

Populäre
Vorträge über Astronomie

von

Dr. Karl Theodor Unger,
ehemals Professor der Mathematik am Gymnasium zu Danzig.



Nach dem Tode des Verfassers

herausgegeben

von

Dr. Gustav Baddach,
Professor der Naturgeschichte an der Universität zu Königsberg.



Danzig,
Verlag von A. W. Kafemann.
1862.

Die populären Vorträge über Astronomie, welche hier in die Oeffentlichkeit treten, sind im Winter 1856—1857 in Danzig vor einem zahlreichen Zuhörerkreise gehalten worden. Nur für diesen Zweck waren sie ausgearbeitet, und es schien nicht in der Absicht des Verfassers zu liegen, sie durch den Druck zu veröffentlichen, vielmehr hatte er nach Beendigung der Vorlesungen das Manuscript seiner Gattin geschenkt. Jetzt, nachdem er dieser durch einen plötzlichen Tod entrissen worden, glaubt die trauernde Wittwe den zahlreichen Freunden des Verstorbenen durch die Herausgabe der Vorlesungen ein Andenken an denselben zu überliefern, welches ihnen um so erwünschter sein möchte, als von den vielen populären Vorträgen, welche der Verfasser bei verschiedenen Gelegenheiten gehalten hat, nur zwei im Drucke erschienen sind. Mit Vergnügen hat der Herausgeber die geringe Mühe übernommen, das Manuscript zum Drucke vorzubereiten, obgleich er sich nicht verhehlen konnte, daß es immerhin gewagt ist, eine Arbeit, die vom Verfasser zum einmaligen Vortrage bestimmt ist, dem Drucke zu übergeben. Dem Vortragenden ist Mancherlei erlaubt, was dem Schriftsteller nicht gestattet wird. Jener darf freier andere Schriften benutzen, ohne daß es weder möglich noch nöthig ist, jedesmal die Quelle anzugeben, der eine Bemerkung entnommen, er darf sich häufiger eine Abschweifung erlauben, die durch die Persönlichkeit und den Vortrag des Redners unterstützt dem Zuhörer weniger als dem Leser auffällt. Doch diese Bedenken mußten bei näherer Kenntniß des ganzen Werkes bald wieder verschwinden, denn die Art und Weise, wie der geistreiche Verfasser den Gegenstand behandelt, scheint von der gewöhnlichen Form populärer Schriften über Astronomie im Ganzen so abweichend, daß es auf Einzelheiten in der Darstellung überhaupt nicht ankommen kann. Dadurch vielmehr zeichnen sich diese Vorträge aus, daß sie ein vorzügliches Gewicht auf die klare Darstellung der Methode legen, durch deren Anwendung die

Wissenschaft sich den Weg zu der Höhe gebahnt hat, auf der sie gegenwärtig steht, zugleich aber auch ein lebhaftes Bild von dem innern Zusammenhange der einzelnen Entdeckungen und von der geschichtlichen Entwicklung der Wissenschaft dem Leser vorführen. Da schon einige Jahre verfloßen sind, seitdem die Vorlesungen gehalten wurden, der Herausgeber aber nicht selbst Astronom ist, so übernahm es Herr Professor Peters in Altona, aus Freundschaft zu dem verstorbenen Verfasser, das Manuscript durchzusehen und, wo die Forschungen der letzten Jahre es nöthig machten, einzelne Aenderungen vorzunehmen. Er hat dadurch den Herausgeber zu dem innigsten Danke verpflichtet. Die zwölf Vorlesungen bilden für sich ein abgeschlossenes Ganzes; da aber bei der beschränkten Zahl derselben nicht alle Theile der Wissenschaft mit gleicher Vollständigkeit behandelt werden konnten, und noch eine Menge anderer Vorträge des Verfassers über einzelne Theile der Astronomie vorlag, so schien es angemessen, auch aus diesen Einzelnes herauszuheben, was zur Ergänzung jener dienen konnte, und in der Form von Zusätzen auf jene folgen zu lassen. Das Verhältniß dieser Zusätze zu den Vorlesungen ist daher nicht dasjenige erläuternder Anmerkungen, sondern jeder derselben bildet einen geschlossenen Aufsatz für sich. Der achte Zusatz über das Leben Tycho de Brahe's ist eine vollständige Vorlesung des Verfassers aus einer früheren Zeit; der Herausgeber glaubte sie unverstümmelt wiedergeben zu müssen, ob schon die wichtigsten Arbeiten des großen Astronomen auch in den Vorlesungen besprochen sind.

Möge denn auch diese Arbeit des Verewigten als die letzte, die erscheint, sich desselben Beifalls erfreuen, den sich die früheren erwarben, und der hehren Wissenschaft, der er mit ganzer Hingebung diente, neue Freunde und Verehrer zuführen! Dem Freunde des Dahingeshiedenen aber sei es vergönnt, diesem noch einige Worte treuen Andenkens zu widmen. Wer ihn kannte, wird das Bild seines Lebens gern nochmals überblicken und die unvollkommene Form, in der es hier dargeboten wird, freundlich übersehen, aber auch diejenigen, die dem Dahingeshiedenen ferntranden, werden vielleicht durch die Vorträge, aus denen der Verfasser mit seinem tiefen Gefühl und seiner edelen Begeisterung so oft hervortritt, so viel Interesse für ihn gewonnen haben, daß sie ihn näher kennen zu lernen nicht verschmähen!

