

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Geschichte der inductiven Wissenschaften, der Astronomie, Physik, Mechanik, Chemie, Geologie**

von der frühesten bis zu unserer Zeit

**Whewell, William**

**Stuttgart, 1840**

Fünftes Buch. Geschichte der formellen Astronomie nach dem Mittelalter

**Fünftes Buch.**

---

**Geschichte der formellen Astronomie  
nach dem Mittelalter.**

His demum exactis — —  
Devenere locos laetos et amoena vireta  
Fortunatorum nemorum sedesque beatas.  
Largior hic campus aether et lumine vestit  
Purpureo, solemque suum sua sidera norunt.

Virgil. Aen. VI. 630.

## Einleitung.

---

### Von der formellen und physischen Astronomie.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Ursachen von der beinahe völligen Leerheit angegeben, die uns die Geschichte der Naturwissenschaften seit dem Verfall des römischen Reiches durch ein ganzes Jahrtausend gezeigt hat. Zugleich mit den alten Formen und Gebräuchen der Gesellschaft versank auch die alte Kraft des Gedankens, die Klarheit der Begriffe und alle Stetigkeit der intellectuellen Thätigkeit des Menschen. Dieser Verfall des menschlichen Geistes führte eine sklavische Bewunderung für den Genius der früheren, besseren Zeiten, und durch sie den Geist der Commentationen herauf. Das Christenthum erhob ebenfalls seine ausschließenden Ansprüche auf Wahrheit, um dadurch die Welt zu beherrschen. Dieses Princip, mißverstanden und mit der servilen Unwissenheit der Zeiten gepaart, erzeugte das System des Dogmatismus, und der dem Menschen angeborne Hang zur Untersuchung, der keinen sichern und erlaubten Weg auf festem Boden mehr fand, warf sich endlich in die Arme des Mysticismus.

Nach so langer Zeit aber begannen die Ursachen der Trägheit und Finsterniß jener Periode dem Einflusse neuer Principien nachzugeben, die auf den Fortgang der menschlichen Erkenntniß gerichtet waren. Die Unbestimmtheit der Ideen, jener eigenthümliche Charakterzug des Mittelalters, wurde in gewissem Maße durch ein fortgesetztes Studium der mathematischen und astronomischen Wissenschaften, und durch die Fortschritte aller der Künste entfernt, die ganz besonders geeignet sind, unsere Begriffe von den Verhältnissen der natürlichen Erscheinungen aufzuklären und festzuhalten. Wie der Geist des Menschen heller

wurde, war er auch weniger servil geworden. Die Erkenntniß der Wahrheit entfernte sie von eiteln Zänkereien über bloße Meinungen, und als sie einmal die wahren Relationen der Dinge in der Natur mit ihren eigenen Augen erblickten, hörten sie nicht mehr bloß auf das, was Andere von diesen Dingen gesagt hatten, und kurz, die Wissenschaft stieg, so wie der Geist der Commentation zu fallen begann. Als die Menschen einmal dahin gelangten, über wissenschaftliche Gegenstände selbst zu denken, lehnten sie sich gegen das angemäße Recht der Andern auf, die ihnen ihre Meinungen als Gesetze vorschreiben wollten, und als sie ihre blinde Bewunderung für die Alten ablegten, fühlten sie sich auch veranlaßt, ihren passiven Gehorsam für jene Lehrsysteme ihrer alten Meister abzuwerfen. Seit der commentatorische Geist nicht mehr auf sie drückte, wollten sie sich auch nicht länger mehr dem Dogmatismus der Schule unterwerfen; und seit sie fühlten, daß sie selbst im Stande sind, Wahrheiten zu entdecken, fühlten sie auch ihr Recht und ihre männliche Kraft, diese Entdeckungen der Wahrheit selbst auszuführen.

Auf diese Weise leitete aber das Wiedererwachen klarer Begriffe auch zugleich zu einem Kampfe mit der bürgerlichen und intellectuellen Autorität der bisher bestandenen philosophischen Anstalten. Zuerst zeigte sich das neue Licht der klaren Begriffe in der Astronomie, wo es in dem Gewande des Copernicanischen Systems auftrat. Allein der dadurch veranlaßte Kampf kam erst ein Jahrhundert später zum Ausbruch, als Galilei und seine Schüler sich für die neue Wahrheit erklärt hatten.

Da es nicht meine Absicht ist, die Geschichte der Astronomie weiter, als nöthig ist, zu verfolgen, um die Principien, auf welchen der Fortgang der Wissenschaft gegründet wurde, auseinander zu setzen, so übergehe ich alle untergeordneten Personen und Ereignisse, und beschränke mich bloß auf die großen, leitenden Züge des Gemäldes.

Bei dem ersten Auftreten des Copernicanischen Systems wirkten vorzüglich zwei Ansichten auf die Gemüther der Menschen: die Betrachtung des Systems als eine bloße Darstellung der scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper, und die Betrachtung desselben in Beziehung auf seine Ursachen — oder die formelle und die physische Ansicht der neuen Theorie, d. h. die nun zuerst neu auftretenden Verhältnisse zwischen Raum und

Zeit, und die Relationen zwischen Masse und Kraft. Diese Eintheilung wurde anfänglich nicht ganz klar aufgefaßt, indem die zweite Ansicht längere Zeit durch mit der ersten auf eine düstere und schwankende Weise vermischt erschien und sich in dieser gleichsam verloren hatte, bis sie endlich von ihr getrennt und als eine für sich bestehende Erkenntniß betrachtet wurde. — Die Ansichten des Copernicus blieben meistens nur bei den formellen Bedingungen des Weltsystems, bei den Verhältnissen der Zeit und des Raumes stehen. Erst Kepler, Galilei und andere wurden durch Controverse und andere der Sache selbst fremde Ereignisse dahin gebracht, auch den physischen Verhältnissen der himmlischen Körper ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden. Auf diesem Wege entstand die Mechanik, eine neue Wissenschaft, die schnell an Wichtigkeit und Ausdehnung zunahm. — Bald nach dieser Zeit endlich führten die Entdeckungen Keplers, die ihm von seinem zwar unbestimmten, aber tiefen Glauben an eine physische Verbindung aller Theile des Weltalls eingegeben wurden, auf die großen und entscheidenden Entdeckungen Newtons, durch welche die physische Astronomie in ihren Hauptzügen abgeschlossen wurde.

Diese Unterscheidung zwischen der formellen und der physischen Astronomie ist nothwendig zu einer klaren Darstellung aller der Verhandlungen, zu welchen das Auftreten des Copernicanischen Systems Gelegenheit gab. Doch muß bemerkt werden, daß die Astronomie, außer der großen Revolution, die sie in dieser Zeit erfuhr, auch noch auf dem früher von ihr betretenen Wege mehrere Fortschritte machte; in der genaueren Bestimmung nämlich von solchen Bewegungen, die durch die älteren Methoden noch dargestellt oder doch, mittels einiger Modificationen derselben, ihnen noch angepaßt werden konnten. Ich meine hiemit jene neuen Ungleichheiten und Erscheinungen, die Copernicus, Galilei und Tycho Brahe entdeckten. Da aber diese Entdeckungen sehr bald, mehr in das Copernicanische, als in das alte Ptolemäische System, als integrierende Theile desselben, aufgenommen wurden, so wird man sie besser unter den Entwicklungen des neuen Systems aufzählen, und wir werden daher auch von ihnen, in Uebereinstimmung mit unserem bisher befolgten Plan, erst bei der Auseinandersetzung der Folgen des Copernicanischen Systems sprechen.

---

## Erstes Capitel.

## Vorbereitung zu der inductiven Epoche des Copernicus.

Der Vorzug der Lehre des Copernicus, daß die Sonne der wahre Mittelpunkt aller planetarischen Bewegungen ist, hängt vorzüglich von der Betrachtung ab, daß diese Voraussetzung auch alle beobachteten Erscheinungen der Planetenwelt auf eine einfache und vollständige Weise darstellt. Um zu sehen, ob dieß von dieser Lehre auch in der That geleistet wird, wird vor allem ein bestimmter Begriff von der Natur der relativen Bewegung, und die Kenntniß der vorzüglichsten astronomischen Erscheinungen erfordert. Es war demnach kein Grund vorhanden, warum eine solche Lehre nicht früher schon entdeckt, das heißt, als eine auf den ersten Blick annehmbare Hypothese aufgefaßt werden sollte, oder vielmehr, es war zu erwarten, daß auch dieser Versuch, gleich mehreren ähnlichen, zur Erklärung der scheinbaren Bewegungen des Himmels, auch von anderen schon längst vorgeschlagen worden ist. Es darf uns daher auch nicht verwundern, wenn wir, selbst in den früheren Zeiten der Astronomie, und auch später noch öfter, ein solches System unter den Astronomen besprochen, von einigen als wahr vertheidigt, und von andern wieder als falsch verworfen finden.

Wenn wir aber, in unseren Tagen, auf diese Verschiedenheit der Ansichten zurückblicken, wir, die wir nun von dem neuen System eine so klare und deutliche Einsicht haben und von der Wahrheit desselben so innig überzeugt sind, so fühlen wir uns gleichsam gezwungen, jenen früheren Anhängern desselben einen ganz besonderen Scharfsinn, eine seltene Wahrheitsliebe zuzuschreiben, und im Gegentheile die Anhänger des Ptolemäischen Systems für blinde und in Vorurtheilen höchst befangene Menschen zu halten, die ganz unfähig gewesen seyn müssen, die Schönheit, die Einfachheit, die Symmetrie der neuen Theorie zu begreifen, sich von ihrem alten Irrthume los zu machen, und dafür der neuen, sonnenklaren Wahrheit zu huldigen. Aber indem wir so urtheilen, sind wir wahrscheinlich selbst in den Ansichten unserer Zeit

befangen, der wir, ohne es zu wissen, unser Opfer bringen müssen. Ist es denn in der That schon so ausgemacht, daß zur Zeit des Copernicus die heliocentrische Theorie (welche den Mittelpunkt aller planetarischen Bewegungen in die Sonne versetzt), ein so entschiedenes Recht auf einen Vorzug vor der geocentrischen Theorie des Ptolemäus ansprechen dürfte?

Worin besteht die Basis jener heliocentrischen Lehre? — Daß die relativen Bewegungen der Planeten dieselben bleiben, unter der einen, so wie unter der anderen Voraussetzung. — In dieser Beziehung also stehen beide Theorien gleich fest und auf demselben Boden. Aber, sagt man, auf der Seite der heliocentrischen Hypothese liegt der Vortheil der größeren Einfachheit. — Wohl wahr, aber auf der anderen Seite steht das Zeugniß unserer Sinne, oder mit andern Worten, die geocentrische Theorie (welche den Mittelpunkt aller himmlischen Bewegungen in die Erde versetzt), ist offenbar die einleuchtendste, jedermann sich gleichsam von selbst darbietende Erklärung jener Erscheinungen. Uebrigens sind diese beiden Vortheile, von der Einfachheit auf der einen, und von der leichtern Verständlichkeit oder größeren Deutlichkeit auf der anderen Seite, nur unbestimmt und im Grunde nichts entscheidend. Ueberhaupt werden wir die Vorzüge der neuen Theorie nicht leicht fest begründen können, wenn wir nicht zuerst beide näher kennen gelernt haben.

Wenn man überdieß die hohe Einfachheit des Copernicanischen Systems geltend machen will, so darf man nicht vergessen, daß dieses System, so einfach es auch uns erscheint, doch im Grunde sehr zusammengesetzt ist, wenn man dadurch, so wie Ptolemäus gethan hat, auch die Ungleichheiten in den Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten darstellen will; und daß es, so lange es in den Händen des Copernicus blieb, noch einen guten Theil von den excentrischen Kreisen und den Epicykeln seines Vorgängers beibehielt, ja daß es die alten Maschinerien des Ptolemäus in manchen Theilen sogar noch vermehrte. Ohne diese dem neuen Systeme wieder angehängten Epicykel würde es hinter der alten ptolemäischen Theorie, in der genauen Erklärung der Erscheinungen, weit zurück geblieben seyn. Was endlich die Vorgänger des Copernicus, selbst unter den Griechen schon, betrifft, die sich ebenfalls für die

heliocentrische Theorie erklärt haben, so muß bemerkt werden, daß keiner derselben auch nur versucht hat, auf welche Weise man, in dieser Voraussetzung, die großen und mannigfaltigen Ungleichheiten der Planeten erklären soll, so daß man mit vollem Rechte behaupten kann, daß seit der Aufstellung der epicyclischen Theorie des Ptolemäus in der geocentrischen Hypothese, durchaus keine eigentliche heliocentrische Theorie bekannt gemacht worden ist, die sich jener hätte zur Seite stellen können.

Es ist wahr, daß all' das Gerüste von Epicykeln und excentrischen Kreisen, das der geocentrischen Hypothese zu ihren Erklärungen so zu gut gekommen ist, auch eben so wohl auf die heliocentrische Hypothese ihre Anwendung finden konnte. Allein es gehörte vor allem ein mathematisches Talent dazu, dieses Problem aufzulösen. Eben dieß aber war es, was Copernicus unternahm und auch zugleich glücklich zu Ende führte. Vor der Erscheinung seines Werkes aber hatte man von diesem Systeme immer nur als von einer ohne weitere nähere Prüfung hingeworfenen Meinung gesprochen, einer Meinung, die sich wohl mit den ganz allgemeinen Erscheinungen des Himmels gut zu vertragen schien, die aber sogleich wieder als eine bloße Hypothese in den Hintergrund zurücktrat, wenn man sie mit der wissenschaftlich ausgearbeiteten Theorie des Ptolemäus verglich, deren Uebereinstimmung mit den Beobachtungen allgemein anerkannt war, und auf deren mathematische Ausbildung so viele vorzügliche Talente unter den Griechen und Arabern Zeit und Mühe verwendet hatten.

Obgleich aber diejenigen, die vor Copernicus schon für die heliocentrische Ansicht sich erklärt hatten, keineswegs für einseitig voller gehalten werden können, als ihre ptolemäischen Gegner, so bleibt es doch immer interessant, den Weg, den diese schon sehr früh entstandenen und später oft wiederholten Meinungen genommen haben, kennen zu lernen. Die Griechen hatten sich schon mit viel Bestimmtheit darüber ausgesprochen, zum Zeichen, daß sie den Gegenstand mit klaren Begriffen und mit kräftigem Geiste aufgefaßt hatten, so wie es im Gegentheile auch als ein Beweis der intellectuellen Schwäche und Servilität des Mittelalters gelten muß, daß sich, ein ganzes Jahrtausend hindurch, auch nicht ein einziger Mann gefunden hat, dem es

eingefallen wäre, den eigentlichen Werth dieser Hypothese näher zu untersuchen, und sie, den weiter vorgerückten astronomischen Kenntnissen seiner Zeit gemäß, darzustellen.

Pythagoras ist der Älteste von denen, welchem die Griechen die heliocentrische Lehre zugeschrieben haben. Diogenes Laertius aber nennt uns den Philolaus, einen Nachfolger des Pythagoras, als den Erfinder dieser Hypothese. Archimedes sagt in seiner Sandrechnung, daß Aristarch von Samos, sein Zeitgenosse, den Satz aufgestellt habe, daß die Fixsterne und die Sonne stille stehen, und daß sich dafür die Erde in einem Kreise um die Sonne bewege. Plutarch <sup>1)</sup> setzt hinzu, daß dieß von Aristarch nur als eine Hypothese vorgetragen, von Seleucus aber förmlich bewiesen worden ist. Allein man kann es wohl wagen, zu behaupten, daß zu jener Zeit ein Beweis dieser Art noch unmöglich gewesen ist. Aristoteles erkannte das Daseyn einer solchen Lehre bloß dadurch, daß er sich gegen dieselbe erklärt. „Alle Dinge, sagt er <sup>2)</sup>, streben zu dem Mittelpunkt der Erde und verbleiben dann daselbst, also könnte auch die ganze Masse der Erde bloß in diesem Mittelpunkte in Ruhe verbleiben.“ Auf eine ähnliche Weise argumentirt auch Ptolemäus gegen die tägliche Rotation der Erde um ihre Ase. Eine solche Bewegung, sagt er, würde alle nicht befestigten Theile dieser Erde in den Raum des die Erde umgebenden Himmels zerstreuen. Doch gibt er zu, daß eine solche hypothetische Voraussetzung die Erklärung einiger himmlischen Erscheinungen sehr erleichtert. Cicero scheint den Merkur und die Venus um die Sonne gehen zu lassen, wie es auch Martianus Capella in einer späteren Periode (im fünften Jahrhundert) gethan hat. Seneca sagt <sup>3)</sup>, es sey ein der Betrachtung des menschlichen Geistes würdiger Gegenstand, zu entscheiden, ob die Erde in Ruhe oder in Bewegung ist. Allein zur Zeit des Seneca, wie man an ihm selbst am besten sehen kann, war bereits eine gewisse Unbestimmtheit der Begriffe und ein leeres rhetorisches Formelwesen an die Stelle jener intellectuellen Geistesstärke getreten, die zur Auflösung solcher Pro-

1) Plutarch, Quaest. Plat. in Delambre's Astr. ancienne VI.

2) Man sehe Copernicus de Revol. I. 7.

3) Seneca Nat. Quaest. VII. 2.

bleme erfordert wird. Die guten Mathematiker und Beobachter jener Zeit, wenn überhaupt deren damals noch einige gefunden wurden, beschäftigten sich bloß mit der Ausbildung und der Verifikation der alten ptolemäischen Theorie.

Nächst den alten Griechen scheinen noch die Indier jene originelle Klarheit und Kraft des Geistes besessen zu haben, aus der allein wahre Wissenschaft entspringt. Es ist in der That merkwürdig, daß auch die Indier schon eine heliocentrische Theorie der Planeten hatten. Dryabatta <sup>4)</sup>, der um das Jahr 1320 lebte, und nebst ihm auch andere Astronomen desselben Landes, sollen die Lehre von der Rotation der Erde um ihre Aye in Schutz genommen haben, die aber von den späteren Philosophen unter den Hindus wieder verworfen wurde.

Einige Schriftsteller haben die Meinung aufgestellt, daß Pythagoras oder andere griechische Philosophen die heliocentrische Theorie von den Nationen des Orients erhalten haben. Diese Ansicht scheint aber wenig Gewicht zu haben, wenn man bedenkt, daß diese Lehre, in der von den Alten aufgestellten Form, zu einfach und augenfällig war, um erst viel fremden Unterricht nothwendig zu machen; daß sie von den orientalischen Völkern, wie wir dieselben kennen, gewiß keinen wesentlichen Zusatz erhielt und auch nicht erhalten konnte, und daß endlich jeder eigentliche Astronom sie entweder annehmen oder verwerfen mußte, nicht weil sie ihm von diesem oder jenem Meister in der Wissenschaft gelehrt worden ist, sondern weil er selbst entweder seiner Neigung zur geometrischen Einfachheit, oder dem Zeugniß seiner eigenen Sinne den Vorzug geben wollte. Wahre Wissenschaft, die von einer klaren Einsicht in die Verhältnisse der äußeren Erscheinungen zu den allgemeinen theoretischen Ideen abhängt, kann nicht auf dem Weg der Geheimnißkrämerei oder der ausschließlichen Tradition einer Kaste, gleich den Vortheilen mancher Künste und Gewerbe, mitgetheilt werden. Wenn der wissenschaftliche Mann nicht selbst sieht, daß eine Theorie der Wahrheit gemäß ist, so ist ihm wenig daran gelegen, daß er bloß hört, sie sey von diesen oder jenen behauptet worden.

Man kann daher denjenigen nicht beistimmen, die in dieser heliocentrischen Doctrin die alten Spuren einer viel weiter

4) Usef. Knowl. Hist. Astron. S. 11.

vorgerückten Astronomie erblicken wollen, als die ist, welche wir von ihnen durch ihre Schriften erhalten haben. Diese Doctrin war nichts anderes, als eine Meinung, eine bloße Vermuthung von Männern, die mit einem kräftigen geometrischen Talente begabt waren, aber diese Meinung hatte keinen wesentlichen Einfluß auf die Gestalt oder den Inhalt der astronomischen Erkenntnisse jener Zeiten. Man dürfte selbst sagen, daß die geocentrische Lehre des Ptolemäus, da sie die dem Sinnenscheine gemäßere, also die sich uns zunächst anbietende ist, auch in der Zeit als die erste auftreten, und daher gleichsam den Weg zu der heliocentrischen Lehre des Copernicus erst vorbereiten mußte.

Der Grund, den die Alten für die heliocentrische Doctrin anführten, war, wie bereits gesagt, ihre hohe Einfachheit und ihre geometrische Uebereinstimmung mit den allgemeinen Erscheinungen des Himmels. Es war aber nicht wahrscheinlich, daß der menschliche Geist diesen Gegenstand lange bloß in diesem beschränkten Lichte betrachten sollte. Sein Hang zu anderen, entfernteren Gründen und Speculationen führte ihn bald wieder zu jenen allgemeinen und unbestimmten Ideen, denen er so gern alles unterzuordnen gewohnt ist. Ganz eben so, wie man für die geocentrische Lehre gesagt hatte, daß die schwersten Körper ihrer Natur nach gegen den Mittelpunkt streben, so wurde auch, als leitendes Princip für die heliocentrische Lehre angeführt, daß das Feuer, als das edelste Element, nothwendig in dem Mittelpunkte des Weltalls wohnen müsse. Sogar das Ansehen der Mythologie wurde, und zwar für beide Partheien, zu Hülfe gerufen. So soll Numa, wie uns Plutarch <sup>5)</sup> berichtet, einen kreisrunden Tempel über dem ewigen Feuer der Vesta, das in dem Mittelpunkte dieses Tempels brannte, erbaut haben, indem er dadurch, nicht die Erde, sondern den Himmel darstellen wollte, in dessen Mitte, dem Pythagoras zu Folge, das Feuer wohnt. An einer anderen Stelle seiner Werke läßt Plutarch einen seiner Zwischenredner sagen: „Nur ziehe mich „deshalb nicht mit einer Klage über Unglauben vor Gericht, wie „Aristarch der Samier der Ruchlosigkeit beschuldigt wurde, weil „er den Mittelpunkt des Universums verrückt haben sollte,“ was übrigens von mehreren nur für eine Scherzrede gehalten wird.

