen Freund der Bischöfe, welche in seinem Hause die Erklärung abgegeben hatten, daß dem Parlamente das Recht nicht zustehe, der Geistlichkeit einen Eid vorzuschreiben, läßt an seiner Parteistellung nicht zweifeln. Durch Conventionsbeschluß war bekanntlich Wilhelm III. zum Könige von England ernannt worden, aber unter Bedingungen, welche seine Macht auf ein Geringstes einschränkten und dafür

die des Parlamentes fester als je begründeten. Freilich war dazu ein Erforderniß unentbehrlich, daß das Parlament unter sich einig sei und nicht bei fast gleich starken Parteien herüber und hinüber schwanke. Ein solches Schwanken trat Ende 1694 ein, als die Königin Maria starb und Wilhelm die bisher Beiden gemeinsame Königswürde allein übernahm. Für die Tories war doch eigentlich Maria, die Tochter Jacobs II., die Entschuldigung gewesen, mit der sie ihrem Gewissen schmeichelten, dafür daß sie es über sich vermocht hatten, den rechtmäßigen König seines Thrones verlustig zu erklären. Marias Tod trieb sie in die Opposition. Sie setzten dieselbe an einem in der That wunden Punkte in's Werk, sie brachten die Münzfrage zur Sprache. Königin Elisabeth hatte eine Doppelwährung eingeführt, unter deren Geltung etwa für fünf und eine halbe Million Pfund Sterling Silbergeld geprägt wurde. Dieses Silbergeld war aber inzwischen zur Unkenntlichkeit abgefeilt und beschnitten worden. Das Gewicht einzelner Stücke betrug gerade noch die Hälfte dessen, was es betragen sollte. Der Gesamtverlust wurde auf 1,200,000 Pfund veranschlagt. Wer noch unbeschnittene Münzen besaß, hielt sie versteckt; die Guinee mußte, trotzdem das Silbergeld gesetzliches Zahlungsmittel war, mit 30 Schilling bezahlt werden; die Bank von Amsterdam nahm überhaupt englisches Silbergeld nicht mehr an. Der Zustand war ein unleidlicher geworden, und die Thronrede, mit welcher Ende 1695 das neugewählte, in seiner Mehrheit whigistisch gefärbte Parlament eröffnet wurde, gab die Angelegenheit der Erwägung der beiden Häuser anheim. Das Oberhaus in seiner Mehrheit forderte, es solle von einem in Gemeinschaft mit dem Unterhause zu bestimmenden Tage an keine beschnittene Münze mehr in Zahlung angenommen werden. Das hieß den Verlust auf die einzelnen Besitzer von Silbermünzen werfen, und in höherem Maße auf Diejenigen, welche nur Silber besaßen, als auf die, welche neben dem Silber Gold zur Verfügung hatten. Die Aufregung in London wuchs zu einem Grade, daß, als am 6. December das Unterhaus sich auf den folgenden Morgen vertagen wollte, ohne einen Beschluß gefaßt zu haben, ein Mitglied ausrief: „Wir laufen Gefahr, daß die Menge sich an uns vergreift, wenn wir auseinandergehen, ohne in dieser Sache eine Entscheidung gegeben zu haben\*“). Man blieb zusammen und beschloß, was die königliche Thronrede als erwünscht angedeutet hatte, daß der Staat den Verlust tragen sollte, daß die öffentlichen Kassen die beschnittenen Münzen gegen vollwertige nach altem Schrot und Korn neu ausgeprägte Stücke umzutauschen hätten. Kanzler der Schatzkammer war seit 1694 Karl Montague, später Lord Halifax genannt. Er war ein Führer der Whigs, aber er war in Cambridge erzogen, wo er am 8. November 1679 in das Trinity-College eintrat\*\*), er kannte Newton, dessen Schüler er war, von dieser Zeit und

\*) Hantke, Englische Geschichte VI, 315.