Carl Theodor Anger wurde am 31. Juli 1803 in Danzig geboren. Sein Vater bekleidete das Amt eines Ober-Steuer-Controllens, welches ihm und den Seinigen bei den geringen Ansprüchen, die sie mach-

ten, ein anständliches und behagliches Leben gewährte. Die Mutter war die Tochter des Admiraltäts-Direktors Pauli, eines Mannes, der den Ruf eines feinen und vortrefflichen Gesellschafters genoß. Carl war der dritte und jüngste Sohn und unterschied sich schon fröhe von seinen Brüdern durch ein mehr stilles und in sich gelehrtes Wesen; man schrieb dies seiner Schwächlichkeit zu, aber auch später, als er heranwuchs und sein Körper sich kräftigte, fand er weit weniger Vergnügen als andere Knaben an lärmenden und wilden Spielen, sondern beschäftigte sich oft lieber allein, indem er Pflanzen und Steine besah. Auch zur Musik zeigte er fröhe eine große Liebe und oft ent schlüpfte er dem Hause in die nahe Weiß-Mönnen-Kirche, um dort die Kirchenmusik zu hören. So vergingen ihm die ersten Jugendjahre still und gemüthlich im elterlichen Hause; der Vater besah als angesehenener Bürger in der Pfefferstadt ein Haus, dessen Giebel mit einer goldenen Sonne verziert war, und besaß in der Loge das Ehrenamt eines Meisters vom Stuhl. Der Familienkreis wurde durch die Gegenwart der Schwester der Mutter erweitert, welche häufig längere Zeit im Anger'schen Hause zubrachte. Für außergewöhnliche Vergnügungen wurde nicht viel ausgegeben. Im Sommer ging der Vater mit den drei Knaben zuweilen spazieren, und Carl's Amt war es dann, die lange Peise zu tragen, die erst vor dem Thore zusammengesetzt und durch ein Brennglas angestekt wurde. Im Winter zog die ganze Familie wohl einmal in's Theater, und dahin wurde auch der kleine Carl zum ersten Male mitgenommen, um Schillers Kabale und Liebe zu sehen, aber der traurige Ausgang des Stückes bewegte ihn dergestalt zu Thränen, daß keine Vorstellung der Eltern ihn zu trösten vermochte. Aber der Frieden der Familie sollte bald gestört werden. Die Belagerung Danzigs unter Lescaure setzte unzählige Einwohner, so auch sie in Noth und Bedrängniß. Als aber die Franzosen einzogen, begannen die Einquartierungen und Truppendurchmärsche, die den Knaben oft angenehme Unterhaltung, den Eltern aber neue Sorgen bereiteten. Endlich war es dem Vater gelungen, bei der französischen Verwaltung als Estimateur eine Stelle zu erhalten; da begann die zweite Belagerung und mit ihr neue und viel schrecklichere Noth. Die angelauften Vorräthe waren bald verzehrt, und nun mußte verkauft und verjeht werden, was irgend zu entbehren war. Als endlich auch diese Drangsale überstanden waren und ruhige Zeiten zurückkehrten, wurde Carl, nachdem er zu Hause den ersten Unterricht erhalten hatte, 1815 in die Marienschule gebracht, die damals unter dem Rektorat Knievels als Vorsschule für das Gymnasium erfreulich aufblühte; Fleiß und Talente

empfohlen ihn bald sehr den Lehrern und ließen ihn schnelle Fortschritte machen; da es dem Vater aber bei seiner damals sehr beschränkten Lage unmöglich schien, auch diesen Sohn, wie den ältesten, der bereits Primaner des Gymnasiums war, studiren zu lassen, so mußte Carl bereits 1816 die Marienschule verlassen und trat in die seit 1804 unter der Leitung von Johann Adam Breyfig stehende Kunst- und Handwerkschule ein. Hier fand seine Neigung zum Zeichnen, die schon früher hervorgetreten war, vollständige Nahrung. Breyfig war ein talentvoller Mann, der sich früher als Dekorationsmaler einen bedeutenden Ruf erworben, als Autodidakt sich selbst praktische Regeln zum Zeichnen der Basreliefperspektive entworfen und das Panorama erfunden hatte, auch durch eine ihm eigenthümliche Methode sehr tüchtige Schüler bildete. Anger erfaßte und studirte mit Begierde die Lehre vom perspektivischen Zeichnen und bewahrte das Interesse für diesen Gegenstand so treu, daß er, wie wir sehen werden, in seinen späteren mathematischen Arbeiten bemüht war, die praktischen Regeln seines Jugendlehrers durch mathematische Entwicklung zu begründen und zu erweitern; auch die Liebe und Dankbarkeit gegen diesen begleitete ihn bis zum Tode und noch im Jahre 1850 widmete er dem Andenken an ihn und sein verdienstliches Wirken einen öffentlichen Vortrag.