5) Plutarch. De Facie in Orbe Lunae. 6.

Ueberhaupt waren die physischen Ansichten über die Ursachen der Bewegungen einzelner Theile des Weltalls eben so dunkel und ungewiß, als die über die Verhältnisse der vier Elemente, bis endlich Galilei die ersten wahren Principien von der Mechanik entdeckte. Obschon daher, bald nach Copernicus, aus diesen Gründen viel für und wider gestritten wurde, so wurde doch nichts entschieden. So wurde von den Anhängern der neuen Lehre die ungeheuerere Masse des Himmels als ein Grund gegen die Bewegung desselben angeführt, während die anderen wieder behaupteten, daß die Erde, wenn sie sich in der That so schnell um sich selbst bewegt, alle Körper von ihrer Oberfläche wegschleudern müßte u. s. w. Bei dem damaligen Zustande der mechanischen Kenntnisse konnten aber alle solche Schlüsse nicht anders als unbestimmt und nicht entscheidend seyn.

Noch müssen wir eines Vorgängers des Copernicus erwähnen, des Cardinals Nicolaus de Cusa, der in der ersten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts gleich berühmt als theologischer und als mathematischer Schriftsteller war <sup>6)</sup>. Er schlug in der That in seinem Werke „De docta ignorantia“ die Lehre von der Bewegung der Erde vor, jedoch mehr in der Form eines Paradoxons, als in der eines als wahr erkannten Satzes, so daß man dieß nicht als eine wahre Anticipation der neuen Lehre betrachten kann.

Wir wollen nun diese Lehre selbst, ihre allmähliche Verbreitung und ihre nächsten Folgen näher kennen lernen.

6) Nicolaus de Cusa, einer der gelehrtesten Männer seiner Zeit, war 1401 bei Trier geboren, wurde vom Pabst Nicolaus VI. zum Cardinal ernannt und als Gesandter an den deutschen Höfen in Staatsgeschäften häufig verwendet. Daß er jene Lehre nur als ein sinnreiches Paradoxon vortrug, geschah wahrscheinlich, um sich vor Anfeindungen zu schützen. Außer dem oben angeführten Werke besitzen wir noch seine auf die Correction der Alphonsinischen Tafeln gegründete Verbesserung des Kalenders. Er glaubte auch die Quadratur des Circels gefunden zu haben, aber Regiomontan zeigte ihm den Irrthum seiner Schlüsse. Seine Werke erschienen zu Basel i. J. 1665. Er starb 1464 zu Todi in Umbrien. L.

## Zweites Capitel.

Induction des Copernicus. Die heliocentrische Lehre wird auf formellem Grunde errichtet.

Erinnern wir uns zuvörderst, daß die formellen Gründe einer Theorie von den physischen Gründen derselben ganz verschieden sind, indem die ersten nur eine Darstellung von den Verhältnissen der äußeren Erscheinungen in Raum und Zeit, das heißt, von den beobachteten Bewegungen geben, während die letzteren die Ursachen dieser Bewegungen, die sich auf Kraft und Masse beziehen, aufstellen. Die kräftigsten Gründe, durch welche Copernicus zu der Entdeckung und Annahme seines Systems geführt wurde, waren von der ersten, der formellen Art. Er wäre, sagt er in seiner dem Pabste Paul III. gewidmeten Einleitung seines Werkes, unzufrieden mit dem Mangel an Symmetrie des alten Systems, und der vielen Zweifel über dasselbe überdrüssig geworden, deshalb hätte er in den Werken der Philosophen nachgesucht, ob sie nicht andere von den angenommenen verschiedene Ansichten der himmlischen Bewegungen enthalten. Auf diese Weise fand er in den Schriften der Alten mehrere Nachrichten von Philolaus und anderen, welche die Bewegung der Erde annahmen. „Dann fing ich, setzt er fort, selbst an, über diese Bewegung der Erde nachzudenken, und obschon eine solche Meinung absurd scheint, so wußte ich doch, daß in früheren Zeiten Jedermann erlaubt war, sich die Kreise nach Belieben auszuwählen, durch welche er jene Erscheinungen erklären wollte, und daß ich daher auch die Erlaubniß haben werde, zuzusehen, ob es durch die Annahme einer bewegten Erde möglich wäre, von jenen himmlischen Bewegungen bessere Erklärungen, als die bisher vorgebrachten, aufzufinden. — Nachdem ich auf diese Weise durch lange und mühsame Studien zu der Annahme von denjenigen Bewegungen der Erde, von welchen ich in diesem Werke reden werde, gelangt bin, fand ich zugleich, daß, wenn die Bewegungen der anderen Planeten mit denen der

„Erde verglichen werden, nicht nur die Erscheinungen derselben vollkommen erklärt werden, sondern auch, daß die verschiedenen Bahnen dieser Planeten und daß überhaupt das ganze große System derselben, in Beziehung auf Ordnung und Größe, so wohl verbunden sind, daß man keinen Theil des Systems ändern kann, ohne dadurch das Ganze zu stören und das gesammte Weltall in Unordnung zu bringen.“

Diese befriedigende Darstellung der äußeren Erscheinungen der Planeten, und diese Einfachheit und Symmetrie seines Systems, waren also die Gründe, durch welche er zur Annahme desselben bewogen wurde, wie ihn auch nur eine Vorliebe für eben diese Eigenschaften zu dem Aufsuchen eines solchen neuen Systems bewogen hatte. Offenbar war auch hier, wie bei jeder wissenschaftlichen Entdeckung, der klare Besitz einer abstracten Idee, und die Geschicklichkeit, eine von der Natur gegebene Erscheinung unter diese allgemeine ideelle Conception zu subsummiren, der leitende Faden in dem Geiste des Entdeckers. Er mußte ein vorzügliches geometrisches Talent, und er mußte auch nicht gewöhnliche astronomische Kenntnisse besitzen. Er mußte die Folgen seiner Annahme, die scheinbaren Bewegungen nämlich, die aus der von ihm angenommenen reellen Bewegung entspringen, mit besonderer Klarheit in seinem Geiste erkennen, so wie er zugleich alle die Unregelmäßigkeiten jener scheinbaren Bewegungen, von welchen er nun Rechenschaft geben sollte, genau kennen mußte. Daß er aber diese beiden Eigenschaften in der That besaß, davon finden sich die Beweise in seinem Werke. Er verlangt vor allem von dem Leser desselben eine ruhige und fortgesetzte Betrachtung der von ihm aufgestellten Theorie, als die Hauptbedingung zu ihrer Anerkennung und Aufnahme. „Wenn ihr, sagt er, die Erde in Bewegung und den Himmel in Ruhe annehmt, so werdet ihr, si serio animadvertatis, wenn ihr dieß mit männlichem Ernst untersucht, finden, daß daraus sofort die scheinbare tägliche Bewegung des Himmels folgt.“ Und nachdem er weiterhin alle seine Gründe für das neue System aus einander gesetzt hat, fährt er fort: „Wir nehmen daher keinen Anstand zu gestehen, daß der ganze Raum innerhalb der Mondbahn zugleich mit dem Mittelpunkt der Erde sich jährlich, gleich jedem der übrigen Planeten, um die Sonne bewegt, da die Größe des Weltalls so gewaltig erscheint, daß selbst die Entfernung der Erde von der Sonne nur als

„eine ganz verschwindende Größe zu betrachten ist, wenn sie mit dem Halbmesser der Sphäre der Fixsterne verglichen wird. — „Alles dieß, so schwer und beinahe unbegreiflich es auch manchen erscheinen, und so sehr es auch gegen die Ansicht des großen Haufens seyn mag, alles dieß wollen wir, in der Folge unseres Werkes, mit Gottes Hülfe, klarer noch, als die Sonne machen, wenigstens für diejenigen, die nicht aller mathematischen Kenntnisse baar und ledig sind 1).“

Da die alte geocentrische Hypothese den Planeten jene Bewegungen in der That zuschrieb, obschon sie nur scheinbar waren, indem sie bloß von der reellen Bewegung der Erde kamen, so ist schon daraus klar, daß die neue heliocentrische Bewegung die ganze Theorie der Planeten viel einfacher machen mußte, als sie bisher gewesen ist. Kepler 2) zählt eilf verschiedene Bewegungen des Ptolemäischen Systems auf, die alle durch die Einführung der copernicanischen Theorie überflüssig geworden und weggefallen sind.

Da aber die wahren Bewegungen der Erde sowohl, als auch die aller Planeten an sich selbst ungleichförmig sind, so mußte man noch ein anderes Mittel haben, diese Ungleichheiten darzustellen, und sonach wurde denn auch die alte Theorie von den Epicykeln und excentrischen Kreisen, so weit sie zu diesem Zwecke nöthig war, noch ferner beibehalten. Die Planeten bewegen sich, nach der Lehre des Copernicus, um die Sonne mittels eines deferirenden Kreises, auf dessen Peripherie der Mittelpunkt des den Planeten enthaltenden Epicykels einhergeht. Die Halbmesser dieser beiden Kreise wurden etwas verschieden von denen, die Ptolemäus angenommen hatte, gewählt, aus Gründen, die wir sogleich näher angeben wollen. Diese excentrischen Kreise und diese Epicykel blieben aber, auch in dem neuen Systeme, noch nahe ein Jahrhundert im Gebrauch, bis sie endlich, durch Kepler's Entdeckungen, für immer verbannt wurden.

Nebst der täglichen Rotation der Erde um ihre Ase und der jährlichen Bewegung derselben um die Sonne, gab ihr Copernicus noch eine dritte Bewegung, einen motus in decli-

1) Copernicus, Revol. Introd.

2) Kepler, Myst. Cosm. Cap. I.

natione, wie er sie nannte, durch welche die Richtung der Erdaxe durch das ganze Jahr sich selbst immer parallel bleiben, also verlängert immer durch dieselben zwei Punkte des Himmels gehen sollte. Allein dazu bedurfte es keiner eigentlichen dritten Bewegung. Die Erdaxe bleibt sich selbst parallel, weil nichts da ist, was ihre Lage ändern könnte, wie etwa ein Strohalm auf der Oberfläche einer Wasserschale seine parallele Lage beibehält, wenn auch die Schale in einem Zimmer rund herum getragen wird. Dieß wurde auch von Rothmann, einem Schüler und Freund des Copernicus, wenige Jahre nach der Erscheinung des Werkes seines großen Lehrers, bemerkt <sup>3)</sup>. „Es ist, sagt er „in seinem Brief an Tycho Brahe, es ist kein Grund für diese dritte „Bewegung der Erde vorhanden, denn die tägliche und jährliche „Bewegung derselben reicht für alles aus.“ Dieser Fehler des Copernicus, wenn er als ein Fehler bezeichnet werden soll, kam daher, daß er die Lage der Erdaxe auf einen bestimmten Raum beschränkte, auf denjenigen Raum des Himmels nämlich, den die Erde zugleich mit sich jährlich um die Sonne führen sollte, statt daß er diese Lage in Beziehung auf den unbegrenzten Raum des Himmels oder der Fixsterne betrachten sollte. Wenn in einem Planetarium die durch einen festen Stab mit der Sonne verbundene Erde um die Sonne geführt wird, so muß allerdings der Erdaxe durch eine eigene Maschinerie noch eine neue Bewegung gegeben werden, um den Parallelismus dieser Axe zu erhalten. Eine ähnliche Verwirrung des geometrischen Begriffs, die durch die gedoppelte Beziehung auf den absoluten Raum und auf den Mittelpunkt der Bewegung entsteht, hat auch zu dem bekannten Streite Anlaß gegeben, ob der Mond, der bei seiner Bewegung um die Erde der letzten immer dieselbe Seite zeigt, sich dabei um seine Axe drehe oder nicht.

Wegen der Präcession der Nachtgleichen bleibt aber die Erdaxe eigentlich nicht genau sich selbst parallel, sondern sie weicht jährlich um einen, übrigens sehr kleinen, Winkel davon ab. Copernicus setzte irrigerweise voraus, daß diese Präcession in einer ungleichförmigen Bewegung dieser Axe bestehe, und seine Erklärung derselben, die allerdings schon einfacher als jene der Alten ist, wird

3) Tycho, Epist. I. p. 184 von dem Jahre 1590.

dieß noch mehr, wenn diese Bewegung gleichförmig angenommen wird, wie sie es auch in der That ist.

Der dem Menschen angeborne Hang, welcher uns in der Aufsuchung der Ursachen und der Geseze der Erscheinungen immer vorwärts treibt, derselbe Hang, dem wir das Copernicanische System und überhaupt alle unsere wissenschaftlichen Entdeckungen verdanken, hat auch noch das Merkwürdige, daß er gewöhnlich weit über sein eigenes Ziel hinausgeht. Indesß findet er doch immer etwas, wenn er auch nach ganz anderen und größeren Dingen ausgeht. Schon oft hat er auf diesem Wege die wirklich in der Natur bestehende Ordnung und die wahren Verhältnisse ihrer Erscheinungen gefunden, während er auf ganz andere, bloß imaginäre Verhältnisse Jagd gemacht hatte. Auf diese Weise vermischen sich auch häufig reelle Entdeckungen mit ganz grundlosen Hypothesen, Ausgeburten der Phantasse mit den Erzeugnissen des tief forschenden Verstandes, und diese Vermischung zweier so heterogenen Elemente würden wir vielleicht ohne Ausnahme bei allen Entdeckungen bemerken, wenn wir die Gedanken der Entdecker und die Wege, welche sie gegangen sind, eben so sehen könnten, wie wir sie z. B. in den Werken Kepler's vor unseren Augen liegen haben. Nur durch Anfangs mißlungene Versuche gelangen wir gewöhnlich zu den gelungenen, und das wahre wissenschaftliche Talent erkennt man nicht daran, daß er nur wahre und richtige Hypothesen aufstellt, sondern darin, daß seine Hypothesen alle klar aufgefaßt und in eine stetige Verbindung mit der Erscheinung gebracht werden, die man durch jene erklären will. Das Talent sieht klar und unterscheidet deutlich den Begriff und den ihm zu Grunde liegenden Gegenstand. Unter solchen Umständen aber ist ihm kein Vorwurf, sondern vielmehr Lob zu ertheilen, daß er alle, auch die irrigen Wege versucht, daß er nach jedem Schein von einem allgemeinen Geseze hascht, und daß er jedes Mittel sucht und prüft, welches ihm die gewünschte Einfachheit und Uebereinstimmung zu versprechen scheint.

Copernicus macht keine Ausnahme von dieser allgemeinen Regel, und sein Werk selbst gibt uns ein redendes Beispiel von diesem Charakterzug des Erfindungsgeistes. Der Grundsatz der Alten, daß die himmlischen Bewegungen alle gleichförmig seyn und in Kreisen vor sich gehen müssen, erschien auch ihm als eine unerläßliche Forderung, der man sich nicht entziehen darf, und

seine Theorie der planetarischen Bewegungen, so weit sie die Ungleichheiten derselben betrifft, ist ganz dieser Erläuterung gemäß von ihm ausgebildet worden. Er behielt die Epicykel des Ptolemäus bei, und sein Bestreben ging nur dahin, sie besser noch, als der alte Grieche, anzuwenden. Die Zeit, das ganze System zu verwerfen, war noch nicht gekommen, und dazu mußten erst die Beobachtungen Tycho's und die Berechnungen Kepler's abgewartet werden.

Es ist nicht meine Absicht, die Theorie der planetarischen Ungleichheiten, wie sie Copernicus aufgestellt hat, hier umständlich aus einander zu setzen. Er behielt, wie gesagt, die Epicykel und die excentrischen Kreise der Alten bei, aber er änderte die Mittelpunkte ihrer Bewegungen; das heißt, er behielt von dem alten Systeme das, was man das Wesen desselben nennen konnte, und übersetzte es in die Sprache seines neueren Systems. Diese Modification der alten ptolemäischen Einrichtung wurde so lange beibehalten und selbst bewundert, bis Kepler durch seine elliptische Theorie das ganze epicyklische Gerüste für immer zerstörte. Doch muß man bemerken, daß Copernicus selbst schon mehrere Unzukömmlichkeiten dieser alten Theorie bemerkte. Für Merkur z. B., dessen Bahn sehr excentrisch ist, sucht er sich durch mehrere in der That etwas verwickelte Annahmen zu helfen, die aber doch zugleich zeigen, daß er die Unvollkommenheit dieser Theorie sehr deutlich ahnte. Für den Mond schlägt er sogar eine ganz neue Theorie vor, eine Theorie, die in der That auf denselben Gründen beruhte, aus welchen späterhin der eigentliche Untergang der epicyklischen Theorie entsprungen ist, nämlich auf der Unmöglichkeit, durch diese Theorie auch die Variationen des scheinbaren Halbmessers des Mondes darzustellen.

Ohne allen Zweifel wußte Copernicus mit der mathematischen Klarheit seiner Ideen, und mit seinen tiefen astronomischen Einsichten auch eine große Kraft und Kühnheit des Geistes zu verbinden, um sein von allen bisherigen so gänzlich verschiedenes System so fest auffassen und so vollständig entwickeln zu können. Sein Schüler und Freund Rheticus schreibt von ihm an Schoner: »Ich bitte dich, diese Ansicht von meinem gelehrten Meister festzuhalten, daß er ein eifriger Bewunderer und Nachfolger des Ptolemäus gewesen ist, daß er aber, von den äußeren Erscheinungen und von der inneren Ueberzeugung gedrängt, wohl zu

„thun glaubte, dasselbe Ziel, wie Ptolemäus, zu verfolgen, nur  
 „mit einem ganz andern Bogen und auch mit einem andern Pfeil.  
 „Erinnern wir uns, daß Ptolemäus selbst gesagt hat: *Αει δ' ελευ-*  
*θερον ειναι τη γνωμη τον μελλοντα φιλοσοφειν*, wer der Wissen-  
 „schaft wahrhaft dienen will, muß vor allem freien Geistes seyn.“  
 — Dann sucht Rheticus seinen Meister von dem Vorwurfe der  
 Nichtachtung gegen die Alten zu befreien: „Diese, sagt er, ist  
 „jedem braven Manne fremd, vorzüglich dem weisen Manne, und  
 „gewiß keinem mehr, als meinem Lehrer. Er war weit davon  
 „entfernt, die Meinungen der alten Philosophen schnell zu ver-  
 „werfen, und nur gewichtige Gründe, nur unwiderstehliche That-  
 „sachen, gewiß aber nie die Liebe zu Neuerungen, konnte ihn  
 „zu einem solchen Schritte bewegen. Seine Jahre, der Ernst  
 „seines Charakters, seine tiefe Gelehrsamkeit und der Edelsinn  
 „seines großmüthigen Geistes entfernten ihn sehr weit von  
 „einem solchen Hange, der nur der Jugend, oder heftigen und  
 „leichtbeweglichen Gemüthern, oder endlich jenen angehört, die sich  
 „auf ihre kleinen Kenntnisse große Dinge einbilden, *των μεγα-*  
*φρονοντων επι θεωρια μικρη*, wie Aristoteles sagt.“ — In dieser  
 Achtung vor den großen Männern, die ihm vorausgegangen  
 sind, verbunden mit dem Talente, den Geist ihrer Lehre auch dann  
 noch festzuhalten, wenn das todte Wort derselben nicht mehr  
 haltbar ist, darin besteht ohne Zweifel die eigentliche geistige Con-  
 stitution aller großen Erfinder.]

Nebst dieser intellectuellen Kraft aber, die zur Errichtung eines  
 ganz neuen Systems erfordert wurde, war auch kein kleiner Grad  
 von Muth zur öffentlichen Bekanntmachung seiner Entdeckungen  
 nothwendig. Sie waren mannigfaltigen Streitigkeiten und Gegen-  
 reden, sie waren der Deutung einer böswilligen Absicht, und selbst  
 dem Vorwurfe der Kezerei bloßgestellt. Doch war wohl diese  
 letzte Gefahr nicht so groß, als man von den heftigen Kämpfen und  
 den gewaltsamen, selbst gerichtlichen Handlungen schließen möchte,  
 die späterhin zu Galilei's Zeiten eintraten. Der Dogmatismus  
 des Mittelalters, der sich seinem Untergange näherte, behandelte  
 zwar wissenschaftliche und religiöse Wahrheiten für identisch,  
 aber er fand sich doch, wenigstens damals noch, nicht unmittelbar  
 durch den Fortschritt der physischen Erkenntniß angegriffen, daher  
 er auch den neuen geistigen Bewegungen mit ruhiger Gleich-  
 gültigkeit zusah. Dennoch wurden auch jetzt noch die Anforde-

rungen der Schrift und der kirchlichen Autorität als die höchsten in allen Dingen betrachtet, und gar manche mochten durch die neuen schriftlichen Auslegungen, die aus jener Lehre folgten, beunruhigt und selbst gekränkt werden. Copernicus scheint dieses Uebel vorhergesehen zu haben, und aus dieser und noch mancher andern Ursache hielt er wohl die Bekanntmachung seines Werkes so lange zurück. Er gehörte selbst dem geistlichen Stande an und war, vielleicht durch Unterstützung seines Onkels von mütterlicher Seite, Präbendarius der Johanneskirche zu Thorn und Domherr von der Kirche zu Frauenburg in der Diocese von Ermeland <sup>4)</sup>. Er hatte früher in Bologna studirt, wurde i. J. 1500 Professor der Mathematik in Rom, und später setzte er seine Studien und Beobachtungen zu Frauenburg, am Ausflusse der Weichsel, fort. Die Entdeckung seines neuen Systems muß schon vor dem Jahre 1507 stattgehabt haben, denn im Jahre 1543 berichtet er Pabst Paul III., in der Dedication seines Werkes, daß er seine Schrift viermal die Zeit von neun Jahren, die Horaz empfiehlt, bei sich zurückgehalten und daß er dieselbe auch dann noch nur auf das ernstliche Zureden seines Freundes, des Cardinals Schomberg, dessen Brief den Werken beige druckt ist, herausgegeben habe. „Ob schon ich weiß, setzt er hinzu, daß die Ideen eines Philosophen nicht von der Meinung der Menge abhängen, da sein Zweck ist, in allen Dingen der Wahrheit nachzustreben, so weit dieß von Gott dem menschlichen Verstande erlaubt ist; so mußte ich doch, bei der Betrachtung, daß meine Theorie vielen absurd erscheinen wird, lange anstehen, ob ich mein Werk bekannt machen, oder ob ich den Inhalt desselben, nach den Beispielen der Pythagoräer, nur durch mündliche Tradition meinen Freunden mittheilen soll.“ Man bemerke aber, daß er hier nur von den Astronomen, nicht von den anderen Zeloten seiner Zeit spricht. Die letzteren scheint er in der That für viel weniger furchtbar zu halten. „Wenn es, sagt er am Ende seiner Vorrede, wenn es vielleicht einige *καταιολογοι* (eitle Schwäher) gibt, die nichts von Mathematik verstehen, die aber aus einigen zu ihrer Absicht listig verzerrten Stellen der Schrift ihr Urtheil fällen und mein Unternehmen tadeln und angreifen wollen, so beachte ich sie nicht weiter und sehe auf ihre Aussprüche als auf unüberlegte verächtlich

4) Rheticus, Nar. S. 94.