\*\*) Edleston, Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes. London 1850. pag. XXVIII.

kam auf den glücklichen Gedanken, diesem die unter den gegebenen Verhältnissen keineswegs untergeordnete Stellung eines Aufsehers der Münze anzubieten. „Dieses Amt“, so schreibt Montague am 19. März 1696, „ist für Sie sehr geeignet; es ist das Hauptamt bei der Münze, trägt fünf- oder sechshundert Pfund jährlich ein und hat nicht zu viel Geschäfte, um mehr Zeit-Aufwand, als Sie erübrigen können, zu erfordern“. Die letzten Worte müssen wir nicht eben buchstäblich nehmen; sie hatten wohl zumeist die Absicht, Newton zur Annahme zu bestimmen. Thatsächlich ist es, daß Newton von dieser Zeit an für die Wissenschaft nichts mehr geleistet hat, so daß wir um dieser willen die Anstellung beklagen müssen, so gut Newton persönlich sich dabei stand, insbesondere als er 1699 zum Münzmeister befördert wurde, ein Amt, welches 12 — 1500 Pfund jährlich eintrug. Montague stand übrigens, wie man behauptet hat, zu Newton in verwandtschaftlichem Verhältnisse. Er soll mit Katharina Barton, Newtons Nichte, in geheim vermählt gewesen sein. Sicher ist es, daß er 1715 bei seinem Tode eben dieser damals 35 Jahre alten schönen und muntern Dame den größten Theil seines Vermögens hinterließ. Sie zog alsdann mit ihrem Onkel zusammen, den sie erst wieder verließ, als sie John Conduit heirathete.

Als Newton 1696 in die Münzverwaltung eintrat, stand die Sache so, daß die Verwirrung statt abzunehmen nur gesteigert war. Das Verfälschen der Münzen durch Abfeilen dauerte fort. Die frisch geprägten Stücke verschwanden. Das festgesetzte Verhältniß zwischen Gold und Silber konnte nicht aufrecht erhalten werden. Eine Maßregel, in welcher wir vielleicht Newton's Erstlingsarbeit auf dem neuen Felde zu erkennen haben, half den Nebelständen ab. Man bestimmte im Spätherbste 1696, daß nunmehr das Gewicht der Münze für ihren Preis maßgebend sein sollte; wer aber alte beschnittene Stücke der Schatzkammer einliefere, solle 10% mehr dafür erhalten als im gewöhnlichen Verkehre. Jetzt floß das Silber mit kaum geahuter Geschwindigkeit nach der Sammelstelle, und jetzt erst konnte das Geschäft der Umprägung mit so viel Nachdruck vorgenommen werden, daß der Verkehr befriedigt wurde. Kein Wunder, wenn zugleich gegen Münzfälscher die härtesten Strafen verhängt wurden, und wir möchten, namentlich unter Berücksichtigung von Zeit und Ort, keinen Stein auf Newton dafür werfen, daß er, wie aus einem erhaltenen Briefe hervorgeht, noch 1726 die Anwendung der Todesstrafe gegen einen überwiesenen Münzfälscher verlangte.

Newton's Stellung an der Münze hielt ihn weder davon ab, mehrere Jahre weiter die Cambridger Professur dem Namen nach zu verwälten, noch, als er 1701 die Professur niederlegte, für jene Universität als Abgeordneter zu candidiren. Er gehörte dem Parlamente an, welches am 30. December 1701 zusammentrat, während dessen Sitzungsdauer Wilhelm III. am 8. März 1702 starb.

Seine Nachfolgerin war bekanntlich Königin Anna, die Schwester seiner ihm vorangegangenen Gattin Maria. Das Parlament von 1701 hatte für