Durch Thätigkeit und Sparsamkeit der Eltern begann sich in den Jahren nach der Belagerung der Wohlstand der Familie allmählig wieder zu heben, als 1820 der Vater an der gelben Sucht erkrankte und starb. Sein letzter Blick, sein letztes Wort war an Carl gerichtet, mit den Worten „das Kind macht mir viele Sorgen“ verschied er und mußte die Frau und den jüngsten Sohn ohne Stütze und ohne Versorgung zurücklassen, während wenigstens über den Beruf der älteren Söhne schon entschieden war. Doch es kam unerwartete Hülfe. Anger hatte sowohl in der Marien- wie an der Kunstschule nicht nur zum Zeichnen, sondern auch zur Mathematik viel Lust und Liebe gezeigt und dies war theils durch seinen älteren Bruder Johann Wilhelm, der bereits Student geworden war, theils durch den Lektor Bärrensen zu Ohren des alten Professors Ewerbed gekommen, der lange Zeit an dem Gymnasium Philosophie gelehrt hatte, bei der neuen Organisation desselben seit 1817 aber in Ruhestand getreten war. Von diesem Manne wissen seine Schüler gewöhnlich nur komische Anekdoten zu erzählen, da seine Persönlichkeit viel Sonderbares hatte, um so erfreulicher ist es zu sagen, daß er sich gegen den jungen Anger mit wahrer Menschenfreundlichkeit benahm; er unterstützte ihn nicht nur durch Geld, sondern unterrichtete ihn auch in der Mathematik und brachte ihn

in wenigen Jahren so weit, daß er die Universität beziehen konnte. Durch Privatstunden suchte Anger nebenher noch so viel zu verdienen, daß er sich und zum Theil auch seine Mutter unterhalten konnte. Ewerbed war es auch, der Anger mit dem damaligen Direktor der Navigationschule, Herrn Commodore v. Bille, bekannt machte und dadurch bewirkte, daß dieser ihn auf einer Reise nach Bornholm und Kopenhagen mitnahm, die er zur Uebung seiner Schüler veranstaltete. Noch im späten Alter standen Anger die Eindrücke dieser ersten Reise, die eben so lehrreich wie unterhaltend für ihn war, lebhaft vor der Seele, und sie ist sicher auch nicht ohne Einfluß auf seine spätere Wirksamkeit geblieben.

Zu Michaelis 1823 ging Anger auf die Universität nach Königsberg, um sich dort nun ganz dem Studium der Mathematik zu widmen. Arm, wie er war, hatte er auch hier mit den allergrößten Entbehrungen zu kämpfen; nur durch Stipendien, die ihm zu Theil wurden, und durch das Geld, welches er sich durch Privatstunden verdiente, konnte er sich erhalten, und dennoch wanderte ein großer Theil dieser Einnahme hinüber zu der verlassenen und herzlich geliebten Mutter. Lehrer wurde ihm hauptsächlich Bessel, wenigstens übte kein anderer einen bedeutenden Einfluß auf ihn und seine Studien aus, aber jener große Mann, schon damals hoch berühmt durch seine wichtigen Arbeiten, zog den lernbegierigen Jüngling mächtig an sowohl durch seine lebendigen und geistreichen Vorträge, wie durch die Liebenswürdigkeit, mit der er sich der Arbeiten seiner Schüler annahm. Er erkannte auch bald das Talent seines neuen eifrigen Zuhörers und, als sein bisheriger Gehülfe Rosenberger ihn verließ, trug er Anger die Stelle eines Gehülfen bei der Sternwarte an, die dieser mit Freuden annahm und von 1826 bis 1831 inne hatte.

In diese Jahre fallen gerade mehrere der wichtigsten und berühmtesten Arbeiten, die von Bessel auf der Königsberger Sternwarte unternommen wurden. Schon im Jahre 1821 hatten die sogenannten Zonenbeobachtungen begonnen, in denen die Dexter sämtlicher Sterne bis zur neunten Größe herab, welche in dem Gürtel vom 15° südlicher Breite bis zum 45° nördlicher Breite liegen, bestimmt wurden. Schon zwei Gehülfen, Argelander und Rosenberger, hatten Bessel dabei unterstützt, jetzt lag es 5 Jahre hindurch Anger ob, bei diesen Beobachtungen die Abweichungen der Sterne zu bestimmen, und an klaren Abenden wurden oft bis spät in die Nacht hinein mehrere hundert Sterne beobachtet, worauf dann erst später die Berechnungen folgten. Nicht weniger thätigen Antheil nahm Anger an den berühmten Untersuchungen, die Bessel in derselben Zeit über

die Länge des einfachen Sekundenpendels anstellte. Hier konnte er nicht nur durch mehrfache Rechnungen, sondern auch durch eigene Beobachtungen die Arbeit seines verehrten Lehrers unterstützen*); während er für das große Werk Bessels, *tabulae Regiomontanae*, welches 1830 erschien, ebenfalls ausgebehnte Rechnungen lieferte**).