„herab.“ Er schickt sich dann an, zu zeigen, daß die Kugelgestalt der Erde, (die daher unter den Astronomen seiner Zeit ein bereits unbestrittener Punkt seyn mußte), aus ähnlichen Gründen auch von Lactantius angegriffen worden sey, der in andern Rücksichten wohl ein sehr achtbarer Schriftsteller sey, in dieser aber nur sehr kindisch gesprochen habe. In einem andern dem Werke beige-druckten Briefe, (der nach Kepler <sup>5</sup>) von Andreas Osiander seyn soll), wird der Leser erinnert, daß die Hypothesen der Astronomen nicht als unumstößliche Wahrheiten, sondern nur als Mittel, die Erscheinungen zu erklären, aufgestellt zu werden pflegen. Diese Ausflucht scheint in der That auch noch jetzt gebraucht zu werden, wenn man die Schwierigkeiten vermeiden oder umgehen will, die aus der Lehre von der Bewegung der Erde, wenn sie mit mehreren Stellen der Schrift verglichen wird, entstehen. Die bekannten Herausgeber der Principien Newton's von der G. J. haben dem dritten Buche dieses Werkes eine Declaration beige-fügt, daß auch sie die Bewegung der Erde nur als eine Hypo-these gelten lassen, und dabei sich den höheren Befehlen gegen diese Bewegung der Erde willig unterwerfen. — *Latis a summis P. contra telluris motum decretis nos obsequi profiteamur.* Uebrigens muß man auch bedenken, daß zur Zeit des Copernicus die Lehre von der Bewegung der Erde noch nicht mit den Gesetzen der Mechanik in engerer Verbindung gestanden ist und daher auch nicht so deutlich als wahrhaft bestehend erkannt werden konnte, als in späteren Zeiten.

Dieser lange Aufschub des großen Werkes brachte endlich den Verfasser desselben an den Rand seines Lebens. Er starb in demselben Jahr (1543), in welchem seine Schrift erschien <sup>6</sup>). Doch

5) M. s. das Motto zu Kepler's: *De stella Martis.*

6) Nicolaus Copernicus war zu Thorn i. J. 1472 nach Funcken (oder nach Märlin i. J. 1473) geboren. Sein Vater, Nicolaus Koppernik, war ein Wundarzt in Krakau, und seine Mutter Barbara Wazelrod, war eine Schwester des Bischofs von Ermeland. Seine ersten höheren Studien machte er auf der Universität von Krakau, wo er auch den medicinischen Doctorgrad erhielt. In seinem 23sten Jahre unternahm er eine Reise nach Italien, wo er sich zuerst in Bologna bei dem berühmten Astronomen Dominic Maria Novarra aufhielt, und dann nach Rom zog, wo er eine

war bereits vor dieser Epoche sein System gewissermaßen schon bekannt und auch sein Ruhm überall verbreitet. Der Cardinal

Lehrerstelle der Mathematik erhielt. Nach einigen Jahren kehrte er nach Thorn zurück und erhielt durch Verwendung seines Oheims, des Bischofs von Ermeland, ein Canonicat an dem Domstifte zu Frauenburg. Die ersten Jahre daselbst brachte er in Streitigkeiten mit dem deutschen Ritterorden zu, der Eingriffe in die Rechte seines Stiftes machen wollte. Nachdem er sich Ruhe verschafft hatte, lebte er ganz seinem Amte und seinen Studien. Von seinem Bischofe und selbst von dem Könige wurde er öfter zu Staatsgeschäften, unter diesen auch zur Regulirung des damals sehr verfallenen Münzfußes in Polen verwendet. Seine Musestunden widmete er der Astronomie, zu welchem Zwecke er sich selbst mehrere Instrumente, größtentheils aus Holz, verfertigt und damit viele Beobachtungen gemacht haben soll. Seit dem Jahre 1516 legte er sich besonders auf eine genauere Bestimmung der Umlaufzeit des Mondes, wozu ihn die auf dem lateranischen Concilium auf's neue angeregte Kalenderverbesserung veranlaßte, die aber erst später i. J. 1582 von Gregor XIII. ausgeführt wurde. Um das Jahr 1530 scheint er bereits sein großes Werk, das die Entdeckung der neuen Weltordnung enthielt, geschrieben zu haben, mit dessen Bekanntmachung er bis zu dem Jahre 1542 zurückhielt. Im Jahre 1536 erhielt der Cardinal Nicolaus Schomburg eine Abschrift des Werkes von seinem Verfasser und drei Jahre nachher legte Rheticus, Professor in Wittenberg, seine Lehrerstelle nieder, um sich zu Copernicus zu begeben, um von ihm selbst sein neues System kennen zu lernen. Rheticus ließ noch in dem Jahre 1539 eine an den Mathematiker Schoner in Nürnberg gerichtete Abhandlung unter dem Titel „Narratio“ drucken, und durch diese Schrift wurde die Entdeckung seines Meisters zuerst allgemein bekannt. Unter den Gründen, die den Copernicus zu der langen Zurückhaltung seines Werkes bewogen, soll auch der gewesen seyn, daß er die Spötteleien der Unwissenden von sich abhalten wollte. Seine Gegner, die ihn für einen ruhmstüchtigen Neuerer verschrieen, hatten einen Kommödenschreiber verdedet, daß er, wie Aristophanes den Sokrates, den Astronomen auf die Bühne bringe und vor dem Volke lächerlich mache. Endlich wollte er, von seinen Freunden gedrängt, bloß die Tafeln der Sonne und der Planeten, wie sie aus seiner neuen Theorie folgten, bekannt machen, in der Hoffnung, wie er sagte, daß die Kenner aus diesen Tafeln auf die ihnen zu Grunde liegende Theorie werden zurückschließen können. Allein damit waren seine Freunde, besonders der Bischof von Culm, Tiedemann Giese, nicht einver-

Schomberg sagt in seinem schon erwähnten Brief von d. J. 1536: „Wenn ich vor Jahren schon von so vielen Personen Ihre Verdienste rühmen hörte, so wuchs meine Liebe zu Ihnen immer mehr, und ich wünschte allen unsern Zeitgenossen Glück, in deren Mitte Sie auf eine so ehrenvolle Weise glänzen. Ich habe nämlich vernommen, daß Sie nicht bloß mit den Entdeckungen der griechischen Mathematiker innig vertraut sind, sondern daß Sie auch ein neues Weltssystem aufgestellt haben, in welchem Sie zeigen, daß die Erde sich bewegt, und daß die Sonne die unterste, also auch die mittlere Stelle einnimmt, während die Sphäre der Fixsterne fest und unbeweglich bleibt.“ Darauf ersucht er ihn auf das angelegenste, sein Werk auch herauszugeben. Dieses scheint im Jahr 1539 geschrieben worden zu seyn, und 1540 soll es durch Achilles V. Gessarum von Feldkirch an den Dr. Bogelinus in Constanz als eine Palingenesie (Wiedergeburt) der Astronomie geschickt worden seyn. Am Ende des Werkes steht die bereits oben erwähnte „Narratio“ des Rheticus. Dieser war zu Copernicus gereist, um seine Theorie näher kennen zu lernen, und wir haben bereits gehört, mit welcher Bewunderung er von seinem Lehrer spricht; „Er scheint mir, sagt Rheticus, mehr als irgend ein anderer Astronom, dem Ptole-

---

standen, und er entschloß sich endlich, sein schon längst vollendetes Manuscript demselben Giese zu übergeben, um die Herausgabe desselben zu veranstalten. Dieser sandte es an Rheticus, der es sofort in Nürnberg unter der Aufsicht seiner gelehrten Freunde Schoner, Ostander u. a. drucken ließ. Es erschien unter dem Titel: Nicolai Copernici, Torinensis, de Revolutionibus orbium coelestium libri sex cum tabulis expeditis, Norimbergae 1543. Fol. Spätere Auflagen sind zu Basel 1566 und zu Amsterdam 1617 erschienen. — Kurz vor der Beendigung des Druckes erkrankte der sonst kräftige siebenzigjährige Greis. Ein Schlagfluß hatte seine rechte Seite gelähmt; dadurch ermatteten auch seine Geisteskräfte und er verschied am 24sten Mai 1543. Nur wenige Stunden vor seinem Tode wurde ihm noch das erste, eben angekommene Exemplar seines vollendeten Werkes überreicht. Seine Leiche wurde in dem Dome zu Frauenburg vor dem Altare bestattet. Lebensbeschreibungen des Copernicus sind von Gassendi, Lichtenberg und Westphal erschienen. L.

„mäus zu gleichen.“ Und dieß war, muß man hinzusehen, die höchste Vergleichungsstufe, die er wählen konnte.

### Drittes Capitel.

## Folgen der Copernicanischen Epoche. Aufnahme und Verbreitung der neuen Theorie.

### Erster Abschnitt.

#### Erste Aufnahme der neuen Theorie.

Die Lehre des Copernicus ging unter den Astronomen seiner Zeit ihren Weg auf die Weise, wie wahre Theorien immer den Beifall der competenten Richter zu erhalten pflegen. Sie führte zuerst zur Construction von Tafeln der Sonne, des Mondes und der Planeten, wie die Theorie des Hipparch oder Ptolemäus zu ihrer Zeit ebenfalls gethan hat, und die Verifikation dieser Tafeln zeigte sich in der Uebereinstimmung derselben mit den Beobachtungen. — Dem erwähnten Werke „De Revolutionibus“ sind auch bereits solche Tafeln beigegeben worden. Im Jahre 1551 gab Reinhold ähnliche, aber verbesserte Tafeln nach dem Copernicanischen Systeme heraus. „Wir sind, sagt er in seiner Vorrede, dem Copernicus großen Dank schuldig für seine mühsamen Beobachtungen sowohl, als vorzüglich für seine Wiederherstellung der wahren Lehre von der Bewegung der himmlischen Körper. „Obchon aber seine Geometrie sehr gut ist, so scheint der gute alte Mann doch in seinen numerischen Berechnungen etwas sorglos gewesen zu seyn. Ich habe daher das Ganze noch einmal durchgerechnet, indem ich seine eigene Beobachtungen mit denen des Ptolemäus und anderer verglich, und dabei den allgemeinen Plan des Copernicus unverrückt im Auge behielt.“ Diese Prutenischen wurden in dem Jahre 1571 und 1585 wieder aufgelegt und blieben längere Zeit durch in gutem Rufe, bis sie endlich im Jahr 1627 von den Rudolphinischen Tafeln Kepler's verdrängt wurden. Die Benennung Prutenische (oder Preussische) Tafeln wurden dem Copernicus zu Ehren gewählt, da durch ihn

seine Landsleute zuerst berechtigt wurden, in den Kreis der wissenschaftlichen Männer Europa's einzutreten. In einer ähnlichen Absicht hatte auch Rheticus ein „*Encomium Borussiae*“ geschrieben, das ebenfalls seiner oben erwähnten *Narratio* beige- druckt worden ist.

Diese auf die Copernicanische Theorie gegründeten Tafeln wurden früher allgemeiner aufgenommen, als die Theorie selbst. So gab Maginus i. J. 1587 zu Venedig „eine neue Theorie der Himmelsbahnen, in Uebereinstimmung mit den Beobach- tungen des Copernicus“ heraus, in deren Vorrede, nach einer dem Copernicus dargebrachten Huldigung, er sagt: „Er hat, ent- weder um sein Talent zu zeigen, oder aus anderen Gründen, die alten Meinungen des Nicetas, Aristarch u. a. über die Be- wegung der Erde wieder aufbringen wollen, und dadurch die angenommene Weltordnung verwirrt, aus welcher Ursache auch viele seine Hypothese mißfällig aufgenommen oder ganz ver- worfen haben. Ich habe es für angemessener gehalten, die Hy- pothesen des Copernicus von mir zu weisen, aber dabei seine Beobachtungen und den darauf gebauten Prutenischen Tafeln andere Gründe unterzulegen,“ womit er aber wahrscheinlich auch nur gewissen Vorwürfen ausweichen wollte.

Indeß wurde die neue Lehre doch von vielen, selbst noch vor dem öffentlichen Auftreten derselben mit Beifall aufgenommen. Wir haben bereits gehört, mit welcher Begeisterung Rheticus davon gesprochen hat. „So hat Gott, ruft er aus, meinem vortrefflichen Lehrer ein großes, endloses Reich übergeben, das er ihm auch zu leiten, zu beherrschen und zu erweitern verleihen wolle zur völligen Bekräftigung der astronomischen Wissenschaft.“

Von den ersten Bekennern der neuen Lehre, welche dieselbe noch vor den darüber entstandenen Streitigkeiten angenommen hatten, nennen wir nur Mästlin und seinen Schüler, den großen Kepler. Mästlin (geb. 1550, gest. 1631) gab i. J. 1588 eine „*Epitome Astronomiae*“ heraus, in welcher die Unbeweglichkeit der Erde noch behauptet wird. Aber i. J. 1596 gab er Kepler's „*Mysterium Cosmographicum*“ und die „*Narratio Rhetici*“ heraus, und diesem Werke fügte er einen Brief von seiner Hand bei, in welchen er das Copernicanische System durch diejenigen physischen Gründe vertheidigte, die wir später kurz angeben werden, da sie in den über diesen Gegenstand entstandenen Strei-

tigkeiten als die gewöhnlichsten angeführt zu werden pflegten. Kepler selbst sagt in der Vorrede zu seinem so eben erwähnten Werke: „Als ich in Tübingen die Vorlesungen des Michael „Mästlin hörte, wurde ich durch die vielerlei Unzulänglichkeiten des „alten Weltsystems ganz verwirrt, aber dafür erfreute mich die „Lehre des Copernicus desto mehr, von welcher mein Lehrer in „seinen Vorträgen so viel Aufsehens machte, daß ich diese Lehre „nicht nur in unseren öffentlichen Disputationen mit den Candi- „daten der Universität vertheidigte, sondern daß ich auch damals „schon eine eigene Thesis über die „erste Bewegung“ schrieb, die „durch die Bewegung der Erde erzeugt wird.“ Dieß muß gegen das Jahr 1590 gewesen seyn.

Die verschiedenen Ansichten, mit welchen das neue System aufgenommen wurde, führten zu manchen Controversen, die längere Zeit dauerten. Diese Streitigkeiten drehten sich vorzüglich um eigentlich physische Betrachtungen, die besonders unter den Händen von Kepler und seinem Nachfolger bereits deutlicher hervortraten, als es zur Zeit des Copernicus selbst der Fall war. Wir werden in den letzten Abschnitten dieses Capitels diesem Gegenstande eine besondere Betrachtung widmen. Zuerst aber wollen wir einige Bemerkungen über den Fortgang der neuen Lehre, unabhängig von jenen physischen Speculationen, mittheilen.

### Zweiter Abschnitt.

#### Verbreitung des Copernicanischen Systems.

Die Verbreitung der neuen Lehre ging anfangs sehr langsam vor sich. Auch war in der That einige Zeit nothwendig, bis die damals noch geringen Fortschritte in den Beobachtungen und in der theoretischen Mechanik der neuen Lehre jenes Ansehen, jene innere Kraft geben konnten, die nun, zu ganz anderen Tagen, unsere Verwunderung erregt, daß ein Mensch noch anstehen konnte, einen Gegenstand dieser Art nicht auch sofort anzunehmen, wie er ihm nur eben angeboten wird. Doch gab es zu jener Zeit auch einige speculative Köpfe anderer Art, die von den erweiterten Ansichten, welche ihnen die neue Lehre von dem Weltall eröffnete, nur zu heftig ergriffen wurden. Unter diesen steht der unglückliche Giordano Bruno oben an. Er war um die Mitte des sechszehnten Jahrhunderts zu Nola im Nea-

politischen geboren, und wurde i. J. 1600 zu Rom als Ketzer verbrannt. Doch wurde er zu diesem schmachlichen Ende nicht sowohl durch seine astronomischen Ansichten, sondern durch sein Werk „Spaccio della Bestia trionfante“ geführt, das er in England verfaßt und dem Sir Philip Sidney gewidmet hatte. Uebrigens nahm Bruno einer der ersten das Copernicanische System an, und verband dasselbe noch mit dem Glauben an unzählige andere Welten nebst der, die wir bewohnen, so wie er sich auch mit verschiedenen metaphysischen und theologischen neuen Lehren trug, die er seine „Nolanische Philosophie“ zu nennen pflegte. Im Jahre 1591 gab er sein Werk *De innumerabilibus mundis* heraus, in welchem er behauptet, daß jeder Fixstern eine Sonne ist, um welche sich unserer Erde ähnliche Planeten bewegen. Aber alle diese Ansichten sind bei ihm mit einer großen Masse von grundlosen Wortkrämereien gemischt.

Bruno scheint einen vorzüglichen Theil an der Einführung des Copernicanischen Systems in England zu haben <sup>1)</sup>. Er hatte dieses Land unter der Regierung der Königin Elisabeth besucht, und er spricht von ihr und ihren Rätthen mit großen Lobeserhebungen, mit desto größerem Widerwillen aber auch von dem gemeinen Straßenvolke in London: „Una plebe la quale in essere irrespettevole, incivile, rozza, rustica, selvatica et male allevata, non cede ad altra che pascere possa la terra nel suo seno <sup>2)</sup>. Sein unseren Gegenstand betreffendes Werk hat die Aufschrift: *La cena de le cenere* „Ascherreden am „Aschermittwoch,“ die das von ihm vertheidigte System des Copernicus behandeln. Von den Sprechenden stellt Il Nolano den Verfasser selbst dar, und seine vorzüglichsten Gegner sind zwei *Dottori d'Oxonia*, die er Nundino und Torquato nennt <sup>3)</sup>.

1) M. f. Burton's Anat. Mel. Pref. „Bruno.“

2) Opere di G. Bruno. Vol. I. p. 146.

3) Bruno war anfangs Mönch, entfloß i. J. 1580 aus seinem Kloster nach Genf, hielt sich später abwechselnd in Paris, London, Wittenberg und Helmstädt auf, und kehrte 1592 wieder nach Italien zurück, wo ihn die Inquisition 1595 verhaften, und da er seine Lehren nicht widerrufen wollte, am 17. Februar 1600 dem Scheiterhaufen übergeben ließ. Seine meisten Feinde, deren er sehr viele hatte, erwarb er sich durch seine leidenschaftliche Bekämpfung der Aristotelischen Philosophie. Seine gesammelten

Auch der große Baco von Verulam beharrte sein ganzes Leben durch im Widerstreben gegen das Copernicanische System. Doch muß bemerkt werden, daß er die Meinung von der Bewegung der Erde nicht in der peremptorischen und dogmatischen Weise, die er sonst so oft anwendet, verwirft. So sagt er in seinem „Thema Coeli:“ „Da wir nun die Erde als ruhend voraussetzen, denn dieß erscheint uns die wahre Ansicht der Sache zu seyn u. s. f.“ Und in seiner Abhandlung „Ueber die Ursachen der Ebbe“ drückt er sich so aus: „Wenn Ebbe und Fluth von der täglichen Umwälzung des Himmels kommt, so folgt, daß die Erde unbeweglich ist, oder wenigstens, daß sie sich viel langsamer bewegt, als das Wasser.“ In seiner „Descriptio globi intellectualis“ bringt er die Gründe vor, wegen welchen er die copernicanische Theorie nicht annimmt. „In diesem Systeme,“ sagt er, finden sich viele und große Schwierigkeiten; die dreifache Bewegung, mit der die Erde belastet wird, ist schwer anzunehmen; die gänzliche Absonderung der Sonne von den Planeten, mit welchen sie doch so vieles gemein hat, ist auch nicht wahrscheinlich, so wie die Einführung so vieler unbeweglicher Himmelskörper, der Sonne und aller Fixsterne, die doch alle lichte Körper sind; ferner die Verknüpfung des Mondes mit der Erde mittels eines Epicykels; dieß und so manche andere Annahme läßt uns im Copernicus einen Mann erblicken, der Einfälle jeder Art aufnimmt und in die Natur einführt, wenn sie nur mit seinen Calculationen in Uebereinstimmung gebracht werden können.“ — Baco wünschte offenbar ein solches Weltssystem, dessen Einrichtung seinen Ansichten und der Einfachheit der Natur entspricht, und man darf gestehen, daß dieß zu jener Zeit mit dem Copernicanischen System noch nicht ganz der Fall war, wie man z. B. aus den Epicykeln sieht, die Copernicus von dem alten System beibehalten hat. Man kann auch hinzusehen, daß Baco noch nicht recht klar über das System war, das an die Stelle des Copernicanischen treten sollte. Endlich mag er auch wohl, in Beziehung auf strenge geometrische Begriffe, von derselben Unbestimmtheit befangen gewesen seyn,

---

Schriften wurden (Leipzig. 1830. II. Vol.) von Wagner herausgegeben. M. s. noch Schelling's „Bruno, oder über das göttliche, und natürliche Princip der Dinge.“ Berl. 1802. L.

die wir oben bei Aristoteles so oft bemerkt haben. Ohne diese Annahme kann man sich nicht gut erklären, wie Baco die Auflösung der scheinbar unregelmäßigen Bewegung der Planeten in zwei regelmäßige für unnütz erklären sollte. An einem anderen Orte (Thema Coeli S. 246) spricht er überhaupt etwas leichtfertig über diesen Gegenstand: „Die ganze sogenannte retrograde Bewegung der Planeten von Ost gen West existirt gar nicht: sie ist ein bloßer Schein, und sie entsteht nur daraus, daß das feste Himmelsgewölbe mehr auf die eine Seite vorrückt, wo dann der Planet auf der anderen Seite zurückzubleiben scheint“<sup>4)</sup>.