die Thronfolge Sorge getragen, hatte weislich sogar schon an den kinderlosen Tod von Königin Anna vorgedacht und für diesen Fall das Haus Hannover als erbberichtig anerkannt. Man weiß, daß Elisabeth, eine englische Prinzessin, Friedrich von der Pfalz geheirathet hat, daß das Elisabethenthor in dem Heidelberger Schloßgarten an diese Ehe erinnert. Das zwölfte und letzte Kind derselben, Sophie, war seit 1658 die Gemahlin von Ernst August, dem nachmaligen Kurfürsten von Lüneburg. Kräftige Söhne und Enkel ließen die Erbfolge dieses Familienzweiges gesicherter erscheinen, als es seit mehreren Regierungen der Fall gewesen war, und diese Hoffnung leitete insbesondere die Tories, die erwähnte Bestimmung zu treffen. Zunächst aber gewann grade diese Partei an Königin Anna eine Fürstin, welche ihnen auf's beste gewogen war, und welche als erste Regierungshandlung das Ministerium im toristischen Sinn zu reinigen begann. Montague, Newtons Freund, war unter den Ausgeschiedenen. Newton, dessen Gesinnungen sich nie verändert hatten, dessen Stellung aber keine solche war, die ihn genöthigt hätte, als Parteimann aufzutreten, blieb jetzt eine Zeit lang dem Parlamente fern, in welchem ohnedies seine Gesinnungsgenossen überwogen. Am 30. November 1703 traf ihn die Wahl zum Vorsitzenden der königlichen Societät, eine Wahl, welche sich, so lange er noch lebte, alljährlich wiederholte und ihm mancherlei neue Arbeit auferlegte. Im April 1705 wurde er von Königin Anna in den Ritterstand erhoben, und Sir Isaac Newton ist von nun an sein Name. Einen Monat später unterlag er bei der Parlamentswahl in Cambridge, wiewohl er persönlich hingereist war, seine Candidatur aufzustellen. Es war eine Wahl von scharf ausgesprochenem Charakter\*). Königin Anna, haben wir gesehen, war den Tories geneigt; ihr Ministerium bestand aus solchen, wenigstens galt Marlborough, der an der Spitze stand, damals gleich den Uebrigen als Tory; im Unterhause hatten die Tories die unbestrittene Mehrheit. So schien ein Zerwürfniß unmöglich. Die kirchlichen Ultras im Unterhause brachten dasselbe zu Stande. Die Fernhaltung aller der bischöflichen Kirche nicht angehörigen Persönlichkeiten von öffentlichen Stellen beruhte noch immer auf dem Zwang, die Formen eben dieser Kirche auszuführen, ein Zwang, der sich darin äußerte, daß der Anzustellende das Abendmahl nach anglikanischem Ritus zu nehmen hatte. Katholiken konnten sich dazu allerdings niemals verstehen, aber die protestantischen Nonconformisten konnten sehr wohl das kleine Opfer bringen, ihre Abendmahlformen nach denen der herrschenden Kirche umzumodeln, während sie sonst auf ihrem Sectenwesen beharrten, und sie thaten es, so dem Wortlaute des Gesetzes gehorchend. Gelegentliche Conformität nannten Solches die äußersten Tories und beschloffen einen Sturm auf dagegen: wer nicht ganz und gar der Kirche, d. h. eben der bischöflichen Kirche, angehöre, sei von den öffentlichen Aemtern auszuschließen. Der Erfolg dieses Gesetzes, wenn es durchging, mußte nicht bloß bei der Besetzung jener Stellen selbst, er mußte auch für die Zusammensetzung des

\*) Vergl. Edleston, Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes, pag. LXXIV mit Ranté, Englische Geschichte VII, 11—13 und 23.

Parlamentes den Ausschlag geben. Nur in Städten, wo nonconformistische Magistrate vorhanden waren, pflegten Whigs gewählt zu werden. Beseitigte man jene städtischen Verwaltungen, so konnte man hoffen, ein rein toristisches Parlament zu erhalten. In diesem aber wären muthmaßlich die Weitgehendsten die Führer gewesen, und die Minister mußten befürchten, von rechtsstehenden Gesinnungsgegnern verdrängt zu werden. So hängen vielfach verkettet im Staatsleben die Dinge zusammen, und so kam es, daß, wiewohl jener Vorschlag in zwei aufeinanderfolgenden Jahren vom Unterhause angenommen wurde, er beide Male an dem von der Regierung unterstützten Widerstande des Oberhauses scheiterte. Marlborough wurde den Hochtories mehr und mehr verhaßt, sein Sturz war beschlossene Sache. Die Schlacht bei Höchstädt am 13. August 1704, in welcher Marlborough vereint mit Prinz Eugen die Franzosen auf's Haupt schlug, vernichtete auch die Pläne seiner politischen Gegner. Der siegreiche Held war der Liebling der Nation geworden, und der allgemeine Zug riß die gemäßigteren Tories neben den Whigs in sein Geleite. Unter diesen Verhältnissen vollzogen sich die Wahlen vom April 1705. Newton war der Candidat der äußersten Partei. Die Kirche sei in Gefahr, war das Stichwort derselben\*), und die Verhandlungen, welche bei der nun folgenden Parlamentssession im Oberhause stattfanden, haben klar gestellt, daß bei der Cambridger Wahl ein Studentenaufstand stattfand, daß man hundertstimmig schrie: Kein Fanatiker, nichts von gelegentlicher Conformität! So unterlag damals Sir Isaac Newton. Die parlamentarischen Wellen gaben sich in England noch immer nicht zur Ruhe, und wenn die Bewegung nachlassen zu wollen schien, gaben äußere Ereignisse ihr einen neuen Anstoß. So würden wir, wenn es unsere Aufgabe wäre, die Regierung der Königin Anna genau zu schildern, zwar nicht die Märchen zu erzählen haben, welche Scribe in seinem reizenden, nur keineswegs historischen Lustspiele „Ein Glas Wasser“ dem gläubigen Zuschauer aufzubinden sich gestattet hat, aber dennoch von überraschend schnellem Wechsel zwischen Tory- und Whig-Ministerien berichten müssen. Die Whigs waren in der auswärtigen Politik die entschiedenen Feinde Frankreichs, die Tories wollten den Frieden wieder hergestellt wissen, sei es auch, ohne daß Ludwig XIV. von allen den Plänen abstehe, welche den spanischen Erbfolgekrieg hervorgerufen hatten. So mußten die Umschläge, welche im Kriege oder in den Friedensunterhandlungen stattfanden, in der englischen Staatsverwaltung sich bemerkbar machen; so kam es auch, daß in einer Hauptfrage die Gesinnungen der beiden großen englischen Parteien plötzlich wechselten. Die Tories waren es, wie wir uns erinnern, welche unter Wilhelm III. die hannöverische Erbfolge durchgesetzt hatten; jetzt plötzlich klammerten die Whigs sich an die Hoffnung dieser Erbfolge\*\*). Hatte doch Churfürst Georg Ludwig von Hannover selbst an dem Kriege theilgenommen, als ihm durch Marlborough's Vermittlung 1707 ein Commando am Rhein übertragen wurde; hatte er sich doch so laut und bestimmt gegen die Friedens-