Im Sommer 1829 begann für die Beobachtungen auf der Königsberger Sternwarte eine neue Epoche, indem am 15. Oktober das große prachtvolle Heliometer aufgestellt wurde, dem Fraunhofer noch seine letzten Kräfte gewidmet hatte. So hatte Anger noch Gelegenheit, auch dieses in hohem Grade vollkommene Instrument, welches später durch die herrlichen Arbeiten Bessels einen großen Ruf erlangt hat, durch eigene Benutzung kennen zu lernen und an den ersten Beobachtungen, die mit ihm gemacht wurden, Theil zu nehmen; der Gambart'sche Komet von 1830 war es, der zuerst beobachtet wurde, und die Messungen mit dem neuen Instrumente waren so genau, daß eine neue Ortsbestimmung der verglichenen Fixsterne nöthig wurde, die zum Theil von Anger***), zum Theil auf andern Sternwarten gemacht wurde.

Die erste Arbeit, welche von Anger unter eigenem Namen veröffentlicht wurde, war eine Vorausberechnung der Sternbedeckungen für das Jahr 1829, welche er nach einer damals neuen, von Bessel kurz vorher angegebenen Methode, die jetzt allgemein üblich geworden ist, ausgeführt hatte†).

Neben diesen außergewöhnlichen Arbeiten hatten die täglichen Beobachtungen ihren regelmäßigen Fortgang, von denen diejenigen am Rei-

*) Anger berechnete die Beobachtungen von Müffling und Arago mit dem unveränderlichen Pendel nach der Besselschen Methode, ferner die Beobachtungen, welche Bessel und dann er selbst mit Erman gemeinschaftlich mit dem unveränderlichen Pendel anstellte, endlich stellte er selbst Beobachtungen an dem Katerschen Pendel an. S. Bessels Abhandlung über die Pendelversuche in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1826, pag. 58—60, 77 und 81.

***) In Bessels *tabulae Regiomontanae* sind von Anger die VI. Tafel, und zu der X. Tafel die Mutationen der 36 Fundamentalsterne so wie die Tafeln für den Stern α Ursae minoris berechnet, s. daselbst p. XXVII und p. XXXVIII.

****) S. Bessels Beobachtung und Elemente der Bahn des Kometen von 1830 in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1831 pag. 24 ff. und in den *Astron. Nachrichten*, Bd. 9, 1831, pag. 165.

†) Ephemeride für die Sternbedeckungen im Jahre 1829 in den *Astron. Nachrichten* Bd. 7, 1829, pag. 43 und 89 und in Schumacher's Hülftafeln für 1829.

henbach'schen Meridiankreise*), so wie die Ablefung der Thermometer und Barometer Anger übertragen waren. Bei dieser Gelegenheit beobachtete er am 5. Dezember 1829 den höchsten Stand des Barometers**), der in Königsberg seit Gründung der Sternwarte bis dahin — und wahrscheinlich auch bis jetzt — vorgekommen war und wiederholte, um den Gang des Barometers genauer festzustellen, die Beobachtungen in jeder halben Stunde 36 Stunden hindurch.

Aus dieser Uebersicht über die Arbeiten, die damals auf der Königsberger Sternwarte im Gange waren, wird man einsehen, daß die Zeit, welche Anger als Assistent dort zubrachte, zwar höchst lehrreich und ganz geeignet war, ihn zu einem tüchtigen praktischen Astronomen heranzubilden, daß sie aber auch eine arbeits- und mühevoll war, so daß es mitunter auch dem mit gutem Wissen und bestem Willen Ausgerüsteten schwer ward, allen Anforderungen zu genügen. Denn, wenn Bessel auch stets gern und bereitwillig die Arbeiten seiner Gehülfen und Schüler unterstützte, so setzte er bei ihnen, wie er selbst eine ungemeine Arbeitskraft besaß und fähig war, große Anstrengungen zu ertragen, nicht nur gleichen Eifer, sondern auch gleiche körperliche Kraft voraus und mochte nicht leicht die Möglichkeit einer Ermüdung einräumen. Der Gehülfe bewohnte aber damals mit dem Nachtwächter zusammen ein kleines schlechtes Haus neben der Sternwarte, welches später abgebrochen und durch ein besseres ersetzt wurde. Obgleich auf einer Anhöhe gelegen, war dieses Lokal naß und im Winter überaus kalt. Ein paar große Pelztiefel fand Anger als Inventarium hier und hinterließ sie bei seinem Abgange dem Nachfolger, weil ohne sie kaum zu existiren möglich war. Wenn er hier nun einsam in seine astronomischen Rechnungen vertieft saß, nicht des Frostes achtete, der seine Glieder durchbeßte, auch den Weststurm vergaß, der draußen tobte und die Wände des alten Hauses erschütterte, dann ertönte plötzlich in dem Nebenzimmer das laute Wiegenlied, mit dem die Frau des Nachtwächters ihre Kleinen in den Schlaf sang, und dazwischen die schreiende

*) Diese regelmäßigen Beobachtungen, so wie die Reduktionen der Zenitbeobachtungen finden sich in den „Astronomischen Beobachtungen auf der königlichen Universitäts-Sternwarte zu Königsberg“ v. J. 1827 — 31, Band 11 — 15. — Einzelne Beobachtungen Angers sind von Bessel auch angeführt in den Astronomischen Nachrichten, Band 8, 1831, S. 70, 189, 184.

**) 347,81 Linien bei 18° F. Lufttemperatur um 11 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachts am 5. Dezember 1829 — und 347,74 Linien bei 15° F. am 6. Dezember 7 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens. — f. Bessel in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 8, 1831, pag. 133.