Baco's Zeitgenosse, Gilbert, dessen Weisheit jener so oft preist, war der neuen Lehre mehr geneigt, obschon auch er nicht eben alle Theile derselben in sich aufnehmen wollte. In seinem Werke „De Magneta,“ das i. J. 1600 erschien, trägt er die vorzüglichsten Gründe für das Copernicanische System vor, und schließt damit, daß sich die Erde um ihre Aze drehe<sup>5)</sup>. Er bringt diesen Schluß mit seiner Lehre vom Magnete in Verbindung, und will auf diesem Wege besonders die Präcession der Nachtgleichen erklären. — Aber mit der jährlichen Bewegung der Erde kann er nicht eben so gut zu Stande kommen. In einem nach seinem Tode im Jahr 1651 erschienenen Werke „De Mundo nostro sublunari philosophia nova“ scheint er noch zwischen den beiden Systemen des Tycho und des Copernicus auf und ab zu wanken<sup>6)</sup>. Um diese Zeit scheinen überhaupt viele Zweifel über diese Dinge geherrscht zu haben. Auch Milton war darüber noch unentschieden. Im Anfange des achten Buches seines verlorren Paradieses läßt er den Adam die Schwierigkeiten des ptolemäischen Systems vortragen, und dann den Erzengel Raphael die gewöhnlichen Auflösungen geben, allein bald darauf erklärt der Engel seinem Schüler das neue System, und spricht darin ebenfalls von der dreifachen Bewegung der Erde. Indesß neigte sich Milton offenbar diesem neuen Systeme

4) Unser Verf. sucht hier die unvollkommenen astronomischen Ansichten seines großen Landsmannes noch weiter zu entschuldigen, was wir hier übergehen zu können glauben. L.

5) Gilbert. de Magn. Lib. VI. Cap. 3. 4.

6) Id. Lib. II. Cap. 20.

zu, da er sonst diese Bewegungen der Erde nicht so klar und nicht mit so innigem Vergnügen hätte beschreiben können.

Der berühmte Bischof Wilkins trug vielleicht mehr, als viele andere, zur Verbreitung des neuen Systems in England bei, selbst dann noch, als die Ausschweifungen seiner Schriften eine strengere Abhandlung derselben erregt hatten. In dem Jahre 1638, wo er erst vier und zwanzig Jahre alt war, gab er eine Schrift: „Entdeckung einer neuen Welt“ heraus, in welcher er behauptete, daß der Mond wahrscheinlich auch bewohnt ist, und wo er sogar eine Reise in den Mond nicht für unmöglich hielt. Dieser letzte Vorschlag gab den Kritikern und Wislingen seiner Zeit Gelegenheit, ihr Talent an dem Verfasser zu üben. Zwei Jahre später erschien sein Werk „Gespräch über einen neuen Planeten,“ in welchem er zu beweisen suchte, daß unsere Erde auch ein Planet ist, und in welchem er sich ganz für das copernicanische System erklärte, wobei er alle gegen dasselbe vorgebrachte Einwürfe, besonders die theologischen, zu widerlegen suchte. — Auch Thomas Salisbury trug seinen guten Theil zur Verbreitung der neuen Lehre in England bei. Als ein inniger Verehrer Galilei's gab er im Jahr 1661 eine Uebersetzung mehrerer Schriften des Letztern heraus. Die englischen Mathematiker des siebenzehnten Jahrhunderts, Napier, Briggs, Horrox, Crabtree, Dughtred, Ward, Wallis und Wren waren höchst wahrscheinlich alle entschlossene Copernicaner. Kepler hatte eines seiner Werke dem Napier gewidmet, und Ward erfand eine genäherte Methode, das berühmte Kepler'sche Problem aufzulösen, die jetzt noch unter der Benennung der „einfachen elliptischen „Hypothese“ bekannt ist. Horrox schrieb, und zwar sehr gut, zur Vertheidigung der neuen Lehre seine „Astronomia Kepleriana „defensa et promota,“ die wahrscheinlich schon 1635 verfaßt, aber erst 1673 bekannt gemacht wurde, da der Verfasser schon in seinem zwei und zwanzigsten Jahre gestorben und die Sammlung seiner Schriften lange Zeit unbekannt geblieben war. — Salisbury's Werk aber war für einen anderen Leserkreis bestimmt. „Meine Schrift, sagt er in der Vorrede, ist des Inhalts und „der Ausführung nach vorzüglich für die elegante Welt bestimmt, „und ich vermied daher eben so sorgfältig jede Pedanterie des „Styls, als ich einen schönen und gefälligen Eindruck zu erzeugen suchte.“

Um jedoch den wahren Fortgang des neuen Systems näher kennen zu lernen, müssen wir vorzüglich das neue Licht betrachten, welches durch die Entdeckungen Galilei's auf dieses System geworfen wurde, da dasselbe dadurch gleichsam erst die practische Bestätigung seiner inneren Wahrheit erhielt.

### Dritter Abschnitt.

#### Practische Bestätigung des copernicanischen Systems durch Galilei's Entdeckungen.

Der große Zwischenraum, der die letzten Entdeckungen der Alten von den ersten der Neueren trennte, bot eine hinlängliche Zeit dar, um jene ersten in allen ihren Folgen umständlich zu entwickeln. Als aber der menschliche Geist wieder einmal zur Selbstthätigkeit erwacht war, schlug er sofort einen ganz anderen Weg ein. Nun häuften und drängten sich die neuen Entdeckungen, und kaum hatte sich dem erstaunten Blicke ein bisher unbekanntes Feld geöffnet, als sich demselben schon wieder eine andere, noch reichere Gegend zeigte. So kömmt es, daß die Geschichte dieses Zeitraums die Entstehung mehrerer ganz neuen Wissenschaften in sich schließt, die aber alle erst in der folgenden Periode ihre vollständige Ausbildung erhalten konnten, wo sie oft noch, durch diese Ausbildung selbst, eine ganz andere Gestalt erhielten. Auf diese Weise wurde z. B. die Statik, deren Wiedererweckung in die gegenwärtige Periode gehört, in der folgenden durch die Dynamik gleichsam verfinstert oder doch in den Hintergrund gestellt, und eben so wurde auch das copernicanische System, in der von seinem Entdecker aufgestellten Gestalt, nur als ein integrierender Theil von der ein viel höheres Interesse ansprechenden physischen Astronomie aufgenommen und gleichsam absorbiert.

Doch wurden, auch schon in diesem Zeitraume, Entdeckungen gemacht, welche die Wahrheit der heliocentrischen Theorie auf einem anderen, practischen Wege, unabhängig von den physischen Principien derselben, bestätigen sollten. Ich spreche von den neuen Ansichten des Himmels, die wir dem Fernrohre verdanken; von der Entdeckung der Mondsflecken, der Lichtphasen der Venus, der Jupitersmonde und des Saturnringes. — Diese Entdeckungen erregten zu ihrer Zeit das höchste Interesse. Die

Schönheit der neuen Gegenstände, die sich nun dem Auge des Beobachters darboten; die Erweiterung der Grenzen des Weltalls, welche diese Entdeckungen gewährten, und endlich auch, was uns hier zunächst angeht, der mächtige Einfluß derselben auf die endliche Trennung des alten und neuen astronomischen Systems und auf den für alle Zeiten entscheidenden Sieg des letzteren über das erste — dieß alles macht die Zeit dieser Entdeckungen zu einer sehr wichtigen Epoche unserer Geschichte. Es mag immerhin wahr seyn, was Lagrange und Montucla sagte, daß die von Galilei entdeckten Geseze der Bewegung den tiefen Geist dieses Mannes in einem viel höheren Grade beurkundeten, als alle die neuen Gegenstände, die er mit seinem Fernrohre am Himmel gefunden hat, allein diese letzteren zogen bei weitem den größten Theil der Aufmerksamkeit der Menschen gewaltsam an sich, und sie wurden auch bald der Gegenstand von sehr lebhaften Diskussionen.

Es ist nicht unsere Absicht, die erste Veranlassung und die näheren Umstände der Entdeckung des Fernrohres zu beschreiben. Man weiß, daß Galilei sein Instrument gegen das Jahr 1609 verfertigt, und daß er dasselbe sofort auf den Himmel angewendet hatte. Die Entdeckung der Satelliten Jupiters war beinahe der unmittelbare, erste Lohn seines Fleißes, und er kündigte dieselbe in seinem „Nuncius Sidereus“ an, der 1610 in Venedig erschien. Der lange Titel dieses Werkes wird am besten die Ansprüche kund geben, welche dasselbe auf die Aufmerksamkeit des Publikums machen sollte: „Der himmlische Bote verkündigt ein großes und wundervolles Schauspiel, das derselbe vor Jederman, besonders aber vor den Gelehrten und Astronomen darstellt, entdeckt von Galileo Galilei, mit Hülfe eines von ihm erfundenen Fernrohres, nämlich: auf der Oberfläche des Mondes, in unzähligen Fixsternen der Milchstraße, in Nebelsternen, besonders aber in vier kleinen Planeten, die sich in verschiedenen Entfernungen und Perioden mit wunderbarer Geschwindigkeit um Jupiter bewegen, alle bisher ganz unbekannt, von dem Verfasser erst kürzlich entdeckt und die Mediceischen Gestirne zugenannt u. f.“

Das Interesse, welches diese Entdeckungen erregten, war tief und allgemein, und so wenig waren noch die Menschen jener Zeit gewohnt, ihre wissenschaftlichen Ansichten diesen neuen

Thatsachen anzupassen, daß viele von diesen „Bücherphilosophen,“ wie sie Galilei nannte, glaubten, diese Entdeckungen wieder zu nichte machen zu können, wenn sie nur auch wieder ein Buch gegen dieselben in die Welt schickten. Desto größer war dagegen der Einfluß derselben Entdeckungen auf die Annahme und Begründung des copernicanischen Systems. Sie zeigten, daß die wahre Welt ganz verschieden von derjenigen ist, welche die alten Philosophen ausgedacht hatten, und sie führten zugleich auf die Vermuthung, daß der Mechanismus der himmlischen Bewegungen viel größer und mannigfaltiger seyn werde, als man bisher geglaubt hatte. Wenn überdies die kleine Mondenwelt Jupiters dem Auge sich als ein Bild, als ein Modell des ganzen Sonnensystems, so wie es von Copernicus angenommen wurde, darstellte, so galt es zugleich, durch die beinahe unwiderstehliche Analogie, die zwischen beiden herrschte, als einer der stärksten Beweise für die neue Lehre. Auf diese Weise wurde Jupiter mit seinen vier Satelliten, wie J. Herschel gesagt hat, der *U n h a l t s p u n k t* aller Copernicaner. Selbst Baco konnte sich der Einwirkung eines solchen Arguments nicht entziehen, obschon er die Bewegung der Erde anzunehmen sich geweigert hatte. „Wir erkennen, sagt er, die der Sonne folgende Anordnung (solisequium) der beiden Planeten Merkur „und Venus, seit wir von Galilei gelernt haben, daß auch „Jupiter solche Begleiter hat.“ (Baco, *Thema Coeli*. IX. p. 253.)

Derselbe „Nuncius sidereus“ enthielt noch manche andere Entdeckungen, die im Grunde, obschon auf anderen Wegen, zu demselben Ziele führten. Die nähere Betrachtung des Mondes zeigte, daß er ein solider Körper mit einer sehr unregelmäßigen, schroffen Oberfläche ist. Obschon diese Bemerkung nicht unmittelbar mit der neuen Lehre des Copernicus in Verbindung stand, so war sie doch ein Beweis mehr gegen die Anhänger des Aristoteles, die mit ihrer Philosophie den Mond zu einem ganz anderen Körper gemacht, und die gar manche, nun offenbar ganz unstatthafte Gründe für diese Mondflecken angegeben hatten. Auf gleiche Weise führten auch die übrigen Entdeckungen zu demselben Ziele, wie z. B. all' die neuen, bisher unbekanntten, dem unbewaffneten Auge unsichtbaren Fixsterne, die wunderbaren Nebelsterne u. dergl.

Allein noch vor dem Ende dieses Jahres (1610) hatte Galilei schon wieder neue Mittheilungen zu machen, die auf eine noch entscheidendere Weise für das copernicanische System sprechen. Er hatte sich nun von der Bewegung der Venus um die Sonne auf die bestimmteste Art, nämlich durch unmittelbare Beobachtung, überzeugt, indem er sah, daß dieser Planet während jeder seiner Revolutionen ganz dieselben Lichtgestalten annimmt, die uns unser Mond in dem Laufe eines jeden Monats zeigt. Er drückte dieß durch den Vers aus:

*Cynthiae figuras amulatur mater amorum.*

„Venus, Mutter der Liebe, ahmt der Cynthia (Diana) Bild nach.“

welchen Vers er aber, nach der Sitte jener Zeit, mit verkehrten Buchstaben (*litteris transpositis*) in seinem schriftlichen Bericht über diese Entdeckung aufnahm, um sich dadurch die Priorität seiner Entdeckung, noch vor der eigentlichen Bekanntmachung derselben, zu sichern.

Es war immer einer der stärksten Einwürfe gegen das copernicanische System, daß diese Lichtgestalten der Venus und des Merkurs, die doch eine unmittelbare Folge dieses Systems seyn mußten, nicht statthatten, oder doch, was für uns dasselbe seyn mußte, nicht gesehen werden konnten. Copernicus wußte sich gegen diesen Einwurf nicht anders zu schützen, als daß er diese beiden Planeten durchsichtig annahm, so daß die Strahlen der Sonne durch sie frei durchgehen konnten. Galilei nimmt daran Gelegenheit, die Festigkeit des seltenen Geistes zu preisen, der sich durch diese Schwierigkeit nicht von einem System ablenken ließ, das in allen anderen Beziehungen so gut mit den Erscheinungen übereinstimmte <sup>1)</sup>. Aber so lange das Schicksal der neuen Theorie noch unentschieden war, mußte doch eben dieser Mangel als die eigentliche schwache Seite derselben betrachtet werden.

Auch noch in einer anderen Gestalt war dieser Einwurf für das ptolemäische sowohl, als auch für das copernicanische System einigermaßen beklemmend. Warum, so fragte man, warum erscheint Venus nicht sechsmal größer in ihrer Erdnähe, als in der Erdferne? — Der Verfasser des dem Werke des Copernicus vorgesezten Briefes nimmt zu diesem Argumente seine Zuflucht,

1) Lib. of. Usef. Know. Life of Galilei. S. 35.

um sich gegen die Gefahr des Vorwurfs zu schützen, daß er an die Realität des neuen Systems glaube. Bruno aber suchte demselben durch die Wendung zu begegnen, daß leuchtende Körper anderen Regeln der Perspective unterliegen, als dunkle. Allein die wahre Antwort auf diese Frage erfolgte nun gleichsam von selbst. Venus erscheint uns nicht sechsmal größer, wenn sie sechsmal näher bei uns ist, weil der beleuchtete Theil derselben nicht ebenfalls sechsmal größer ist, und da Venus überhaupt zu klein für unsere unbewaffneten Augen ist, um ihre Gestalt, um die wahre Form ihres beleuchteten Umrisses zu sehen, so beurtheilen wir diese Gestalt, oder die scheinbare Größe derselben nur nach der Menge von Licht, welche uns der Planet zuschickt.

Die übrigen großen Entdeckungen, die man durch das Fernrohr am Himmel gemacht hat, die des Saturnrings und seiner Satelliten, die der Sonnenflecken u. a. gehören den weiteren Fortschritten der Astronomie an. Doch können wir hier schon bemerken, daß die Lehre von der Bewegung des Merkurs und der Venus um die Sonne noch eine weitere Bestätigung durch die Beobachtung Kepler's erhielt, der i. J. 1631 den Merkur vor der Sonnenscheibe sah. Der Engländer Horroy war der erste, der i. J. 1639 auch einen Vorübergang der Venus vor der Sonne beobachtete.

Diese Ereignisse sind ein merkwürdiges Beispiel von der Art, auf welche die Entdeckung in einer Kunst (denn so muß für jene Zeit die Verfertigung der Fernröhre genannt werden) ihren Einfluß auf den Fortgang einer Wissenschaft zu nehmen pflegt. In der Folge werden wir noch ein auffallenderes Beispiel von der Art sehen, wie selbst zwei Wissenschaften (die Astronomie und die Mechanik) auf einander Einfluß haben und sich gegenseitig fördern können.

#### Vierter Abschnitt.

##### Einwürfe gegen das Copernicanische System.

Wir haben oben gesehen, daß die Lehren des Copernicus unter den Gelehrten seiner Zeit keine besondere Unruhe erweckten, und als Grund davon haben wir angegeben, daß diejenigen, welche in Glaubenssachen die oberste Autorität ansprachen,

von den sich allmählig erhebenden Neuerern noch nicht beunruhigt und angegriffen waren, wie sie es bald darauf in der That geworden sind. Auch müssen wohl die verschiedenen Umstände und Denkweisen der italiänischen und der ultramontanen Gelehrten jener Zeit berücksichtigt werden. Jene bewegten sich in den unmittelbaren Strahlen des h. Stuhls, waren also auch weniger kühn in ihren Speculationen und zurückhaltender in der Veröffentlichung ihrer Meinungen. Viel geringer aber war dieser Einfluß in Polen und Deutschland, und man findet keine Spur, die diesen Ländern die Ehre streitig machen könnte, die neue Lehre des Copernicus vor allen zuerst, aus Ueberzeugung und ohne alle Opposition, aufgenommen zu haben. Die große Reform, die in Deutschland um' dieselbe Zeit der ersten Verbreitung des copernicanischen Systems statthatte, zeigte hinlänglich, daß dieß das Land sey, wo der Gedanke seine Unabhängigkeit zu behaupten strebt, und wo die Autorität, so lange sie mit Klugheit gepaart bleibt, sich keine anmaßenden Forderungen erlauben kann.

In Italien aber war die Meinung vorherrschend, daß jene Autorität nur dann aufrecht erhalten werden kann, wenn sie in allen Dingen als die höchste Instanz auftritt. Der dogmatische Geist des Mittelalters, den wir bereits oben geschildert haben, lagerte noch auf den Institutionen dieses Landes im siebenzehnten Jahrhundert, und in Uebereinstimmung mit diesem Geiste galt es für ein Verbrechen, althergebrachte Meinungen zu stören, oder auch die Philosophie von der Religion zu trennen. Der Satz, daß die Erde in der Mitte der Welt ruhig stehe, war nicht bloß ein Theil der damals herrschenden Schulphilosophie, sondern er war auch, so wurde es wenigstens angenommen, durch die Schrift selbst bestätigt. Aus diesem Grunde sah man also auf die neue Lehre nur mit Mißtrauen und selbst mit Widerwillen hin. Obschon aber dieses System späterhin, bei der officiellen Verurtheilung desselben, als ein „von vielen angenommenes“ bezeichnet wird, so kam es doch nicht eher auf eine auffallende Art zur Kenntnißnahme seiner sogenannten Richter, bis es durch Galilei's Entdeckungen in ein helleres Licht gesetzt, und durch seine Schriften öffentlich angepriesen worden war.

Die Geschichte von der Verurtheilung Galilei's, weil er die Bewegung der Erde gelehrt habe, und sein Widerruf dieser

Lehre in der Gegenwart seiner Richter ist schon so oft erzählt worden, daß es überflüssig seyn würde, sie hier noch einmal zu wiederholen. Näher liegt uns die Betrachtung, welche Folgerungen wir daraus in Beziehung auf den Fortgang der Wissenschaften überhaupt ableiten sollen.