\*) The Tory election cry was „the Church in danger“. Edleston l. c.

\*\*\*) Ranke, englische Geschichte VII, 44.

bedingungen, welche von den Tories als annehmbar erklärt waren, ausgesprochen, daß er nicht zurückkonnte, selbst wenn er es gewollt hätte. Und die Whigs bedurften eines Anhaltes für die Zukunft, während die Gegenwart ihnen ent schlüpfte. Das Friedenbedürfniß des englischen Handels wie der Landbevölkerung hatte den Tories im Unterhause die Mehrheit wiedergegeben, ein Pairsschub von zwölf neuen Lords hatte auch im Oberhaus eine Mehrheit für den Frieden zu Stande gebracht, die Regierung war in den Händen von Tories, die Königin selbst athmete erleichtert auf, nicht mehr gezwungen Rathgebern zu folgen, welche ihr zuwider waren. Bei Ludwig XIV. konnten die Whigs sich bedanken, daß ihre Lage nicht noch gedrückt wurde. Der König von Frankreich, sich über die Sicherheit englischer Nachgiebigkeit vielleicht in übertriebenen Meinungen wiegend, zögerte mit der Schleifung von Dünkirchen, einer Friedensbedingung, über deren Unerläßlichkeit es keine Verschiedenheit der politischen Ansichten gab. Unter dem Eindrucke dieser Zögerung gewannen die Whigs bei den Wahlen des Jahres 1713 wieder Boden, wenn sie auch noch in der Minderheit blieben. Man hat gesagt, die Toryregierung habe damals daran gedacht, das hannöverische Erbfolgerecht wieder aufzuheben und auf den jüngeren Bruder der Königinnen Maria und Anna zurückzukommen, auf jenen Sohn Jacob's II., den seine Mutter, wie wir gesehen haben, mit sich nach Frankreich geflüchtet hatte, und der als Prätendent auf den Thron Englands schon den Namen Jacob III. führte. Ob die Regierung daran wirklich dachte, bleibe dahingestellt, genug, man hat es geglaubt und einen Gegenschachzug für nothwendig gehalten. Man forderte die wirkliche Einberufung des Churfürsten zum Parlament, in welchem ihm vormalig von den Tories, so lange sie hannöverisch gesinnt waren, der Sitz als Herzog von Cambridge zuertheilt worden war, aber ohne daß ihm jemals die nothwendige Aufforderung geworden wäre, an den Sitzungen theilzunehmen. Die Tories widersezten sich jetzt dem whigistischen Verlangen, und dieses ist der Zeitpunkt, in welchem jene beiden Briefe von Johann Bernoulli und Leibniz geschrieben sind, welche uns zu dieser eingehenderen Schilderung von Newton's Parteilieben an dem Leitfaden der englischen Staatsgeschichte den Anlaß boten.