Antwort der Kinder. Wer kann es ihm verdenken, wenn sein Geist dann plötzlich den himmlischen Regionen entrisen und höchst unangenehm an die Mühseligkeiten des irdischen Lebens erinnert wurde?

Doch wer hat nicht zuweilen im Leben mit solchen Widerwärtigkeiten zu kämpfen, die für den Augenblick verstimmen, aber im nächsten wieder vergessen sind oder in der Erinnerung uns nur ein Lächeln ablocken. Und Anger war wahrlich nicht der Mann, der ihnen einen größeren Werth beilegen sollte, als ihnen zukommt; er vergaß gewiß darüber nicht einen Augenblick, wie viele unschätzbare Vortheile die Stellung an der Sternwarte ihm darbot. Nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht mußte der persönliche Umgang mit dem großen Himmelsforscher im höchsten Grade förderlich und anregend sein, auch in den heitern und lebenswürdigen Kreis seiner Familie führte dieser ihn ein, in dem es an interessanten und hochgeachteten Persönlichkeiten nicht fehlte. Es war Anger eigen — und dies zeigte er auch in späteren Jahren, als er bereits Lehrer war — zu jungen Leuten, die mit Vertrauen sich ihm näherten, leicht eine große Zuneigung zu gewinnen; so faßte er auch damals die zärtlichste Liebe zu dem Sohne Bessel's, Wilhelm, obschon dieser viel jünger und erst ein Knabe von 13 bis 16 Jahren war; mit brüderlicher Treue begleitete er ihn auch später und schätzte die Erinnerung an ihn zu den theuersten, die ihn an Königsberg fesselten; leider mußte dies freudige Gefühl bald der tiefsten Wehmuth Platz machen, als der hoffnungsvolle Jüngling schon im Jahre 1840 einem Nervenfieber unterlag.

Unter den gleichaltrigen Freunden Anger's war vorzüglich einer, der einen entschiedenen Einfluß auf ihn äußerte — jener wunderbare Mann, der alle, die ihn nur oberflächlich kennen lernten, zurückstieß oder selbst verletzte, „alle aber, welchen das Glück zu Theil wurde die ungenießbare Außenseite zu durchdringen, durch die seltene Vereinigung hoher Geistesbildung, tiefen Wissens, innigen Fühlens mächtig anregte, so daß sie bald durch ihn gehoben, durch ihn belehrt, durch ihn besser geworden zu sein fühlten.“ Dieser Mann war Carl Gustav Jakob Jacobi. — Jacobi kam im Frühlinge 1826 als junger, in der Gelehrtenwelt noch unbekannter Privatdocent nach Königsberg, um hier bald als einer der ersten Sterne in der Wissenschaft aufzuleuchten und neben Bessel eine neue mathematische Schule zu gründen, die 20 Jahre hindurch ihre Jünger in alle Theile des Vaterlandes aussandte. Es war aber mit seinem ganzen Wesen die eigenthümliche Art oder Unart aufs innigste verbunden, sich fremden Leuten gegenüber unliebenswürdig zu machen, und so stieß er denn mit seinem

ersten Auftreten wie bei den meisten der hiesigen Professoren, so auch bei Bessel an, und auch Anger mußte ihn zuerst von dieser Seite kennen lernen. Mit Bessel war er schon bei dem ersten Besuche, den er ihm machte, hart zusammengekommen, als Bessel seine innigste Ueberzeugung dahin aussprach, daß die Mathematik ihre Erweiterung jetzt der Astronomie abzugewinnen habe, indem diese die Probleme liefere, deren Lösung der Mühe werth wäre, — und Jacobi darauf mit großer Kaltblütigkeit erwiderte, daß man mit demselben und vielleicht größerem Rechte die Astronomie nur als „une question d'analyse“ betrachten dürfe. Ein solches Wort war noch nie in den Räumen der Sternwarte erklingen, und wer Bessel kannte, — der, wenn auch scherzweise, oft alle Wissenschaften nur in zwei Abtheilungen theilte, Astronomie und Poesie, — wer da weiß, wie empfindlich er gegen jede Zurücksetzung seiner Wissenschaft war, der wird denken können, daß die Antwort Jacobi's ihn nicht wenig aufbrachte. Der verschiedene Standpunkt der beiden großen Mathematiker konnte nicht schärfer als schon in diesen wenigen Worten bei ihrem ersten Zusammenkommen bezeichnet werden.