Vorerst bringt sich uns die Bemerkung auf, daß das Betragen des Galilei, so wie das seiner Richter, mehrere Züge von dem ächt italiänischen Charakter an sich trägt. Die Annahme einer höchsten Autorität in allen Meinungssachen, eine Annahme, die dem Menschen und seiner geistigen Kraft so unangemessen ist, scheint in diesem Lande zu einer Art von künstlicher Uebereinkunft geführt zu haben, nach welcher alle öffentlich geäußerten Meinungen nur in Beziehung auf einen gewissen Anstand beurtheilt werden, während die Wahrheit oder Unwahrheit derselben ganz unbeachtet zur Seite liegen bleibt. Diesem gemäß scheint Galilei erwartet zu haben, daß schon der lockerste Schleier einer scheinbaren Unterwerfung gegen jene Autorität hinreichen würde, seine Schutzrede des neuen Systems vor jenen Richtern unbeachtet vorübergehen zu lassen, und eben so wären auch diese Richter im Allgemeinen wieder mit seiner scheinbaren Renunciacion zufrieden gestellt, obschon sie dieselbe nicht immer für aufrichtig halten konnten. Dieser künstliche Zustand der Gesellschaft war ohne Zweifel auch die Ursache von der heimlichen, verstohlenen Weise, mit welcher Galilei seine neuen Lehren einzuschwärzen suchte, eine Weise, die von einigen seiner Biographen als eine feine Ironie gelobt, und von anderen wieder als Gleißnerei getadelt wurde. Man sieht klar, daß Galilei zu allen Zeiten sich bereitwillig gezeigt hat, sich den an ihn ergangenen Forderungen seines Tribunals zu unterwerfen, obschon er ohne Zweifel auch zugleich innigst wünschte, die Sache der Wahrheit, oder was er dafür hielt, nach seinen besten Kräften zu befördern. Ganz derselbe Mangel alles Ernstes erscheint aber auch auf der anderen Seite in der Nachsicht und Milde, mit welcher, wie man jetzt allgemein zugesteht, Galilei während dem ganzen Verlaufe seines Prozesses behandelt worden ist. Denn seine Einkerkelung in den Gefängnissen der Inquisition, wie sein Loos öfter geschildert worden ist, scheint bloß in einigen leichten Beschränkungen bestanden zu haben, zuerst in dem Hause Nicolini's, des Gesandten seines eigenen Landesherrn, des Herzogs von Toscana, und späterhin

in dem Landſitze des Erzbischofs Piccolini, eines ſeiner wärmſten Freunde. Man geht wohl nicht zu weit, wenn man annimmt, daß die ganz ungewöhnlichen Anſprüche ſeiner Richter, denen man nicht aufrichtig nachkommen konnte, und denen man daher nur auf kunſtvollen Wegen zu entgehen ſuchte, bei den italiäniſchen Gelehrten eine gereizte Schlaubeit, aber auch zugleich eine gewiſſe biegsame Servilität erzeugt hat, die ſehr verſchieden iſt von dem kräftigen und unabhängigen Geiſte Deutschlands und Englands<sup>1)</sup>.

Wie dieß auch ſeyn mag, die Verfolger Galilei's ſind noch immer der Mißachtung und dem Unwillen der Menſchheit bloßgeſtellt, obſchon ſie, wie geſagt, erſt dann gegen ihn zu handeln anfangen, als ihre eigene Stellung in der Geſellſchaft ſie dazu zwang, und obſchon ſie auch dann noch mit all' der Milde und Mäßigung verfahren, die ſich mit ihren richterlichen Formen vertrug.

C<sup>2</sup> 62 ~ G 112?

#### Fünfter Abſchnitt.

#### Beſtätigung der heliocentriſchen Lehre durch phyſiſche Gründe. Einleitung zu Kepler's aſtronomiſchen Entdeckungen.

Phyſiſche Gründe werden, wie bereits geſagt, diejenigen genannt, die ſich auf die Ursaſchen der Bewegungen beziehen, wie z. B. auf die Geſetze des freien Falls der Körper. Die nähere Unterſuchung des Copernicanischen Systems führt unmittelbar und ſchon ihrer Natur nach auf ſolche Gründe, aber die unbeſtimmten und ſelbſt unrichtigen Begriffe, die noch immer über das Weſen und die Geſetze der Bewegung vorherrſchten, hinderten noch für einige Zeit alle richtigen Urtheile über dieſen Gegenſtand, und erſchwereten ſonach den endlichen Sieg der Wahrheit über den ſo lange beſtandenen Irrthum. Vorerſt mußte eine ganz neue Wiſſenſchaft, die Mechanik, entſtanden ſeyn, um der neuen Lehre auch von dieſer Seite ihr Recht widerfahren zu laſſen.

Die hierher gehörenden Unterſuchungen wurden zuerſt, wie

1) Der Verf. verbreitet ſich hier in mehrere allgemeine und intereſſante Betrachtungen über dieſen Gegenſtand, die wir aber, da ſie nicht unmittelbar zu dem Zwecke des Werkes gehören, übergehen. L.

man erwarten kann, in den althergebrachten, d. h. in den aristotelischen Formen geführt. So sagte noch Copernicus, daß alle irdischen Körper eigentlich in Ruhe sind, wenn sie eine der Natur angemessene, d. h. eine kreisförmige Bewegung haben, und daß sie entweder steigen oder fallen, wenn sie, nebst jener natürlichen, noch eine geradlinige Bewegung erhalten, durch welche lezte sie eigentlich nur die ihnen von der Natur angewiesene Stelle zu erreichen streben. Aber schon die ersten Schüler des Copernicus wagten es, jenes aristotelische Dogma zu bezweifeln und andere, bessere Gründe, mit ihrer eigenen Vernunft, aufzusuchen. „Der wichtigste Einwurf gegen das neue System, sagt Mätilin, ist der, daß nach ihm die schweren Körper sich gegen den Mittelpunkt des Universums bewegen, während die leichten Körper sich von demselben entfernen sollen. Allein ich möchte fragen, woher haben wir denn diesen Unterschied zwischen leichten und schweren Körpern erhalten? Ist denn unsere Kenntniß des Universums auch in der That so groß, daß wir mit Sicherheit von dem Mittelpunkte desselben sprechen können? Ist denn nicht die Erde und die sie umgebende Luft der eigentliche Ort und die Heimath aller Körper, der schweren, wie der leichten? Was ist aber diese Erde mit sammt ihrer Atmosphäre gegen die Unendlichkeit des Weltalls? Ein bloßer Punkt, ein Pünktchen, oder noch ein kleineres Etwas, wenn es überhaupt noch ein Etwas heißen kann. So wie unsere leichten und schweren Körper alle gegen den Mittelpunkt der Erde zu gehen streben, eben so haben höchst wahrscheinlich auch die Sonne und der Mond und andere Himmelskörper ähnliche Bestrebungen, durch welche sie die kugelförmige Gestalt erhalten, die wir an ihnen sehen. Aber deßhalb ist es noch nicht nothwendig, daß der Mittelpunkt irgend eines dieser Körper auch zugleich der Mittelpunkt des Universums seyn müßte.“

Die auffallendste und wichtigste Schwierigkeit, die sich der Bewegung der Erde entgegen stellte, wurde auf folgende Weise vorgebracht. — Wenn die Erde sich bewegt, wie kömmt es, daß ein Stein, der von der Spitze eines hohen Thurms herabgelassen wird, an dem Fuße dieses Thurms zur Erde fällt? Wenn sich, während dem Fall des Steins, der Thurm zusammt der ganzen Erde von West gen Ost bewegt, so müßte ja der Stein auf der Westseite des Thurmes zurückbleiben. — Die eigent-

liche Antwort auf diese Frage war, daß die Bewegung des Steins in dem Augenblicke, wo er die Spitze des Thurms verläßt, eine doppelte ist; die erste derselben ist, wegen der Anziehung der Erde, abwärts gerichtet, und die zweite hat er gemeinschaftlich mit der Thurmspitze und zwar schon vor seinem Falle. Allein diese Antwort konnte nicht wohl gegeben oder auch nur verstanden werden, bis Galilei und seine Schüler die Lehre von der Composition der Kräfte und der Geschwindigkeiten gehörig auseinander gesetzt hatten. Rothmann, Kepler und andere Anhänger der neuen Lehre gaben ihre Vertheidigung gegen diesen Einwurf gleichsam auf gut Glück oder nur versuchsweise, indem sie sagten, daß die Erde ihre eigene Bewegung den Körpern auf ihrer Oberfläche mittheile. Demungeachtet waren die Thatsachen, die sich auf diese Wahrheit bezogen, Jederman klar und offenbar, und die jungen Copernicaner fanden bald, daß sie auch hier, wie in allen andern Dingen, die Vernunft auf ihrer Seite hatten. Die Angriffe des neuen Systems von Durret, Morin und Riccioli, so wie die Vertheidigungen desselben durch Galilei, Lansberg und Gassendi konnten bei jedem verständigen und unpartheiischen Leser nur einen für die neue Lehre günstigen Eindruck zurücklassen. Morin wollte die Erde in ihrem Fluge aufhalten oder, wie er sagte, die Flügel derselben brechen. Seine *Alae terrae fractae* erschienen im Jahr 1643 und wurden von Gassendi widerlegt. Riccioli aber zählte in seinem *Almagestum novum* (1653) sieben und fünfzig Argumente der Copernicaner für ihr System auf, die er alle siegreich zu widerlegen sich vermessen wollte. Aber solche Widerlegungen, wie er sie vorbrachte, konnten Niemand bekehren. Auch wurden zu seiner Zeit die mechanischen Einwürfe gegen die Bewegung der Erde als ganz grundlos betrachtet, wie wir später sehen werden, wenn wir zu der Erzählung der Fortschritte der Mechanik, als einer eigentlichen Wissenschaft, gelangen werden. In der Zwischenzeit aber gewann die Einfachheit und Schönheit der neuen Theorie stets an Freunden und Bewunderern, selbst unter denen, die aus einer oder der andern Ursache ihren öffentlichen Beifall noch zurückhalten wollten. So mußte selbst Riccioli, der letzte nachhafte Gegner dieses Systems, den Vorzug desselben, in dieser Beziehung, bekennen, und noch im Jahr 1653 gestand er öffentlich in seinem Werke, daß der copernicanische Glaube unter den

gegen ihn erlassenen Decreten mehr zu= als abgenommen habe, so daß er auf diese Erscheinung die Verse des Horaz anwendet <sup>1)</sup>:

Per damna, per caedes, ab ipso  
Sumit opes animumque ferro.

„Unter Gefahr und Niederlage, ja von dem Schwerte  
„selbst nimmt er neue Kraft und Muth.“

Wir haben oben von dem Einfluß der Bewegung der Erde auf die Bewegung der Körper an ihrer Oberfläche gesprochen. Allein die Idee von einem ähnlichen physischen Zusammenhange der einzelnen Theile des Universums erfaßte Kepler <sup>2)</sup> von

1) Riccioli. Almag. novum. S. 102.

2) Johann Kepler, geb. d. 27. Dezember 1571 zu Magstadt, einem Dorfe nahe bei Weil in Württemberg, wo sein Vater ein Gastwirth war. Seine erste Erziehung wurde sehr vernachlässigt. Nach seines Vaters Tod bezog er die Klosterschule zu Maulbronn, und später die Universität zu Tübingen. Die Armuth war hier, wie in seinem ganzen Leben, seine stete Begleiterin. Im Jahre 1593 wurde er Professor der Mathematik zu Grätz, und hier fing er auch an, sich mit Astronomie zu beschäftigen. Im Jahre 1596 erschien sein erstes größeres Werk „Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum,“ und diese Schrift trägt schon ganz das Gepräge seines Geistes, der sich später so eigenthümlich entwickelte. Er nimmt hier das Copernicanische System in seinen Schutz, wobei er viel Scharfsinn, aber noch mehr Phantasie vorherrschen ließ. Drei Jahre später kam er nach Prag, um sich daselbst mit Tycho, mit dem er schon früher in Briefwechsel gestanden hatte, zu astronomischen Zwecken zu vereinigen. Durch Tychos Protection erhielt er hier die Stelle eines kaiserlichen Mathematikers, allein da ihm in den dem dreißigjährigen Kriege vorausgehenden Bedrängnissen seine Besoldung nicht ausgezahlt wurde, ging er, nach einem eilfjährigen dürftigen Aufenthalte in Prag, i. J. 1610 nach Linz als Professor der Mathematik, wo er neue fünfzehn Jahre in nicht weniger drückenden Verhältnissen zubrachte. Im Jahr 1625 trat er in die Dienste eines Privatmanns zu Ulm, wo er sich mit Zeichnungen von Landkarten u. dgl. beschäftigte, und weil ihm auch hier die eingegangenen Bedingungen nicht erfüllt wurden, so ging er 1628 in Wallenstein's Dienste, der ihm eine Professorsstelle an der Universität zu Rostock, über die er das Patronatrecht hatte, verlieh. Da ihm aber auch

einem viel höheren Gesichtspunkte aus, von einem Gesichtspunkte, den man ohne Zweifel für höchst phantastisch gehalten haben würde, wenn das Resultat desselben nicht zugleich auf die schönste und erhabenste Kette von Wahrheiten geführt hätte, das wir in dem ganzen großen Gebiete der menschlichen Erkenntniß aufzufinden vermögen. Ich spreche aber hier von der Existenz der numerischen und geometrischen Gesetze, durch welche die Distanzen, die Umlaufzeiten und die Kräfte der Planeten in ihren Bewegungen um die Sonne beherrscht werden. — Die innige und unererschütterliche Ueberzeugung von der Existenz eines solchen obersten Principis, dessen Entdeckung und weitere Entwicklung Kepler

hier seine Besoldung nicht ausgezahlt wurde, reiste er zu dem Reichstag nach Regensburg, um hier die Auszahlung seiner immer noch rückständigen Pension zu erbetteln. Bald nach seiner Ankunft in Regensburg verfiel er, in Folge der Anstrengungen seiner Reise und des ihn überall begleitenden Kammers, in eine Krankheit und starb am 15. November 1631 in seinem sechzigsten Lebensjahre. — Der Fürst Primas von Dalberg ließ ihm i. J. 1808 in Regensburg ein Monument von Backsteinen durch Subscription setzen. Aber sein wahres Denkmal ist mit Flammenschrift an dem gestirnten Himmel eingetragen, wo es seine dankbaren Landsleute, wenn sie diese Schrift verstehen, lesen können, und wo sie andere auch dann noch lesen werden, wenn von ihnen selbst wahrscheinlich längst schon keine Rede seyn wird.

Kepler's vorzüglichste Schriften sind, nebst den bereits oben angezeigten: *Paralipomena ad Vitellionem, quibus astronomiae pars optica traditur.* Frankf. a. M. 1604. — *Astronomia nova αιτιολογητος* seu *Physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis.* Prag. 1609. — *Dioptrica.* Augsberg 1611. — *Eclogae Chronicae.* Frankfurt 1615. — *Stereometria doliorum vinariorum.* Linz 1615. — *Epitome astronomiae Copernicanae.* 2 Vol. Linz 1618. — *Harmonice mundi.* Linz 1619. — *De Cometis.* Augsberg 1619. — *Chilias Logarithmorum.* Marburg 1624. — *Tabulae Rudolphinae, quibus astronomiae restauratio continetur.* Ulm 1627. — *Somnium astronomicum, opus posthumum de astronomia lunari.* Frankf. 1634. — *Kepleri aliorumque epistolae mutuae, herausgeg. von Hausch.* Leipzig 1718. — Die noch übrigen hinterlassenen, sehr zahlreichen Handschriften Kepler's hat die K. Academie der Wissenschaften zu Petersburg angekauft. Seine Lebensbeschreibung ist den letzt-erwähnten *epistolis mutuis* von Hausch vorgedruckt. Vergl. *Keplers' Leben und Wirken, von Breitschwert.* Stuttg. 1831. L.

ein ganzes höchst thätiges und sorgenvolles Leben weihte, kann nur als die Folge seines tiefen Scharffsinns betrachtet werden. Es ist nicht zu zweifeln, daß diese Ueberzeugung in seinem Geiste zugleich mit einer, wenn gleich nur dunklen Ahnung von einer Centralkraft verbunden war, welche die Sonne auf alle Planeten ausübt. In seinem ersten, auf dieses erhabene Ziel gerichteten Versuche, in seinem „Mysterium Cosmographicum“ sagt er: „die Bewegung der Erde, die Copernicus aus mathematischen Gründen bewiesen hat, möchte ich durch physische, oder wenn ihr lieber wollt, durch metaphysische Gründe beweisen.“ In dem zwanzigsten Capitel desselben Werkes bemüht er sich, einige Verhältnisse zwischen den Entfernungen der Planeten von der Sonne und zwischen ihren Geschwindigkeiten zu finden. Daß aber die alten unbestimmten Begriffe von Kräften auch in diesem Versuche noch immer vorherrschten, kann man aus der folgenden Stelle entnehmen: „Wir müssen demnach eines von beiden voraussetzen, entweder daß die bewegenden Geister, wie sie sich weiter von der Sonne entfernen, schwächer werden, oder daß es einen solchen großen, besonderen Geist der Bewegung in dem Mittelpunkte aller dieser Bahnen, nämlich in der Sonne gebe, der jeden Planeten in eine um so schnellere Bewegung versetzt, je näher ihm dieser Planet ist, dessen Kraft und Einfluß aber mit der Entfernung von der Sonne immer mehr abnimmt und ermattet.“ Bei der Lectüre solcher Stellen darf man nicht vergessen, daß sie unter der Annahme geschrieben wurden, daß eine eigene Kraft nöthig sey, die Bewegung eines Körpers zu ändern sowohl, als auch dieselbe in ihrem gegenwärtigen Zustande zu erhalten, und daß daher ein in einem Kreise sich bewegender Körper still stehen würde, sobald die Kraft des Centralpunkts aufhört, statt daß er sich, wie wir jetzt wissen, in der Tangente des Kreises, nach dem Gesetze der Trägheit, immer weiter fort bewegen wird. Die Kraft, die Kepler hier voraussetzt, ist eine Tangentialkraft, die in der Richtung der Bewegung des Planeten liegt und nahe senkrecht auf den Halbmesser seiner Bahn steht; während im Gegentheile die Kraft, welche ihm von der neueren Mechanik angewiesen wird, in der Richtung dieses Halbmessers liegt und daher nahe senkrecht auf der Bahn des Körpers steht. Kepler's hohe Ahnung war nur richtig in Beziehung auf die Connexion zwischen der eigentlichen Ursache der Bewegung und der Entfernung des

bewegten Körpers von dem Sitze jener bewegenden Ursache, und nicht nur war seine Erkenntniß in allen Theilen des großen Gegenstandes unvollkommen, sondern selbst seine allgemeine Conception von der Wirkungsart einer solchen bewegenden Ursache muß noch als irrig betrachtet werden.

Mit solchen allgemeinen Ueberzeugungen aber, und mit so unvollkommenen physischen Kenntnissen ging der Geist des großen Kepler muthig auf die Entdeckung der numerischen und geometrischen Verhältnisse der einzelnen Parthien des Sonnensystems aus. Er verwendete darauf ungewöhnliche Anstrengung, Geduld und Scharfsinn. Seine Bemühungen wurden auch endlich gekrönt, und er hat die Gesetze, die er so lange suchte, glücklich entdeckt; aber den Zusammenhang dieser Gesetze, den physischen Ursprung derselben in einem andern, noch höheren Gesetze zu entdecken, dieses Verdienst, dieser Ruhm war seinem großen Nachfolger, war Newton vorbehalten.

---

#### Viertes Capitel.

#### Inductive Epoche Kepler's.

##### Erster Abschnitt.

##### Intellectueller Charakter Kepler's.

Verschiedene Schriftsteller <sup>1)</sup> besonders der neueren Zeiten, die uns eine Uebersicht der Entdeckungen Kepler's gegeben haben,

- 1) Laplace, in seinem Précis de l'Hist. de l'Astr. sagt: „Es ist betrübend für den menschlichen Geist, zu sehen, wie selbst dieser große Mann, in seinen letzten Werken sich in seinen phantastischen Speculationen gefällt, und sie gleichsam als das Leben, als die Seele der Astronomie betrachtet.“

In der Lib. of usef. knowl. Gesch. der Ustr. S. 53 heißt es: „Kepler's glücklicher Erfolg wird wohl alle diejenigen mit Besorgniß erfüllen, die gewohnt sind, Beobachtungen und strenge Inductionen, als das einzige Mittel zu betrachten, die Geheimnisse der Natur zu erforschen.“ — Und eben daselbst, in Kepler's Leben, S. 14:

waren überrascht und gleichsam unzufrieden damit, daß seine scheinbar so willkürlichen und phantastischen Conjecturen zu so großen und wichtigen Entdeckungen geführt haben. Sie wurden durch die Lehre ganz in Schrecken gesetzt, die ihre Leser aus der Erzählung des abentheuerlichen Zuges nach dem goldenen Fließe der Erkenntniß ziehen möchten, in welcher der grillenhafte, eigenwillige Held alle herkömmlichen Gesetze des Denkens, wie sie glauben, verletzt, und doch am Ende den glänzendsten Triumph gefeiert habe. — Vielleicht läßt sich aber dieses Paradoxon durch einige einfache Bemerkungen erklären.

Zuerst dürfen wir sagen, daß die Hauptidee, die Keplern in allen seinen Versuchen leitete, nicht nur völlig wahr, sondern daß sie auch zugleich eine sehr philosophische und scharfsinnige Idee gewesen ist, daß nämlich irgend ein algebraisches oder geometrisches Verhältniß zwischen den Distanzen der Planeten, und zwischen ihren Umlaufzeiten oder Geschwindigkeiten existiren müsse. Die feste und unerschütterliche Ueberzeugung von dem Daseyn einer solchen Wahrheit regelte alle seine Versuche, so sonderbar und phantastisch sie auch scheinen mochten.