Wir erkennen die Wahrheit der beiden erwähnten Aeußerungen in so fern, als hier wirklich zwei ausgesprochene politische Gegner einander gegenüber standen: Newton, der fanatische Tory, Leibniz, der Berather des Throncandidaten der Whigs, welcher ihm sogar in einem erhaltenen Briefe die Warnung zurief, man organisire, oder vielmehr man desorganisire in England die Armee für die Zwecke des Prätendenten\*). Freilich hatte der wissenschaftliche Streit als solcher mit Politik nichts zu thun, aber es war doch immerhin ein persönlich gefärbter Streit, und wer politisch erregte Zeiten selbst mit durchgelebt hat, weiß, wie geneigt man auf beiden Seiten zu sein pflegt in dem Benehmen eines Gegners, der politischer und persönlicher Widersacher zugleich ist, Alles gehässiger aufzunehmen, als es vielleicht ursprünglich gemeint war,

\*) Ranke, Englische Geschichte VII, 60.

und so oftmals eine kleine Schramme zur unheilbaren Wunde gemacht hat. Wir möchten uns beinahe darüber freuen, so einen Grund gefunden zu haben, welcher die Art, in der Newton und Leibniz, besonders Newton, in dem Verlauf des Prioritätsstreites um die Erfindung der Differentialrechnung sich benahmen, wenn nicht entschuldigt, doch erklärt.

Wir können über das spätere Leben Newtons, wie über den Verlauf der englischen Geschichte rasch hinweggehen. Im Sommer 1714 starb Königin Anna, und der Churfürst von Hannover folgte ihr als Georg I. auf dem Throne. Wie er die Tories zurückstieß, zogen manche derselben sich freiwillig zurück, verschmähend, unter einem Whigministerium zu dienen. Newton verblieb in seiner Stellung an der Münze. Es kann wohl sein, daß das persönliche Verhältniß zu Montague, dem jetzigen Minister, ihn hielt. Lebend in seinem Amte und in der königlichen Societät, sogar bei Hofe gern gesehen, wo die Prinzessin von Wales es liebte, seine Belehrungen entgegenzunehmen, verbrachte Newton ein sorgenloses Alter. Er starb am 20. März 1727.

Wir haben nicht alle wissenschaftlichen Leistungen Newtons erschöpfend geschildert. Mißlungene chronologische Versuche, mystische Erklärungen biblischer Stellen durften wir übergehen, ohne seinen Geistesruhm zu schmälern. Chemische und optische Arbeiten aus dem Jahre 1692 mußten wir übergehen, weil sie leider durch einen unglücklichen Zufall im Feuer vernichtet wurden, ein Mißgeschick, welches Newton so sehr angriff, daß er in eine, Monate dauernde, an Geisteskrankheit angrenzende Verwirrung gerieth. Auch eines Briefwechsels mit Flamsteed aus den Jahren 1694 und 1695 haben wir nicht gedacht, in welchem Spuren einer letzten großartigen Entdeckung aufgefunden worden sind, ein Lehrsatz über die sogenannte atmosphärische Refraction, d. h. über den Weg, den ein Lichtstrahl in unserer Atmosphäre zurücklegt, deren Dichtigkeit je nach der Temperatur und zugleich je nach dem Drucke der darüber lastenden Luftschicht eine sich stetig ändernde ist und also eine stetige Reihenfolge von Brechungen des Lichtstrahls hervorbringt. Die Erkennung der Zusammengehörigkeit des weißen Lichtes, die Gravitationslehre mit Allem, was darum und daran hängt, die mathematischen Erfindungen Newtons bilden für uns nach wie vor die drei Unterstützungspunkte, auf welchen sein Ruhm gesichert sich aufbaut. Mag sein Charakter nicht immer und nicht Jedermann gegenüber diejenige Milde und Liebenswürdigkeit besessen haben, welche Freunde und Verwandte ihm nachzurühmen mußten; mag er dem wahrheitsliebenden Biographen die Aufgabe in dem Sinne erschwert haben, daß man vor die Doppelwahl sich gestellt fühlt, seinem Helden Ungünstiges berichten oder Wesentliches verschweigen zu müssen, diese Doppelwahl hört auf, wo von seinen großen wissenschaftlichen Leistungen die Rede ist. Newton, der Mensch, vermag uns vermuthlich nicht allzu sehr zu erwärmen; Newton, der Gelehrte, erzwingt unsere volle Bewunderung. Ein Geist wie der seinige, der in die Geheimnisse der Welten einzudringen wußte, nähert sich mehr als ein Anderer der Vollkommenheit der Schöpfung selbst.