Ein frohes Fest hatte im Sommer 1826 in dem freundlichen Garten der Sternwarte viele von den wissenschaftlichen Notabilitäten Königsbergs und eine Anzahl anderer Personen vereinigt. Es war der Taufstag von Bessel's jüngster Tochter, derselben, welche 20 Jahre später die schmerzliche Pflicht erfüllen mußte, den Tod ihres Vaters durch ein Schreiben an den Herausgeber der astronomischen Nachrichten der wissenschaftlichen Welt anzuzeigen. Der Jurist Dirksen, Herbart, der alte Medizinal-Rath Hagen, Dove, von Baer, Dr. Mothorny waren zugegen, auch die jüngeren Leute, Rosenberger, Oluffen, Anger u. A. waren zur Gesellschaft gezogen. Da erblickte Anger einen ihm unbekanntem, nicht jung aussehendem und ziemlich stark beleibtem Mann, der mit dem jetzigen Geheimen Ober-Baurath Hagen in einem Gespräch über den Descartes'schen Satz begriffen war. Vergeblich überlegte er, wer wohl der Fremde sein könne, als sein Freund Rosenberger ihn als seinen Nachfolger in dem Gehülfsen-Amte bei der Sternwarte dem Fremden — Jacobi — vorstellte. Bessel befand sich in der heitersten Laune und wußte mit der ihm eigenen Liebenswürdigkeit diese auf die Gesellschaft zu übertragen und überall die Unterhaltung zu beleben. Jetzt sprach er mit Jacobi über mathematische Gegenstände und warf die Bemerkung hin, wie oft höchst fruchtbare Hülfsmittel der Analysis so einfach seien, daß man bei ihrer gelegentlichen Entdeckung sich nur wundern müsse, daß sie nicht früher aufgefunden seien, da sie so

Nur am Tage lägen. Diese Bemerkung bezog sich auf eine seiner Abhandlungen in den Schriften der Berliner Akademie, in der er das Keplersche Problem auf eine neue von der Lagrange'schen Methode abweichende Art abgeleitet hatte. „Sehen Sie,“ sagte er zu Jacobi, „diese Entwicklung ist so allgemein, daß man sehr vieles damit machen kann und die Anwendung auf das Keplersche Problem nur eines von hundert Beispielen ist.“ „Und diese Entwicklungs-Methode ist von Ihnen?“ fragte Jacobi erstaunt. „Von wem denn?“ erwiderte Bessel „ich habe sie nirgends gefunden, bilde mir auch nichts darauf ein, wie schon daraus hervorgeht, daß ich in jener Abhandlung kein Eigenthumsrecht in Anspruch genommen habe.“ „Sie ist von Euler und steht in Eulers Integralrechnung“ sagte Jacobi sehr bestimmt. Bessel brach das Gespräch kurz ab. Eine lebhafte und von einer Seite mit großer Feinheit geführte Unterhaltung zwischen Dirksen und Herbart über die von diesem Philosophen ausgesprochene Behauptung, daß jeder wissenschaftliche Mann eine mathematische Bildung besitzen müsse, zog die allgemeine Theilnahme auf sich. — Als die Gesellschaft am Abend aus einander ging, eilten die jüngeren Männer zu Rosenberger, der noch in dem Hause neben der Sternwarte wohnte, um die Erlebnisse des Tages in Ruhe nochmals an sich vorübergehen zu lassen. Alle waren empört über die Anmaßung des jungen Berliners, und während Bessel in seinem Zimmer die Nacht damit zubrachte, vergeblich die vier Quartbände von Eulers Integralrechnung zu durchblättern, fiel in dem Nebenhause manches Wort herber Mißbilligung gegen Jacobi. Im Gefühl der Pietät gegen den geliebten und unbegrenzt verehrten Lehrer kam man überein, durch gänzliche Nichtachtung den neuen Privatdocenten merken zu lassen, wie wenig man mit seinem Betragen zufrieden sei. — Jacobi hatte in der Hauptsache Recht gehabt, war aber in der Angabe der Quelle ungenau gewesen, am Morgen erhielt Bessel ein entschuldigendes Billet, die besprochene Entwicklung stehe nicht in der Integralrechnung, sondern in einer Abhandlung Eulers in den Schriften der Petersburger Akademie, die genau bezeichnet wurde.

So war das erste Beegnen Anger's und Jacobi's. Wie ganz anders aber gestaltete sich bald ihr Verhältniß zu einander, als beide Gelegenheit hatten, sich näher kennen zu lernen. Uebereinstimmung in vielen Neigungen ließ sie bald innige Freunde werden, und von da an verging selten ein Tag, an dem beide nicht auf längere oder kürzere Zeit zusammen waren, oder Anger wenigstens einige Zeilen von Jacobi erhielt, wenn zu diesen auch oft nur ein beabsichtigter Besuch bei Bessel die Veranlassung

gab. Denn auch zwischen Bessel und Jacobi nahm das Anfangs etwas kühle Verhältniß allmählig eine immer herzlichere Färbung an und wuchs mit der Zeit, wie es zwischen zwei so edlen Naturen nicht anders sein konnte, zu einer auf gegenseitige hohe Achtung gegründeten innigen Freundschaft, die nur der Tod zu lösen vermochte. So oft nun Jacobi seine Schritte zur Sternwarte lenkte, sprach er bei Anger vor, bald um Wissenschaftliches mitzutheilen, bald um mit diesem treffende Witze und sarkastische Bemerkungen auszutauschen, und wieder hatte Anger Gelegenheit, jenen zu erheitern und ins Leben zurückzuführen, wenn er mitten in der Ausarbeitung seines großen Werkes, welches seinen Ruhm schnell über ganz Europa verbreitete, plötzlich von Trübsinn befallen dem Tode nahe zu sein glaubte. Nicht immer war also Angers Wohnung so trübe und einsam, wie sie oben geschildert worden, am äußersten Rande der Stadt gelegen, war sie vielmehr am Nachmittage oft der Versammlungsplatz mancher lieben Freunde, Erman sprach dort begeistert von seinem Plane einer Reise um die Erde, Dove, Barthold, Richelot, Busch waren stets willkommene Gäste, allen erzählte dann Jacobi von seiner ersten Pariser Reise und stellte Männer wie Arago, Legendre, Biot, Poncelet in ihren Persönlichkeiten den Freunden lebendig vor Augen oder wußte höchst komisch seinen Besuch bei Sophie Germain zu schildern.