Dann läßt sich aber auch wohl behaupten, daß große Entdeckungen gewöhnlich nicht ohne Wagniß des kühnen Entdeckers aufzutreten pflegen. Das Auffinden neuer Wahrheiten setzt ohne Zweifel Sorgfalt in der Ueberlegung und genaue Prüfung des Gegenstandes, aber eben so gut auch eine schnelle Auffassung und eine lebendige Befruchtung desselben voraus. Die Erfindungskraft besteht in dem Talente, alle Fälle, die eintreten können, schnell zu übersehen, und aus ihnen die geeigneten auszuwählen. Wenn die ungeeigneten einmal als solche erkannt und verworfen sind, so werden sie auch gewöhnlich bald ganz vergessen, und nur wenige jener Entdecker haben es für gut gefunden, uns auch ihre verunglückten Hypothesen und ihre mißlungenen Versuche mitzutheilen, wie Kepler es gethan hat. Wer immer eine Wahrheit fand, mußte gewöhnlich manchen Irrweg zurücklegen, um zu ihr

---

„Kepler's wunderbares Glück, aus den wildesten und ganz absurdem Einfällen die Wahrheit herauszufinden;“ und wieder S. 54, wo von der Gefahr gesprochen wird: „in dem Auffuchen der Wahrheit dem Beispiele Kepler's zu folgen.“

zu gelangen, und jeder jetzt als wahr erkannte Satz mußte zuerst aus mehreren andern unwahren hervorgesucht und ausgewählt werden. Wenn Kepler so viele Versuche unternahm, die bei einer genaueren Prüfung zum Irrthume führten, so handelte er darin nicht unphilosophischer, als wohl Andere auch gethan haben. Der Geist des Entdeckers geht nicht so vorsichtig auf dem gebahnten Wege einher, der am kürzesten zum Ziele führt. Irrwege und selbst ganz falsche Versuche sind hier oft unvermeidlich. Aber darauf kommt es an, die Falschheit derselben schnell zu entdecken, und den Irrweg nicht länger zu verfolgen, sondern sich sogleich wieder der Wahrheit zuzuwenden. Kepler ist auch dadurch ein so merkwürdiger Mann geworden, daß er uns erzählt, wie er seine Irrthümer selbst zu widerlegen suchte, und daß er uns dieß eben so umständlich als offenherzig erzählt. Dadurch sind seine Schriften in hohem Grade lehrreich und interessant geworden, indem sie uns ein treues Gemälde von dem Verfahren geben, das der menschliche Geist bei seinen Entdeckungen zu befolgen pflegt. Sie zeigen, wir wagen es zu sagen, den gewöhnlichen (obschon etwas carrikirten) Weg des inventiven Talents; sie zeigen uns die Regel, und keineswegs, wie manche bisher geglaubt haben, die Ausnahme von dem Verfahren, welches das Genie bei seinen Unternehmungen zu verfolgen pflegt. Sehen wir noch hinzu, daß wohl manche von Kepler's Einfällen uns phantastisch und selbst absurd erscheinen, jetzt wo Zeit und Nachdenken sie längst widergelegt haben, daß aber auch andere, die in seinen Tagen ganz eben so willkürlich und grundlos waren, in der Folgezeit auf eine Weise bestätigt worden sind, daß sie nun uns höchst scharfsinnig und bewunderungswürdig erscheinen, wie z. B. seine Behauptung von der Rotation der Sonne um ihre Ase, die er noch vor der Erfindung des Fernrohres gemacht hat, oder seine Ansicht von der Abnahme der Schiefe der Ekliptik, die ihm zufolge noch lange dauern, aber dann inne halten und endlich wieder in eine Zunahme übergehen wird<sup>2)</sup>. Wie richtig, wie poetisch schön ist sein Gemälde von der Art, wie er die Wahrheit suchte, die sich bald vor ihm zurückzog, bald wieder zur Nachfolge reizte, und wie glücklich spielt er dabei auf die liebliche Stelle in Virgil's Eklogen an:

2) M. f. Bailly, Hist. d'Astr. Moderne. III. 175.

Malo me Galatea petit, lasciva puella,  
Et fugit ad salices et se cupit ante videri.

Als eine andere Eigenthümlichkeit des seltenen Mannes mag die Umständlichkeit und Mühseligkeit des Verfahrens betrachtet werden, durch welches er sich selbst von den Irrthümern seiner ersten Einfälle zurückzubringen suchte. Eines der nothwendigsten Talente eines erfindungsreichen Geistes ist die leichte Geschicklichkeit, diejenigen Mittel schnell zu ergreifen, die ihn von den eingeschlagenen falschen Wegen wieder auf den wahren führen. — Dieses Talent scheint Kepler nicht besessen zu haben. Er war nicht einmal ein guter, sicherer Rechner, da er oft Rechnungsfehler machte, von denen er mehrere selbst entdeckte, wo er denn die darauf verwendete Zeit betrauerte, von denen ihm aber auch mehrere andere bis an sein Ende verborgen blieben. Aber dieser Mangel wurde bei ihm reichlich ersetzt durch Muth und durch Ausdauer, die er in allen seinen Unternehmungen zeigte. Nie erlaubte er sich, durch vergebliche Arbeiten, so lang und mühsam diese auch waren, zu irgend einer Abneigung von dem Gegenstand, zu Veranlassung seiner ersten Idee verführt zu werden, so lange nur diese selbst noch einige Wahrscheinlichkeit für sich hatte, und der einzige Lohn, den er gleichsam sich selbst für alle seine Mühsale gönnte, war der, daß er dieselben in seiner lebendigen, oft selbst scherzhaften Weise, seinen Lehrern auf das Umständlichste vorerzählte.

Der mystische Theil seiner Ansichten von der Natur scheint auf seine Entdeckungen keinen nachtheiligen Einfluß gehabt, sondern vielmehr seine Erfindungskraft und seine ganze geistige Thätigkeit nur noch mehr aufgereizt zu haben. Hieher gehört sein Glaube an die Astrologie, von dem er sich doch immer nicht ganz losmachen konnte; seine Meinung, daß die Erde ein lebendes Thier sey, und endlich seine Ahnung von geistigen Wesen, durch die er die Planeten um die Sonne führen und das ganze Weltall leiten läßt. In der That sieht man oft, daß, wenn nur überhaupt klare Begriffe über einen bestimmten Gegenstand in dem menschlichen Geiste vorherrschen, mystische Ansichten über andere Gegenstände dem glücklichen Auffinden der Wahrheit nicht eben hinderlich scheinen.

Wir erblicken daher in dem Bilde Kepler's die allgemeinen Charakterzüge des erfindungsreichen Geistes, obschon allerdings

einige von diesen Zügen zu sehr ausgeprägt, und andere wieder nur schwach angedeutet zu seyn scheinen. Seine Entdeckungskraft war ohne Zweifel sehr thätig und fruchtbar, und dadurch, so wie durch die Unermüdlichkeit seiner Ausdauer in der Verfolgung seines Zweckes, kam er dem Mangel an mathematischer Kenntniß und Methode zu Hülfe. Was ihn aber vor allen andern wesentlich unterscheidet, das ist das erwähnte Verweilen bei seinen eigenen Fehlern, seine ganz vorzügliche Lust an der Beschreibung aller der Irrwege, die er auf seiner Bahn zur Wahrheit, durchwandert ist; Beschreibungen, die seinem Charakter Ehre machen, die für uns sehr lehrreich sind, und die von den meisten andern verheimlicht oder auch ganz vergessen werden, weil sie gewöhnlich Mittel gesucht und gefunden haben, diese ihre schwachen Seiten mit einem dichten Schleier zu bedecken. Er selbst drückt sich darüber im Anfange seines Werkes mit folgenden Worten aus: „Wenn Columbus, wenn Magellan, wenn die Portugiesen wegen der Erzählung ihrer Irrwege von uns nicht nur entschuldigt, sondern selbst gelobt werden, und wenn wir, durch die Unterdrückung dieser Erzählungen viel Vergnügen verloren hätten, so wolle man auch mich nicht tadeln, wenn ich dasselbe thue.“ Kepler's Talente waren ein guter, fruchtbarer Boden, den er mit unsäglichlicher Mühe und Anstrengung, und zugleich unter großem Mangel an allen Kenntnissen und Hülfsmitteln des Landbaues bearbeitete; Weizen und Unkraut wucherte gleich gut auf allen Seiten dieses Feldes, und die Ernte, die er auf demselben erhielt, hatte das Eigenthümliche, daß dabei beide Gattungen von Pflanzen mit gleichem Fleiße und mit derselben Sorgfalt in die Scheuer gebracht wurden.

### Zweiter Abschnitt.

#### Kepler's Entdeckung des dritten Gesetzes.

Indem wir nun von den astronomischen Speculationen und Entdeckungen Kepler's einen kurzen Bericht geben wollen, bemerken wir zuvörderst, daß sein erster Versuch, ein Verhältniß zwischen den verschiedenen Entdeckungen der Planeten von der Sonne zu finden, ein Fehlgriff war. Dieser Versuch war ohne allen festen Grund angestellt, obschon er die Resultate desselben mit einer Art

von Triumph in seinem Werke „Mysterium Cosmographicum“ vor-  
 trug, das in dem Jahre 1596 erschien. Die Nachricht, die er uns  
 von dem Gang seiner Gedanken über diesen Gegenstand mittheilt,  
 nämlich die verschiedenen Hypothesen, die er zu diesem Zwecke  
 aufgebaut und wieder zerstört hat, sind allerdings aus den bereits  
 oben angeführten Gründen für uns sehr interessant und beleh-  
 rend. Demungeachtet wollen wir hier nicht länger bei ihnen  
 verweilen, da sie doch nur zu einer nun längst und allgemein  
 verworfenen Meinung geführt haben. Diese neue Lehre aber, welche  
 die wahren Verhältnisse der Planetenbahnen enthalten sollte, wurde  
 mit den folgenden Worten aufgestellt <sup>1)</sup>: „Die Erdbahn ist ein  
 „Kreis. Wenn man um die Kugel, zu der dieser größte Kreis  
 „gehört, ein Dodecaeder beschreibt, so gibt die diesem letzten Kör-  
 „per eingeschriebene Kugel die Marsbahn. Beschreibt man dann  
 „um diese Bahn ein Tetraeder, so stellt der demselben eingeschrie-  
 „bene Kreis die Jupitersbahn vor. Beschreibt man aber um die  
 „Jupitersbahn einen Kubus, so wird der demselben eingeschlossene  
 „Kreis die Saturnusbahn seyn. — Eben so: beschreibt man  
 „in jener ersten Kugel der Erdbahn ein Ikosaeder, so wird der  
 „diesem letzten Körper eingeschriebene Kreis die Bahn der Venus  
 „vorstellen, und beschreibt man endlich in der Venusbahn ein  
 „Octaeder, so wird der diesem Körper eingeschriebene Kreis die  
 „Merkurbahn bezeichnen.“ — Die fünf hier erwähnten polyedri-  
 schen Körper sind bekanntlich die einzigen regulären Körper  
 dieser Art.

Obchon aber dieser Theil des Mysterium Cosmographicum,  
 wie gesagt, ein Fehlgriff war, so hörten demungeachtet ähnliche  
 Betrachtungen nicht auf, den Geist desselben Mannes zu beschäf-  
 tigen, und zweiundzwanzig Jahre später leiteten sie ihn endlich  
 zu der einen von jenen drei merkwürdigen Entdeckungen, die nun  
 unter der Benennung der „Kepler'schen Gesetze“ bekannt sind.  
 Er gelangte aber zu dieser Entdeckung, indem er die mittleren  
 Distanzen der Planeten von der Sonne mit den Umlaufzeiten  
 derselben verglich. Er drückt dieses Gesetz in der Sprache der  
 Algebra mit den Worten aus, „daß die Quadrate der Um-  
 laufszeiten den Würfeln der mittleren Distanzen proportionirt

1) Lib. usef. knowl. Kepler. 6.

sind.“ Dieses Gesetz war für Newton, zur Auffindung der anziehenden Kraft der Sonne, von der größten Wichtigkeit.

Man kann diese Entdeckung Kepler's als die Folge seines früheren, so eben angeführten Gedankenganges betrachten. Er sagt im Eingange seines *Mysteriums*: „Im Jahre 1595 brütete ich mit der ganzen Kraft meines Geistes über der Einrichtung des Copernicanischen Systems. Darin suchte ich unablässig vorzüglich von drei Dingen die Ursachen, warum sie eben so und nicht anders sich verhalten; nämlich von der Anzahl, von der Größe und von der Bewegung der Planetenbahnen.“ — Wir haben gesehen, wie er es anfang, um den beiden ersten Fragen zu genügen. Er hatte auch hier mehrere Versuche gemacht, die Geschwindigkeiten der Planeten mit ihren Distanzen in Verbindung zu bringen, aber er war hierin mit dem Erfolge seiner Bemühungen selbst nicht sehr zufrieden. In dem fünften Buche seiner *„Harmonice mundi“* aber, die i. J. 1619 erschien, sagt er: „Was ich vor zweiundzwanzig Jahren, als ich die fünf regulären Körper zwischen den Planetenbahnen fand, versprochen hatte; was ich schon glaubte, ehe ich die Harmonie des Ptolemäus gesehen hatte; was ich meinen Freunden schon in dem Titel des Buches (über die vollkommene Harmonie der himmlischen Bewegungen) versprach, das ich ihnen nannte, noch ehe ich meiner Entdeckung selbst sicher war; was ich noch sechzehn Jahre später als eine immer noch zu machende Erfindung ansah; das, weshalb ich nach Prag ging und mich mit Tycho Brahe verband; und das endlich, dem ich den größten und besten Theil meines Lebens geopfert habe — das habe ich endlich gefunden und an's Licht gebracht, und die Wahrheit desselben auf eine Weise erkannt, die selbst meine glühendsten Wünsche noch übersteigt.“

Das Gesetz selbst wird in dem dritten Capitel des fünften Buches mit den Worten aufgestellt: „Es ist völlig gewiß und sehr genau, daß das Verhältniß von den periodischen Umlaufzeiten je zweier Planeten das sesquiplicate von dem Verhältniß der mittleren Distanzen, d. h., von den Halbmessern der Bahnen ist. Die Umlaufszeit der Erde z. B. beträgt ein Jahr, und die des Saturns dreißig Jahre. Wenn man aber die Kubikwurzel von der Zahl dreißig nimmt, und diese Zahl aufs Quadrat erhebt, so findet man genau das Verhältniß der mittleren Distanz der Erde und des Saturnus von der Sonne.

„Denn das Quadrat der Kubikwurzel von Eins ist 1; die Kubikwurzel von 30 aber ist etwas größer als 3, und daher das Quadrat dieser Wurzel auch etwas größer als 9. Saturn's mittlere Distanz von der Sonne aber ist ebenfalls nur etwas größer, als neunmal die Distanz der Erde von der Sonne.“ — Wenn wir nun zurücksehen auf die lange Zeit und auf die große Mühe, die Kepler zur Auffindung dieses Gesetzes verwendet hat, so scheint es uns, als müßte er blind gewesen seyn, daß er dasselbe nicht schon viel früher gesehen hat. Sein Zweck war, so müssen wir voraussetzen, irgend einen Zusammenhang zwischen den Distanzen und den Umlaufzeiten der Planeten zu finden. Welche Art des Zusammenhangs aber, kann man sagen, ist einfacher und natürlicher als die, daß die eine dieser Größen wie irgend eine Potenz der andern Größe sich verhalten soll? Das Problem einmal so gestellt, war also die Frage, welcher Potenz der Umlaufzeiten sind die Distanzen der Planeten proportionirt? Und darauf konnte die Antwort nun nicht schwer seyn, daß die Distanzen der Potenz  $\frac{2}{3}$  (oder daß sie der Kubikwurzel aus den Quadraten) der Umlaufzeiten proportionirt sind. — Allein diese erst hintendrein bemerkte, Leichtigkeit der Entdeckungen ist eine Täuschung, der wir in Beziehung auf gar manche der wichtigsten Dinge ausgefetzt sind. In Rücksicht auf den gegenwärtigen Fall muß man zuerst bemerken, daß die Verbindung mehrerer Größen, durch Hülfe ihrer verschiedenen Potenzen, nur von denen ausgehen kann, die mit den algebraischen Formeln innig bekannt sind, und daß zu Kepler's Zeit die Algebra noch nicht in die Geometrie eingeführt war, wo sie jetzt als eines der vorzüglichsten Hülfsmittel bei allen mathematischen Untersuchungen erscheint. Auch kann man hinzusetzen, daß Kepler seine formellen Gesetze immer nur auf dem Wege des physischen Raisonnements zu suchen pflegte, und dieses lehte, auch wenn es nur unbestimmt und selbst fehlerhaft war, bestimmte doch allein die Natur des mathematischen Zusammenhangs, die er einmal angenommen hatte. So wurde er in seinem „Mysterium“ durch seine Ideen von dem bewegenden Geist der Sonne unter anderen auf die Muthmaßung geführt, daß bei den Planeten der Zuwachs der Umlaufzeiten das Doppelte von der Differenz der Distanzen sey, und diese Voraussetzung gab ihm, wie er sah, wenigstens eine Annäherung an das wahre Verhältniß, allein sie schien

ihm selbst nicht genau genug, um sich mit ihr zufrieden zu stellen.

Der größte Theil seiner „*Harmonice mundi*“ besteht in verschiedenen anderen Versuchen, ähnliche Verhältnisse zwischen den Umlaufzeiten, den Entfernungen und den Excentricitäten der Planeten, mit denen des musikalischen Accords in Verbindung zu bringen. Dieser Theil seines Werkes ist so complicirt und verwickelt, daß wohl nur wenige Leser desselben Muth und Ausdauer genug gehabt haben mögen, es bis zu Ende zu studiren. Delambre <sup>2)</sup> gesteht, daß seine Geduld oft dabei ermüdete, und er stimmt ganz dem Urtheile Bailly's bei: „Nach dieser erhabenen Unternehmung stürzt sich Kepler wieder in die Tiefen der Verhältnisse zwischen den Bewegungen, den Distanzen und den Excentricitäten der Planeten, und zwischen den musikalischen Accorden herab; aber in allen diesen harmonischen Verhältnissen, wie er sie nennt, findet sich nicht eine einzige richtige Bemerkung, in dem ganzen Gewühl von Ideen auch nicht eine einzige Wahrheit, und der frühere Geist Kepler's ist wieder zu einem gemeinen Menschen herabgesunken.“ — Ohne Zweifel sind Speculationen dieser Art ohne allen Nutzen für die Wissenschaft, aber wir werden gewiß duldsamer auf sie hinflicken, wenn wir uns erinnern, daß selbst Newton <sup>3)</sup> ähnliche Analogien zwischen den Räumen, welche die prismatischen Farben trennen, und zwischen den musikalischen Noten der Tonleiter aufgesucht hat.

Es gehört nicht zu meinem Zweck, von den Speculationen über die Kräfte der himmlischen Bewegungen umständlich zu sprechen, durch welche Kepler auf die Entdeckung jenes großen Gesetzes geleitet worden ist, noch auch von jenen, welche er später aus diesem Gesetze wieder abgeleitet hat, und die er in seiner „*Epitome Astronomiae Copernicanae*“ von dem Jahre 1622 auseinander setzt. In dieser letzten Schrift dehnt er (S. 554) dasselbe Gesetz, obschon auf eine noch unvollkommene Weise, auch auf die Satelliten Jupiters aus. Aber alle diese physischen Speculationen waren nur unbestimmte und ent-

2) Delambre, Astr. Mod. I. 358.

3) Newton, Optik. B. II. Prop. IV. Obs. 5.

fernte Vorläufer zu der großen Entdeckung Newtons, ob schon das Gesetz selbst als ein formelles, als ein selbstbeständiges und vollendetes zu betrachten ist.

Gehen wir nun zu den zwei anderen Gesetzen über, mit welchen der Name Kepler's für ewige Zeiten in Verbindung steht.

### Dritter Abschnitt.

#### Entdeckung der zwei ersten Gesetze Kepler's: elliptische Theorie der Planeten.

Die zwei ersten Gesetze Kepler's sind in den folgenden Worten enthalten: 1) die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ist; und 2) die von dem Radius Vector der Planeten beschriebenen Räume sind den Zeiten proportional.

Gelegenheit zur Entdeckung dieser zwei Gesetze gab der Versuch, die beobachteten Bewegungen des Planeten Mars der alten epicyclischen Theorie anzupassen. Die Folge dieses Versuchs war die gänzliche Verwerfung der alten Theorie, und damit zugleich die Aufstellung der neuen oder der elliptischen Theorie der Planeten. — Auch war die Astronomie jetzt reif geworden, um diese totale Metamorphose mit sich vornehmen zu lassen. Denn nachdem Copernicus gezeigt hatte, daß die Bahnen der Planeten sich auf die Sonne, als auf ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt beziehen, so entstand auch zugleich die Frage, welches die wahre Gestalt dieser Bahnen, und welches die wahre Bewegung jedes Planeten in dieser seiner Bahn seyn möge? Copernicus suchte die Längen der Planeten, wie wir bereits gesagt haben, durch excentrische Kreise und durch Epicykel darzustellen; die Breiten derselben aber erklärte er sich durch gewisse Librationen oder durch ein Auf- und Niederschwanen dieser Epicykel. Wenn ein guter Geometer mehrere wahre und vollständige Ortsbestimmungen eines Planeten am Himmel erhalten könnte, so würde er daraus die Gestalt seiner Bahn und die Art seiner Bewegung in dieser Bahn, in Beziehung auf die Sonne oder auf die Erde, durch Rechnung ableiten können. Allein solche vollständige Ortsbestimmungen der Planeten sind uns unmöglich, da wir von der Erde nur die geocentrische

Länge und Breite, nicht aber auch die Entfernungen der Planeten durch Beobachtungen bestimmen können. — Als daher Kepler sich anschickte, die wahren Bahnen der Planeten zu suchen, mußte er die beobachteten Längen und Breiten derselben unter verschiedenen Modificationen der epicyklischen Theorie mit einander vergleichen, und dieses Geschäft setzte er so lange fort, bis er endlich, am Ende aller seiner mißlungenen Versuche, sich entschloß, diese Theorie als unrichtig gänzlich zu verwerfen, und ihr eine neue, die elliptische Theorie zu substituiren. Bemerken wir noch, daß er bei jedem Schritt seiner langen und mühsamen Laufbahn, wenn seine alten Truppen, wie er sich in seiner bilderreichen Sprache ausdrückte, geschlagen wurden, neue Hülfsvölker herbeirief, oder daß er seine früheren Hypothesen, wenn er sie unhaltbar fand, sofort wieder durch neuere zu ersetzen suchte <sup>1)</sup>. Dieß ist auch ohne Zweifel der wahre Weg, der zu Entdeckungen führt. Nur diejenigen gelangen zu dem Besitze neuer Wahrheiten, die von einem Punkte ihrer Erkenntniß zu anderen oft sehr entfernten lebhaft überspringen und sie mit jenen verbinden können, nicht aber die, die an jeder Stelle vorsichtig stehen bleiben und warten, bis sie von außen getrieben werden, weiter zu gehen.

Kepler vereinigte sich mit Tycho Brahe im Jahre 1600 zu Prag, wo er diesen mit Longomontan eifrig beschäftigt fand, die Theorie des Planeten Mars durch die von ihm angestellten

1) So erklärt er sich selbst über eine dieser Niederlagen, die er in seinem Kampfe mit dem Planeten Mars erlitten hatte: *Dum in hunc modum de Martis motibus triumpho, eique ut plane devicto tabularum carceres et aequationum compedes necto, diversis nuntiat locis, futilem victoriam et bellum tota mole recrudescere. Nam domi quidem hostis, ut captivus, contemptus, rapit omnia aequationum vincula, carceresque tabularum effregit. Foris speculatores profligarunt meas causarum physicarum accessitas copias, earumque jugum excusserunt resumita libertate. Jamque parum absuit, quin hostis fugitivus sese cum rebellibus suis conjungeret, meque in desperationem adigeret: nisi raptim, nova rationum physicarum subsidia, fuis et palantibus veteribus, submissem, et qua sese captivus proripuisset, omni diligentia edoctus vestigiis ipsis nulla mora interposita inhaessem. — Itaque causae physicae in fumos abeunt. L.*

Beobachtungen zu verbessern. Kepler warf sich sogleich mit aller Kraft auf denselben Gegenstand. Die Resultate seiner Arbeiten machte er im Jahr 1609 in seinem vortrefflichen Werke: *De Motibus stellae Martis* bekannt. In dieser, wie in allen seinen zahlreichen Schriften, erzählt er mit der größten Offenheit, nicht nur seine gelungenen, sondern auch alle seine mißglückten Versuche; die verschiedenen Hypothesen, die er aufgestellt hat; die Wege, wie er zu ihnen gekommen ist, oder wie er den Irrthum derselben entdeckt hat, und die ganze lange Reihe von Entwürfen und Hoffnungen, von Niederlagen und Siegen, durch welche er endlich zu seinem Ziele gelangte.

Eine der wichtigsten Wahrheiten dieses großen Werkes ist die Entdeckung, daß die Ebene der Planetenbahnen bloß in Beziehung auf die Sonne betrachtet werden müsse, nicht aber auf die Erde, wie es die alte epicyklische Theorie gethan hat, und daß dadurch allein schon alle jene Librationen wegfallen, mit welchen Ptolemäus und Copernicus ihr System überladen haben. Im vierzehnten Capitel des zweiten Buches wird gesagt, „*Plana eccentricorum esse atalanta*, d. h., die Ebenen der Planetenbahnen schweben im Gleichgewichte, indem sie immer dieselbe Neigung und dieselbe Knotenlinie in der Ekliptik beibehalten. Diese Entdeckung schien ihm viel Freude zu machen, und seine Bemerkungen darüber tragen das Gepräge eines ächt philosophischen Geistes. „Copernicus, sagte er, kannte nicht den Werth des von ihm gefundenen Schazes, und seine Absicht scheint gewesen zu seyn, mehr den Ptolemäus, als die Natur zu erklären, obschon er der letzten näher gekommen ist, als irgend ein anderer. Er bemerkte mit Vergnügen, daß die Breite der Planeten mit der Annäherung derselben zur Erde zunimmt, wie dieß mit seiner Theorie übereinstimmend war, aber er wagte es doch nicht, den Rest der ptolemäischen Hypothese zu verwerfen, und um diese vielmehr noch mehr zu bestärken, dachte er sich jene Librationen der Planetenbahnen aus, die nicht von ihren eigenen excentrischen Kreisen, sondern, was ganz unwahrscheinlich war, von der Erdbahn abhängen sollten, mit welcher jene doch nichts zu thun haben können. „Ich stritt immer gegen diese ganz ungeräumte Verbindung von zwei einander so heterogenen Dingen, selbst noch ehe ich die Beobachtungen Tycho's gesehen hatte, und es erfreut mich recht

„sehr, daß in diesen, wie in vielen anderen Dingen, meine Vorherfagungen von den Beobachtungen vollkommen bestätigt worden sind.“ — Kepler brachte diesen wichtigen Punkt durch mühsame und zugleich sehr sinnreiche Rechnungen in's Reine, die er über Tycho's und seine eigenen Beobachtungen des Mars geführt hatte, und er hatte wohl ein Recht, sich zu freuen, daß das Resultat seiner Arbeiten seine früheren Ansichten von der Einfachheit und Symmetrie des Planetensystems auf eine so schöne Weise bestätigt hatten.

Wie schwer es damals gewesen seyn mußte, sich von der alten Theorie der Epicykel los zu machen, erhellt schon daraus, daß Copernicus sich noch gar nicht von ihr trennen, und daß auch Kepler seine Befreiung von ihren Fesseln erst nach langen und harten Kämpfen durchsetzen konnte, deren Erzählung volle neun und dreißig Capitel seines Werkes einnimmt. Am Ende derselben sagt er: „Diese umständliche Abhandlung war nothwendig, um dadurch den Weg zu der wahren Theorie der Planeten zu bahnen, mit welcher wir uns jetzt beschäftigen wollen. Mein erster Irrthum war, daß die Bahn der Planeten ein Kreis seyn müsse, eine heillose Meinung, die mir nur um so mehr Zeit geraubt hat, da sie von dem Ansehen aller Philosophen unterstützt und besonders den Metaphysikern sehr willkommen war<sup>2)</sup>.“ — Ehe er diesen Grundfehler des alten Systems zu verbessern unternahm, suchte er zuerst das Gesetz, nach welchem die einzelnen Theile der Bahnen von ihren Planeten beschrieben werden. Er fing diese Untersuchung mit der Erde an, da die kleine Excentricität ihrer Bahn die Sache sehr erleichterte (und da er auch die Erdbahn vorerst genau kennen mußte, um die geocentrischen Beobachtungen der übrigen Planeten in heliocentrische verwandeln zu können). Das Resultat dieser Untersuchung war<sup>3)</sup>: daß die Zeit, in welcher jeder Planet einen gegebenen Bogen seiner Bahn um die Sonne zurücklegt, sich

2) Die Worte Kepler's sind: *Primus meus error fuit, viam planetæ perfectum esse circum: tanto nocentior temporis fur, quanto erat ab auctoritate omnium philosophorum instructior et metaphysicæ in specie convenientior. I.*

3) *De stella Martis. S. 194.*

wie die Fläche verhält, die zwischen diesem Bogen und zwischen den beiden äußersten Radien Vectoren desselben enthalten ist, oder daß die von diesen Radien beschriebenen Flächen sich wie die Zeiten verhalten, in welchen sie beschrieben werden. Doch muß bemerkt werden, daß dieses Gesetz, obschon es aus vielen anderen, die ihm früher beigefallen waren, und die er als unstatthaft wieder verlassen mußte, ausgewählt war, doch keineswegs von ihm gehörig erwiesen oder auch nur vollständig erkannt war. Er fand dasselbe in den beiden Apfiden der Erdbahn, durch Berechnung der Beobachtungen, bestätigt, und dieß war ihm schon hinreichend, um es sofort auf alle andere Theile dieser Bahn, und auch auf die Bahnen aller übrigen Planeten auszudehnen. Er nahm anfangs diese Hypothese von der Proportionalität der Flächen mit den Zeiten nur als eine Annäherung, zur Erleichterung seiner Rechnungen, der Kürze und Bequemlichkeit wegen an, da er eigentlich, wie er sagte, die Summe aller der unzähligen Radien kennen sollte, die von jedem Punkte des Bogens zu dem Mittelpunkte der Sonne gezogen werden, ein geometrisches Problem höherer Art, zu dessen Auflösung eigentlich die höhere Analysis gehörte, die damals noch nicht erfunden war. Auch gerieth er bald darauf, als er dieselbe Hypothese auf die Bewegung des Mars anwenden wollte, auf neue Schwierigkeiten, da die Bahn dieses Planeten sehr excentrisch ist, und daher von der kreisförmigen Gestalt, die er bisher für alle Planeten angenommen hatte, beträchtlich abweicht. Erst nachdem er sich lange Zeit vergebens abgemüht hatte, die Bewegungen dieses Planeten mit seiner neuen Hypothese, in Beziehung auf den Kreis, in Uebereinstimmung zu bringen, nahm er, aber auch hier nur vorerst zur Erleichterung der Rechnung, an, daß diese Bahn vielleicht eine von jenen ovalen Linien seyn könnte, die man Ellipsen nennt <sup>4)</sup>. Er war aber

4) Nachdem er nämlich gefunden hatte, daß die Radien der Marsbahn immer kleiner sind, als in dem excentrischen Kreise, und zwar desto kleiner, je weiter Mars von seiner Apfidenlinie entfernt ist, sagte er S. 213: *Itaque plane hoc est, orbita planetae non est circulus, sed ingrediens ad latera utraque paulatim, iterum ad circuli amplitudinem in perigeo exiens; cujusmodi figuram itineris ovalem appellitant.*

anfangs so wenig gewiß, ob diese Bahn auch in der That eine Ellipse, oder nur eine dieser Curve ähnliche ovale Figur ist, daß er die Abweichungen, die er auch jetzt noch zwischen seinen Berechnungen und den ihnen zu Grunde liegenden Beobachtungen fand, nicht der Unvollkommenheit der letzten, sondern vielmehr nur der Ungenauigkeit seiner elliptischen Hypothese und der auf diese Hypothese gebauten Berechnungen zuschrieb. Uebrigens hatte sich diese Voraussetzung einer solchen ovalen Curve schon früher dem Purbach <sup>5)</sup> bei der Bahn Merkurs, und auch dem Reinhold bei

- 
- 5) Purbach, Georg, (eigentlich Peurbach) war i. J. 1423 in dem Städtchen Peurbach in Oesterreich geboren. Er vollendete seine Studien in Wien und erhielt seine fernere Ausbildung in Italien, wo ihn besonders der Cardinal Eusa mit hoher Auszeichnung behandelte. Peurbach hatte sich vorzüglich der Astronomie gewidmet, und wurde auch, nach seiner Zurückkunft aus Italien, als Professor der Astronomie an der Universität zu Wien angestellt. Sein erstes astronomisches Werk war eine Erklärung der sechs ersten Bücher des Almagests, dem bald eine große Anzahl anderer mathematischer und astronomischer Werke folgte, unter welchen seine Sinustafeln, seine ekliptischen Tafeln (zur leichtern Berechnung der Finsternisse) und vorzüglich seine *Theoriae novae planetarum* bemerkt werden. Er war auch als beobachtender Astronom ausgezeichnet. Auf den Rath des Cardinals Bessarion entschloß er sich im Jahr 1460, Italien noch einmal zu besuchen, um daselbst die griechische Sprache zu erlernen. In diesem Vorsatze wurde er am 8. April 1461 von dem Tode überrascht. Sein Grabmal wird in der Stephanskirche zu Wien gezeigt.

Reinhold, Erasmus, geb. 1511 in Thüringen, einer der berühmtesten Astronomen seiner Zeit. In der Ausgabe der *Theoriae planetarum* des Peurbach, die Schreckensfuch i. J. 1542 gegeben hat, findet man die merkwürdige Nachricht, daß Reinhold die Bahnen des Mondes und des Merkurs eiförmig angenommen hat. Im Jahr 1549 gab er seinen Commentar über das erste Buch des Almagests mit der lateinischen Uebersetzung, und 1551 erschienen seine Tafeln der Sonne und der Planeten, die er *Tabulae Prutenicae* nannte, zu Ehren Alberts von Brandenburg, Herzogs von Preußen, der sein Gönner und Beschützer war. Diese Tafeln waren nach dem copernicanischen System construirt und viel genauer, als die welche früher Copernicus selbst berechnet und seinem Werke *De Revolutionibus* beigefügt hatte. Diese Tafeln des

der Mondbahn gleichsam aufgedrungen, indem jener statt den bisherigen excentrischen Kreis eine eiförmige, und dieser eine linsenförmige Figur, wie sie dieselben nannten, substituirt<sup>6)</sup>.

Um den Weg besser kennen zu lernen, den Kepler gehen mußte, um zu seinen Entdeckungen zu gelangen, wollen wir die sechs Hypothesen anführen, unter welchen er die ihm von Tycho gegebenen Orte des Mars berechnete, um zu sehen, welche von ihnen am besten mit den Beobachtungen übereinstimmte. Er zählt diese Hypothesen im sieben und vierzigsten Capitel seines Werkes, wie folgt, auf:

1. Die einfache Excentricität.
2. Die Bisection der Excentricität und die Duplication des obern Theils des Gleichers.
3. Die Bisection der Excentricität mit einem festen Punkt des Gleichers, nach Art des Ptolemäus.
4. Die stellvertretende Hypothese durch eine willkürliche Section der Excentricität, die so nahe als möglich mit den Beobachtungen übereinstimmt.
5. Die physische Hypothese, in welcher die Bahn genau kreisförmig angenommen wird.
6. Endlich die physische Hypothese, in welcher die Bahn genau elliptisch angenommen wird.

Durch das Wort „physische Hypothese“ drückte er die Voraussetzung aus, daß die Zeit, in welcher der Planet einen Bogen seiner Bahn beschreibt, der Distanz des Planeten von der Sonne proportional sey, da er für diese Proportionalität, wie er sagte, physische Gründe aufgefunden hat.

Die zwei letzten Hypothesen kommen in seinen Rechnungen der Wahrheit am nächsten, indem sie von den Beobachtungen nur um acht Minuten abwichen, die einen zu wenig und die

---

Reinhold waren nach dem Meridian von Königsberg construirt. Reinhold starb 1553 als Professor in Wittenberg. Kepler spricht oft von ihm in seinen Werken, als von einem ausgezeichneten astronomischen Talente, und er lobt seine Schriften besonders wegen ihrer hohen Klarheit. Reinholds Tafeln wurden auch bei der berühmten Reformation des Kalenders im Jahr 1582 gebraucht. L.

6) M. f. Lib. Usef. Krowl. Kepler. S. 30.

ändern um dieselbe Größe zu viel. Nachdem ihn diese noch übrigen Fehler lange aufgehalten hatten, fiel es ihm endlich bei (Cap. 58), eine andere Ellipse zu versuchen, die zwischen der früher angenommenen und dem Kreise in der Mitte läge, wodurch er zu einem erwünschten Resultate zu kommen hoffte. Er machte sich sofort an die neue Berechnung, und indem er jetzt zugleich die Flächen der elliptischen Sektoren den Zeiten proportional nahm, sah er bald zu seinem großen Vergnügen, daß sowohl die Längen des Mars, als auch die Distanzen desselben in der gewünschten Schärfe mit den Beobachtungen übereinstimmten.

Kepler berichtet uns (in dem fünf und fünfzigsten Capitel seines Werks), daß ihm in der Entdeckung der wahren, elliptischen Bahn der Planeten ein Anderer bald zuvorgekommen wäre. „David Fabricius 7), sagt er, dem ich meine frühere (auf die „kreisförmige Bahn der Planeten sich beziehende) Hypothese „mittheilte, zeigte mir durch seine Beobachtungen, daß diese „Hypothese alle Distanzen zu klein gebe. Er benachrichtigte „mich davon in einem Briefe zu der Zeit, wo ich eben durch „mehrere wiederholte Versuche die wahre Bahn der Planeten zu „finden suchte. So nahe war er daran, mir in dieser Entdeckung „zuvorkommen.“ — Allein diese Entdeckung war doch auch jetzt noch schwerer, als es auf den ersten Blick scheinen mag, und Kepler verfiel gleichsam nur durch einen glücklichen Zufall auf sie, indem er die Coincidenz mehrerer Zahlen in seinen Rechnungen bemerkte, die ihn, wie er sagt, wie aus einem Traume erweckt, und ihm ein ganz neues Licht gegeben haben. Ueberdies muß noch bemerkt werden, daß er lange in Verlegenheit war, wie er diese seine neue Ansicht (der Ellipticität der Planetenbahnen) mit seiner früheren Meinung vereinigen sollte, nach welcher die wahren Bewegungen der Planeten durch eine gewisse Libration (Veränderung) in den Halbmessern ihrer Epicykel dargestellt wurden. „Das war, sagt er, meine größte Noth, aus der zu „kommen ich mich so lange quälte, bis ich schon ganz blödsinnig „wurde. Ich hatte früher die Bewegungen der Planeten durch

7) Fabricius (David), war in Ostfriesland geboren und hatte längere Zeit mit Tycho gelebt und gearbeitet. Er war es, der im Jahr 1596 den berühmten veränderlichen Stern  $\alpha$  im Wallfisch, Mira Ceti, entdeckte. Er starb 1616. L.

„eine Libration des Durchmessers ihrer Epicykel, in Beziehung auf ihre Distanzen von der Sonne, so gut mit den Beobachtungen übereinstimmend dargestellt, und nun sollte ich diese Librationen und alles Frühere wieder verlassen, um sie gegen eine elliptische Bahn zu verwechseln. Wie einfältig waren aber diese meine Klagen! Als ob diese Librationen der epicyclischen Durchmesser nicht eben selbst der beste Weg zu den elliptischen Bahnen gewesen wären!“

Eine andere Bedenklichkeit, die sich gegen die neue Theorie erhob, entstand aus der Unmöglichkeit, das hieher gehörende Problem durch eine geometrische Construction aufzulösen, nämlich „die Fläche eines Halbkreises, mittels einer durch einen Punkt des Durchmessers gehenden geraden Linie, in einem gegebenen Verhältnisse zu theilen.“ Diese Aufgabe wird jetzt noch das „Kepler'sche Problem“ genannt, und die strenge, directe Auflösung desselben ist in der That unmöglich. Da aber doch eine genäherte Auflösung desselben gegeben werden kann, und auch von Kepler gegeben worden ist, und da er dadurch zur Genüge bewiesen hat, daß seine elliptische Hypothese der Wahrheit vollkommen gemäß ist, so gehören die eigentlich mathematischen Schwierigkeiten, die sich der directen Auflösung dieses Problems entgegenstellen, nur mehr dem deductiven Prozesse an, der nach dem inductiven Verfahren Kepler's gefolgt ist.

Von den physischen Ansichten Kepler's werden wir bei einer anderen Gelegenheit umständlich sprechen. Seine vielen und oft phantastischen Hypothesen haben ihren Dienst gethan, indem sie ihm Gelegenheit zu seinen mühsamen Rechnungen und Untersuchungen gaben, und indem sie ihn unter dem Drucke seiner Anstrengungen, seiner mißlungenen Versuche und seiner häuslichen Sorgen aufrecht und muthvoll erhielten. Der Zweck seines Werkes war die Aufstellung des formellen Gesetzes der planetarischen Bewegungen auf dem Wege einer klaren Induction, um dadurch die besten Beobachtungen seiner Zeit mit hinlänglicher Genauigkeit darzustellen. — Man darf sagen, daß Kepler ein gutes Recht hatte auf den Preis, den er im Eingange seines Werkes ausspricht. Ramus hatte früher erklärt, daß er demjenigen seine Lehrerstelle an der Universität zu Paris willig abtreten wolle, der eine Astronomie ohne Hypothesen schreiben kann. Kepler erwähnt dieser Geschichte und setzt hinzu: „Du hast

„sehr wohl gethan, Ramus, von deinem Wort dich loszumachen, indem du deinen Lehrstuhl zugleich mit deinem Leben verliehest“ (Ramus wurde in der Pariser Bluthochzeit im Jahr 1572 ermordet): denn wenn du jenen noch hättest, würde ich ihn mit Fug und Recht von dir fordern.“ — In der That hat Kepler damit nicht zu viel gesagt, weil er nicht nur die alte Hypothese der Epicykel für alle Folgezeit völlig zerstört, sondern auch zugleich eine Theorie aufgestellt hat, die jeder, der sie näher kennt, nicht mehr als eine bloße Hypothese, sondern als eine wahre, durch unzählige Beobachtungen erwiesene Darstellung des in der That stattfindenden Weltsystems erkennen wird.

### Fünftes Capitel.

Folgen der Kepler'schen Epoche. Aufnahme, Verifikation und Ausbildung der elliptischen Theorie.

#### Erster Abschnitt.

Anwendung der elliptischen Theorie auf die Planeten.