So lebte Anger in Königsberg im Zusammensein mit interessanten Freunden sehr angenehm, in der letzten Zeit seines Aufenthalts daselbst stellte sich indessen ein nicht unbedenkliches Nervenleiden ein, theils durch die vielerlei Entbehrungen in den früheren Jahren und die nasse Wohnung, theils durch übermäßige Anstrengungen hervorgerufen. Dieser Umstand und die Aussicht eine selbstständigere und seinen Wünschen vorläufig entsprechende Stellung zu erlangen, bewogen ihn die ihm 1830 angetragene Stelle eines Astronomen bei der naturforschenden Gesellschaft in Danzig anzunehmen und im Frühlinge 1831 nach seiner Vaterstadt zurückzuführen. Nicht ohne große Wehmuth trennte er sich von dem ihm sehr lieb gewordenen Aufenthalte, von seinen Freunden, von der Sternwarte. Ob schon er sich nicht sehr weit entfernte, brachten die Verhältnisse es dennoch mit sich, daß er nur noch einmal, im Jahre 1846, Königsberg besuchte, wo er den Schmerz hatte, seinen theuern Lehrer schon von der Krankheit ergriffen zu finden, die im nächsten Frühjahre den Tod desselben herbeiführte. Mit Jacobi kam er theils in Danzig, theils in Berlin noch mehrere Male zusammen.

Wir haben lange bei diesem Lebensabschnitte Angers verweilt — doch, wie wir glauben, nicht mit Unrecht. Es giebt im Leben manches Menschen eine bestimmte Zeit der Entwicklung, deren Eindrücke, mögen sie durch Ereignisse und Verhältnisse oder durch bedeutende Persönlichkeiten hervorgerufen sein, so lebendig und tief sich dem Geiste und Gefühle einprägen, daß sie für das ganze Leben den Grund seines Handelns legen und das Ziel seines Strebens bestimmen. Sie sind es, die ihn auch dann immer wieder zu sich selbst zurückführen, wenn das bewegte Leben ihn in fremde Bahnen zu verschlagen droht. Eine solche Zeit gewaltiger Anregung und schneller Förderung waren für Anger die Jahre, welche er nach beendigtem Studium im Umgange mit bedeutenden Männern in Königsberg verlebte, sie gründeten seine spätere Thätigkeit und standen ihm bis zum Tode in immer gleicher Frische und Lebendigkeit vor Augen! Auch ihm, wie so Vielen, wurde nicht diejenige Stellung im Leben zu Theil, die seinen Kräften und Studien ganz entsprach. Wenn ihn daher die Gegenwart zuweilen nicht befriedigte, dann rief er sich gern die heitern Bilder aus jener Jugendzeit zurück und versammelte wieder die Gestalten geliebter Freunde um sich, die seitdem längst von einander getrennt oder auch ihrem irdischen Wirkungskreise entrückt waren. Einem solchen Bilde, welches er bald nach Jacobi's Tode einem Kreise vertrauter Freunde vorführte, sind die eben geschilderten Scenen entnommen.

Der naturforschenden Gesellschaft in Danzig war im Jahre 1783 als Geschenk des Doctor von Wolf ein mit Instrumenten versehenes Observatorium auf dem Bischofsberge, und ein ansehnliches Kapital zur Unterhaltung dieses und zur Anstellung eines Astronomen zu Theil geworden. Von 1793 bis 1817 war Dr. J. A. Koch als solcher mit Erfolg thätig gewesen, aber in den Unglücksjahren der Stadt hatte die Gesellschaft einen großen Theil ihres Vermögens verloren, die Sternwarte hatte auf Befehl des Gouverneurs Rapp 1812 müssen abgebrochen werden, die Gesellschaft hatte sich fast aufgelöst. Als daher 1817 Koch starb, blieb die Stelle des Astronomen vorläufig unbesetzt und erst als die zerrütteten Finanzen der Gesellschaft mehr geordnet waren, konnte man wieder daran denken, den Bestimmungen des Wolf'schen Testaments nachzukommen. Am 4. Mai 1831 wurde Anger als Mitglied und Astronom in die naturforschende Gesellschaft eingeführt; ein Ausbau auf der Apotheke von Neugarten diente vorläufig als Sternwarte. Da Anger jedoch bald darauf in Folge einer Aufforderung seines alten Freundes, des Commodore von Bille, den astronomischen Unterricht an der Navigationschule übernahm, konnte er