Was Kepler von der Marsbahn ausgesagt hatte, wurde nun sofort auch auf die Bahnen der übrigen Planeten angewendet, und die Wahrheit desselben auch hier vollkommen bestätigt. Zuerst machte man diesen Versuch an der Merkursbahn, die wegen ihrer großen Excentricität die elliptische Bewegung ihres Planeten mit viel größerer Schärfe hervortreten ließ. Diese und verschiedene andere nachträgliche Untersuchungen, zu welchen Kepler seine großen Entdeckungen geleitet hatten, erschienen i. J. 1622 in dem letzten Theile seiner „*Epitome Astronomiae Copernicanae*.“

Die eigentliche Verifikation der neuen Theorie der Planeten mußte aber in den Tafeln gefunden werden, welche die Bewegungen dieser Himmelskörper darstellten, und die, wenn jene Theorie der Wahrheit gemäß ist, mit den fortgesetzten Beob-

achtungen der Astronomen in genauer Uebereinstimmung bleiben sollten. Die Entdeckungen Kepler's wurden größtentheils, wie wir gesehen haben, auf Tycho's Beobachtungen erbaut. Longomontan <sup>1)</sup> hatte i. J. 1621 in seiner „Astronomia Danica“ Tafeln herausgegeben, die sich auf die Theorie und auf die Beobachtungen Tycho's, seines Landsmannes, gründeten. Kepler aber machte i. J. 1627 seine „Rudolphinischen Tafeln“ bekannt, denen er seine eigene Theorie zu Grunde gelegt hatte. Im Jahre 1633 erschienen die „Tabulae perpetuae“ des Lansberg, eines Belgiers, der sein Werk mit viel Pomp angekündigt, und dabei Keplern und Tycho vornehm zu tabeln wagte. Den Eindruck, den er damit auf die astronomische Welt machte, läßt sich aus der Erzählung des Engländers Horroy schließen, der anfangs auch von den großen Versprechungen Lansberg's <sup>2)</sup> und den dem Werke vorgedruckten Lobeserhebungen seiner Freunde verführt war, und der die Meinung derer, die Keplern und Tycho höher hielten, für ein Vorurtheil ansah. Im Jahre 1636 aber wurde er mit Crabtree, einem jungen Astronomen, bekannt, der in der-

- 
- 1) Longomontan, geb. 1562 in dem dänischen Dorfe Lonborg, Freund und Gehülfe Tycho's bei seinen astronomischen Beobachtungen auf der Insel Hveen, von wo er auch Tycho nach Prag begleitete. Später wurde er Professor der Mathematik in Kopenhagen, wo er 1647 starb. Sein vorzüglichstes Werk ist die *Astronomia Danica* (Kopenhagen 1622), in welchem er das ganze damals bekannte Gebiet der Wissenschaft zu umfassen suchte. Die Theorie der Planeten wird in demselben dreimal, nach Ptolemäus, nach Copernicus und nach Tycho vorgetragen, und endlich dem letzten, als dem Systeme seines Lehrers, der Vorzug eingeräumt. So groß war die Vorliebe dieses sonst so talentvollen Mannes für den Kreis, daß er darauf drang, denselben auch dann noch beizubehalten, wenn die Folge andere Formen der Planetenbahnen kennen lehren sollte. Auch er, wie sein großer Lehrer, huldigte noch der Astrologie. M. s. über ihn den Art.: Longomontan in Bayle's *Dict. critique*. L.
- 2) Lansberg, geb. 1560 zu Gent, gest. 1632 in Zeland, wo er protestantischer Prediger war. Seine astronomischen Tafeln, die 1632 herauskamen, waren lange im Gebrauche. Seine anderen, meistens astronomischen Werke sind 1663 zu Middelburg herausgekommen.

selben Gegend von Lancashire lebte. Von diesem wurde Horrox gewarnt, sich nicht zuviel auf Lansberg zu verlassen, da seine Hypothesen irrig, seine Beobachtungen verfälscht und seine Theorie künstlich angepasst wären. Horrox begann nun die Werke Kepler's zu lesen und allmählig auf die Seite desselben überzugehen. Nach einigem Bedenken, das er in der Unternehmung, gegen den Gegenstand seiner früheren Verehrung aufzutreten, fühlte, schrieb er eine Abhandlung über die Punkte, über welche jene Männer verschieden dachten. Es scheint, er wollte sich zugleich als Schiedsmann zwischen den drei um den Preis kämpfenden Theorien von Longomonton, Kepler und Lansberg aufwerfen, daher er auch seine Schrift „Paris astronomicus“ betitelte. Man sieht leicht, daß er Keplern den goldenen Apfel zuerkennt. Die Beobachtungen seiner Nachfolger haben sein Urtheil bestätigt, und die Rudolphinischen Tafeln sind lange Zeit vorzugsweise im allgemeinen Gebrauche geblieben.

#### Zweiter Abschnitt.

#### Anwendung der elliptischen Theorie auf den Mond.

Die Bewegungen des Mondes waren viel schwerer in Tafeln zu bringen, als die der Planeten, denn jene sind einer sehr großen Menge von höchst verschiedenen und unter einander verwickelten Ungleichheiten unterworfen, die, so lange ihr Gesetz noch nicht bekannt ist, aller Theorie zu spotten scheinen. Demungeachtet wurden auch hierin schon zu jener Zeit einige bedeutende Fortschritte gemacht. Die vorzüglichsten derselben verdanken wir dem Tycho Brahe <sup>1)</sup>. Wir haben bereits oben von zwei großen Un-

1) Tycho Brahe, wurde am 14. Dez. 1546 zu Knuthrup in Schonen geboren und starb am 24. October 1601 zu Prag. Seine Aeltern stammten beide von altadelichen dänischen Familien ab. Den größten Theil seiner Jugend bis zu seinem dreizehnten Jahre brachte er in dem Hause seines kinderlosen Onkels Jürgen zu, bis er i. J. 1559 die Universität von Kopenhagen bezog. Hier soll er durch den Eindruck, den die Sonnenfinsterniß des 21. August 1560 auf ihn machte, für die Astronomie gewonnen worden seyn. Im Jahre 1562 ging er auf die Universität zu Leipzig,

gleichheiten dieser Satelliten gesprochen, von seiner „Gleichung des Mittelpunkts“ und von der „Evection,“ welche letzte Ptole-

wo er die Rechte studiren sollte, aber alle seine Nebenstunden und selbst sein Geld der Astronomie widmete, zu welchen Zwecken er sich mehrere Instrumente gekauft hatte. Als er bei seiner Rückkehr in's Vaterland i. J. 1565 seine Verwandten seiner Lieblingswissenschaft abgeneigt fand, ging er wieder nach Deutschland zurück, wo er sich abwechselnd in Rostock, Wittenberg und Augsburg aufhielt, und sich besonders der Astronomie und der Chemie widmete. Im Jahre 1570 kehrte er wieder nach Dänemark zurück, wo ihm ein anderer Onkel Steen Bilbe unweit Knutstrup eine Privatsternwarte erbauen ließ. Auf derselben entdeckte er am 11. Nov. 1572 den bekannten neuen Stern im Sternbilde der Cassiopeia. Dadurch gewann er die Zuneigung K. Friedrichs II., auf dessen Zureden er sich entschloß, astronomische Vorlesungen in Kopenhagen zu halten. Seine bald darauf erfolgte Ehe mit Christinen, der Tochter eines Bauers in seinem Geburtsorte, zog ihm die Feindschaft seiner Verwandten zu, die auf sein ganzes übriges Leben sehr nachtheilig einwirkte. Im Jahre 1575 machte er eine Reise durch Deutschland, wo er der Krönung des K. Rudolphs in Regensburg beiwohnte, und von wo er mit vielen astronomischen Schriften und Instrumenten beladen wieder nach Dänemark zurückkehrte. König Friedrich II., dem er besonders durch den Landgrafen von Hessen, Wilhelm IV. empfohlen war, gab ihm 1576 einen Jahresgehalt von 2000 Thalern, und beschenkte ihn auch auf Lebenszeit mit der in Dresund, zwischen Seeland und Schonen gelegenen schönen und fruchtbaren Insel Hveen, schloß zur Erbauung eines Schlosses auf derselben beträchtliche Summen vor, und vermehrte endlich seine Einkünfte noch mit einem bedeutenden Lehen in Norwegen und mit einem Canonicate zu Roeskilde. Das erwähnte Schloß, dem er eine ganz astronomische Anordnung gab, wurde Urania genannt, und daselbst eine eigentliche Sternwarte und ein chemisches Laboratorium eingerichtet, beide im größten Style für jene Zeit. Hier lebte und wirkte er, umgeben von zahlreichen Schülern und Freunden, in der Mitte seiner Familie, einundzwanzig Jahre, geehrt und selbst besucht von allen Großen Europa's, die auf ihren Reisen Dänemark nicht verlassen konnten, ohne Tycho, den berühmtesten Mann des Landes, gesehen zu haben. Nach Friedrich's II. Tod aber war auch die Gnade des Hofes für ihn verschwunden. Der Minister Walkedorf wurde bei seinem Besuche auf der Insel Hveen von einem der großen Hunde Tycho's angefallen, und glaubte sich von dem Herrn der Insel überhaupt

mäus entdeckt hat. Tycho zeigte der erste, daß es noch eine andere große Ungleichheit gibt, die er „Variation“ nannte<sup>2)</sup>. Diese Ungleichheit hängt von der Lage des Mondes gegen die Sonne ab, und beträgt in ihrem größten Werthe vierzig und eine halbe Minute, also nahe den vierten Theil der Evection. Auch bemerkte Tycho, obschon nicht ganz deutlich, die Nothwend-

---

nicht mit der gehörigen Achtung behandelt zu sehen. Er trat seitdem als erbitterter Gegner Tycho's bei dem jungen Könige Christian IV. auf, und Tycho verlor unter wiederholten Angriffen alles, was er früher von dem königlichen Hofe erhalten hatte. Tycho sah sich zulezt 1597 gezwungen, seine Insel und selbst sein Vaterland zu verlassen, um sich den Verfolgungen des rachsüchtigen Feindes zu entziehen. Er ging nach Rostock, wo er sich nahe ein Jahr aufhielt, und dann 1599 von Kaiser Rudolph II. mit einem Jahresgehalt von 3000 Ducaten als Astronom nach Prag. Hier richtete er auf dem ihm von dem Monarchen in Venetien außer Prag geschenkten Schlosse eine neue Sternwarte und ein chemisches Laboratorium ein. Nach zwei Jahren fand er dieses Gebäude zu seinen Arbeiten nicht bequem genug, und bezog ein Palais in Prag, das ihm der Kaiser für 22,000 Thlr. gekauft und das er selbst zu seinen Geschäften eingerichtet hatte. Wenige Monate darauf starb er am 13. October 1601 an einer Uriskeseis, die er sich bei einem Gastmahle des Grafen Rosenberg aus falscher Schaam zugezogen hatte. — Tycho wird mit Recht als der erste und genaueste Beobachter seiner Zeit angesehen, und mit ihm beginnt die Periode der besseren beobachtenden Astronomie der Neueren. Er war einer der Gegner des copernicanischen Systems, dem er i. J. 1582 ein anderes entgegensetzte, das noch jezt seinen Namen trägt, das aber jezt nicht weiter beachtet wird. Auch von der Astrologie konnte er sich nicht ganz frei erhalten. Seine größtentheils sehr kostbaren Instrumente, die Rudolph II. angekauft hatte, wurden i. J. 1620 nach der Schlacht am weißen Berge bei Prag größtentheils vernichtet, und nur einige wenige derselben soll man noch in Prag aufbewahrt haben. Tycho's Leben wurde von Bandal (Kopenhagen 1783), und von Helfrecht (Hof 1787) beschrieben. L.

- 2) Es wurde bereits oben, im dritten Buche, gesagt, daß Abul Wesa im zehnten Jahrhundert diese Ungleichheit des Mondes erkannt hatte, daß aber diese Entdeckung zur Zeit Tycho's längst wieder vergessen war und erst viel später in den Schriften jenes arabischen Astronomen zufällig wieder aufgefunden wurde.

digkeit einer andern Correction der Länge des Mondes, die von der Länge der Sonne abhängt und die später die „jährliche Gleichung des Mondes“ genannt wurde.

Diese Schritte betrafen die Länge des Mondes. Aber Tycho brachte auch wesentliche Verbesserungen in der Breite dieses Gestirns an. Die Neigung der Mondsbahn gegen die Ekliptik wurde bisher als constant, und die Bewegung der Knoten dieser Bahn als gleichförmig angenommen. Er fand, daß die Neigung nach der verschiedenen Lage der Knoten, um nahe zwanzig Minuten wächst oder abnimmt, und daß die Knoten, obschon im Allgemeinen rückgängig, doch auch einer anderen kleineren bald positiven, bald negativen Bewegung unterworfen sind.

Tycho theilte seine Entdeckungen in Beziehung auf den Mond in seinem „Progymnasmata“ mit, die i. J. 1603, zwei Jahre nach des Verfassers Tod, erschienen. Er stellt darin die Bewegung des Mondes noch durch die Combination von Epicykeln und excentrischen Kreisen vor. Allein da Kepler einmal gezeigt hatte, daß solche Mittel für immer aus der Astronomie verwiesen werden müssen, so war es beinahe unmöglich, nicht auch hier die Anwendung der neuen elliptischen Theorie zu versuchen. Horroy<sup>3)</sup> that dieß, und er schickte seinen Versuch i. J. 1638 an

3) Horrox oder Horrocks, (Jeremias), starb i. J. 1641 in seinem zweiundzwanzigsten Jahre. In dieser kurzen Zeit und so früh schon wußte er sich durch sein mathematisches Talent, als seiner Beobachter und als der Verfertiger von neuen Mondstafeln auszuzeichnen. Seine Werke hat Wallis zu London 1678 herausgegeben.

Crabtree, (Wilhelm), der Freund und Gehülfe des Horrox, die beide in der Nähe von Manchester lebten. Crabtree machte viele astronomische Beobachtungen, auch die des ersten Durchgangs der Venus vor der Sonne im Jahre 1639. Er starb zwei Jahre darauf. Auch seine Werke sind von Wallis herausgegeben worden. Ein anderer astronomischer Freund dieser beiden, Gascoigne, hatte der erste die Idee, im Brennpunkte des Fernrohrs seine Fäden zu spannen, eine Idee, die in der praktischen Astronomie Epoche machte, da sich von dieser Zeit an die größere Genauigkeit in den Beobachtungen datirt. Auch Gascoigne wurde den Wissenschaften durch einen frühen Tod entzogen. Er starb in seinem dreiundzwanzigsten Jahre in der Schlacht von Marston Moor, wo Cromwell die königlichen Truppen geschlagen hatte. Man hat früher mit Unrecht jene wichtige Erfindung dem Morin oder dem Picard vindiciren wollen. (M. s. Philos. Transact. XXX. 603.)

seinen Freund Crabtree. Erst 1673 wurde diese Schrift mit den numerischen Elementen, die Flamsteed hinzugefügt hatte, öffentlich bekannt gemacht. Flamsteed hatte nämlich in den Jahren 1671 und 1672 die Theorie des Horrox mit seinen Beobachtungen verglichen, und gefunden, daß sie viel besser mit diesen Beobachtungen übereinstimmte, als die „Philolaischen Tafeln“ des Bullialdus, oder die „Carolinischen Tafeln“ des Street. — Halley gab eine Erklärung von der Mittelpunktsgleichung des Mondes sowohl, als auch von der Evection, indem er den Mittelpunkt einer kleinen Ellipse auf der Peripherie eines excentrischen Kreises einhergehen ließ.

Die neueren Astronomen haben die Störungen des Mondes durch die Sonne auf theoretischem Wege gesucht, und dann, durch Vergleichung derselben mit den Beobachtungen, noch sehr viele andere, bisher unbekannte Correctionen des Mondes gefunden. Aber auch die Störungen, welche die Planeten unseres Sonnensystems unter einander erleiden, waren zu jener Zeit noch unbekannt, und sonach konnten die Tafeln der Astronomen in Beziehung auf diese Himmelskörper mit den Beobachtungen nicht in die gewünschte Uebereinstimmung gebracht werden. Diese Abweichungen der Tafeln von den Beobachtungen setzte die Astronomen öfter in nicht geringe Verlegenheiten, und mehr als einmal wurde die Frage aufgeworfen, ob wohl die Bewegungen der Himmelskörper auch in der That so regelmäßig vor sich gehen, wie man bisher angenommen hatte, oder ob sie nicht auch, wie z. B. die Winde oder die Witterung, zufälligen, nicht zu berechnenden Veränderungen unterworfen wären. Kepler glaubte in der That an solche ungefähre Aenderungen in der Bewegung der Planeten, aber Horrox wollte sie durchaus nicht gelten lassen, obschon auch er, wie er selbst gesteht, durch diese Abweichung der Beobachtungen von der Theorie oft in große Verlegenheit gebracht wird. Seine Aeußerungen über diesen Gegenstand zeugen von einer sehr klaren und richtigen Ansicht desselben. „Diese Fehler, sagt er <sup>4)</sup>, sind bald positiv, bald wieder negativ, so daß sie sich gleichsam gegenseitig wieder aufheben. Das könnte aber nicht seyn, wenn sie bloß zufällig wären. Ueberdies ist dieser Uebergang von dem Positiven zum

4) Astron. Kepler. Proleg. S. 17.

„Negativen bei dem Monde sehr schnell, bei Jupiter und Saturn  
 „aber ungemein langsam, so daß bei diesen zwei letzten Planeten  
 „die Fehler oft Jahre lang immer dieselben bleiben. Wenn diese  
 „Fehler bloß dem Zufalle zuzuschreiben seyn sollten, müßten sie nicht  
 „bei dem Monde sich ganz eben so, wie bei Saturn, verhalten?  
 „Nimmt man aber an, daß unsere Tafeln in Beziehung auf die  
 „mittleren Bewegungen dieser Gestirne nahe richtig sind, daß  
 „aber die Correctionen oder die „Gleichungen“ derselben noch einer  
 „Verbesserung bedürfen, so erklärt sich jene Erscheinung sehr gut.  
 „Denn die Ungleichheiten Saturns haben durchaus nur sehr  
 „lange Perioden, während die des Mondes im Gegentheile sehr  
 „zahlreich sind und sämmtlich nur kurze Perioden haben.“ —  
 Selbst jezt noch könnte man sich nicht besser über diesen Gegen-  
 stand ausdrücken. Auch war die Ansicht, daß alle beobachteten  
 Unregelmäßigkeiten der Himmelskörper nur scheinbar und daher  
 ebenfalls bestimmten Gesezen unterworfen sind, einer der wich-  
 tigsten Grundsätze, der zu jener Zeit für die Wissenschaften auf-  
 gestellt werden konnte.

### Dritter Abschnitt.

#### Ursache des weitern Fortgangs der Astronomie.

Wir gelangen nun zu dem Zeitpunkte, wo Theorie und  
 Beobachtungskunst, mit einander wetteifernd, vorwärts strebten.  
 Die physischen Lehren Kepler's und die Untersuchungen anderer  
 Anhänger des copernicanischen Systems mußten unvermeidlich,  
 nachdem man die erste Dunkelheit und Verwirrung der Begriffe  
 zerstreut hatte, zu einer richtigen Mechanik führen, und diese  
 Wissenschaft, einmal in's Leben gerufen, gab wieder der Astrono-  
 mie eine neue Gestalt. In der Zwischenzeit, in der sich die Me-  
 chanik auf mathematischem Wege ausbildete, waren die Astrono-  
 men beschäftigt, neue Beobachtungen und Thatsachen zu sammeln,  
 die dann wieder Gelegenheit zu neuen, oder zur Erweiterung der  
 bereits früher aufgestellten Theorien geben. Copernicus hatte die  
 beständige Länge des Jahres bestimmt, die Bewegung der großen  
 Aye der Erdbahn bestätigt, und überdieß gezeigt, daß die Schiefe  
 der Ekliptik sowohl, als auch die Excentricität der Erdbahn in  
 einer immerwährenden, obschon sehr langsamen Abnahme begriffen

sey. Auf einer andern Seite hatte Tycho einen großen Vorrath trefflicher Beobachtungen gesammelt. Diese Beobachtungen, so wie die von ihm entdeckten Geseze der Mondbewegung gaben Materialien an die Hand, an welcher später die Mechanik des Himmels ihre seitdem gereiften Kräfte üben konnte. Zugleich hatte das Fernrohr neue Wege geöffnet und bisher ganz unbekannte Gegenstände der Beobachtung und der Speculation vor unsere Augen geführt. Dieses Instrument bestätigte uns die Wahrheit des copernicanischen Weltsystems durch die Lichtgestalten der Venus, und die unserer Mondenwelt analogen Erscheinungen an Jupiter und Saturn, die sich gleichsam als Modelle des ganzen Planetensystems darstellten, und es ließ uns zugleich ganz neue Theile dieses Systems, in dem Saturnring, in dem Sonnenflecken u. s. f. erblicken. Die astronomische Beobachtungskunst machte seit dieser Zeit schnelle Fortschritte, durch die Anwendung des Telescop's sowohl, als auch durch eine zweckmäßigere, von Tycho eingeführte Construction der Instrumente. Copernicus hatte den Rheticus mitleidig belächelt, als dieser sich wegen der Differenz von einer Minute in seinen Beobachtungen grämte, und er versicherte ihn, daß, wenn er nur auf zehn Raumminuten in seinen Beobachtungen sicher seyn könnte, er nicht minder darüber erfreut seyn würde, als Pythagoras gewesen war, als er die Haupteigenschaft des rechtwinkligen Dreiecks entdeckte. Diese große Unvollkommenheit der astronomischen Beobachtungen aber sollte nicht lange mehr währen. Die merkwürdige Revolution, die Kepler in der Astronomie bewirkt hatte, war bereits auf einer viel kleineren Differenz, als auf einer sicheren Basis, erbaut worden. „Seitdem wir, sagt er <sup>3)</sup>, durch die göttliche Güte „einen so genauen Beobachter an Tycho erhalten haben, daß ein „Fehler von acht Minuten ganz unmöglich ist, so müssen wir dieß „dankebar anerkennen und zu unserem Vortheile anwenden. Diese „acht Minuten, die wir also nicht mehr übersehen dürfen, sollen „uns in den Stand setzen, das ganze Gebäude der Astronomie „noch einmal umzubauen.“ — In Beziehung auf andere Verbesserungen machte auch die Kunst zu rechnen einen unschätzbaren Fortschritt durch Napier's Erfindung der Logarithmen, und eben so waren auch die Vervollkommnungen anderer Theile der Ma-

3) Kepler de mot. stella Martis 19.

thematik und Geometrie den Ausprüchen angemessen, welche die Astronomie, die Mechanik und die gesammte Naturlehre an jene beiden Wissenschaften machte.

Die Genauigkeit der neueren Beobachtungen setzte die Astronomen in den Stand, die bereits bestehende Theorie näher zu prüfen und zu verbessern, und auch die neuen, dem Systeme bisher noch nicht angeeigneten Erscheinungen zu berücksichtigen. Auf diese Weise wurde die Wissenschaft von allen Seiten vorwärts gedrängt. — Indem wir uns nun anschicken, die Bahn näher kennen zu lernen, welche sie, in Folge dieses Dranges, eingeschlagen hat, wollen wir zuerst von der in dieselben Zeiten fallende Entstehung und erste Ausbildung einer neuen Wissenschaft, von der Lehre von der Bewegung, sprechen.

Ende des ersten Theiles.