das dieser Anstalt gehörige Haus beziehen und die dortige Sternwarte benutzen. Hier standen ihm nun zwar manche recht schöne Instrumente zu Gebote, ein kleines Ertelesches Passageinstrument, welches gehörig benutzt, sehr genaue Beobachtungen gab, ein sechsfüßiger Fraunhoferscher Achromat, mehrere kleinere Fraunhofersche Teleskope, zu denen später noch eine Pendeluhr von Liede mit Quecksilbercompensation und ein Chronometer von Kessels u. a. kamen, indessen so brauchbar sie zu den gewöhnlichen astronomischen Beobachtungen waren, so wenig konnten sie den hohen Ansprüchen der neueren Astronomie an Genauigkeit genügen, wo es darauf ankam, sehr feine Messungen zu machen. Auch hatte eine Sternwarte in Danzig jetzt nicht mehr dieselbe Wichtigkeit und dieselbe Aufgabe wie am Ende des vorigen Jahrhunderts, da inzwischen in dem benachbarten Königsberg die mit allen Hülfsmitteln aufs Reichlichste ausgestattete Sternwarte entstanden war. Jene mußte vorzüglich dem praktischen Bedürfnisse einer großen Handelsstadt abhelfen und den Unterricht in der Schifffahrtskunde unterstützen. In diesem Sinne scheint Anger seine Aufgabe als Astronom in Danzig aufgefaßt zu haben, und konnte dies mit um so größerem Rechte, als das v. Wolf'sche Testament eine Thätigkeit in dieser Richtung dem Astronomen ausdrücklich zur Pflicht machte. Es sind daher von den dort angestellten Beobachtungen nur solche bekannt geworden, welche zur genaueren Ortsbestimmung von Danzig ein allgemeines Interesse haben konnten, Beobachtungen nämlich über Sternbedeckungen, über Sonnen- und Mondfinsternisse*). Dagegen wurde eine kleine für die Astronomen stets brauchbare Schrift**) Angers von der Gesellschaft herausgegeben und in zahlreichen Vorträgen***) machte er dieselbe mit den Bestrebungen und den Entdeckungen der neueren Astronomie bekannt.

Vielfach beschäftigten ihn in damaliger Zeit Untersuchungen über die Bestimmung der geographischen Breite und Länge eines Ortes und gaben auch zu mehreren Abhandlungen Veranlassung. Die eine derselben be-

*) Die Sonnenfinsterniß von 1833. *Astron. Nachr.* 1834, Bd. 11 pag. 137, Sternbedeckungen ebenda und Bd. 12, 1835 pag. 69, Bd. 17, 1840 pag. 251. Totale Mondfinsterniß vom 31. Mai 1844 und Sternbedeckung, Bd. 22, 1845, pag. 161, Sonnenfinsterniß von 1847, Bd. 27, 1848, pag. 287.

**) Tafeln zur Erleichterung des Gebrauchs der Mond-Sphemeriden. Halle, 1831.

***) Die Protokolle der Gesellschaft, aus denen Herr Oberlehrer Menge in Danzig die große Güte gehabt hat, dem Herausgeber die nöthigen Notizen mitzutheilen, weisen deren 21 für die Zeit bis zum 30. September 1837 und noch 31 für die spätere Zeit nach.

spricht eine speciellere Aufgabe der Geodäsie*), zwei andere aber sind durchaus dem praktischen Bedürfnisse angepaßt, den Seemann in denjenigen Methoden der Ortsbestimmung zu unterrichten, die für ihn theils an der Küste**) theils auf dem Meere***) am zweckmäßigsten anzuwenden sind. Bei solchen Bemühungen gelang es Anger denn auch sehr wohl als Lehrer der Navigationschule mit gutem Erfolge zu wirken und tüchtige Schiffsführer heranzubilden, die ihm oft noch später auf die herzlichste Weise für seinen Unterricht dankten, namentlich aber konnte er es sich mit Recht zur Ehre anrechnen, ausgezeichnete Männer wie die Herren Albrecht und Domde, die jetzt als Direktor und Lehrer der Anstalt vorstehen, zu seinen Schülern zu zählen. Auch fehlten ihm nicht mannichfache Anerkennungen. Im Jahre 1833 schon wurde ihm der ehrenvolle Auftrag zu Theil, die kaiserlich-russische Chronometer-Expedition mit seinen Bestimmungen zu unterstützen, und später bemühte sich namentlich v. Humboldt ihn der Navigationschule zu erhalten, die er in Vertretung des Direktors längere Zeit hindurch leitete, doch zwang ihn die bereits übernommene Stellung am Gymnasium 1837 diesen Unterricht aufzugeben.

Schon im Jahre 1834 eröffnete sich Anger ein neues Feld der Thätigkeit. Durch den um die Gewerbe in Preußen vielfach verdienten Geheimen Rath Beuth, dem er durch den Unterricht an der Navigationschule und die Chronometer-Expedition vortheilhaft bekannt geworden war, wurde ihm die Direction der damaligen Handwerkerschule in Danzig übertragen, die bis dahin eine nur untergeordnete Stellung gehabt hatte, nun aber zur Provinzial-Gewerbeschule umgestaltet und eine Vorschule des königlichen Gewerbe-Instituts in Berlin werden sollte. Da aber vorläufig trotz dieser Erweiterung die Dotation der Schule nicht erhöht wurde, so hatte Anger mit nicht geringen Schwierigkeiten zu kämpfen, indessen gelang es ihm doch vortreffliche Lehrer zu finden, die für ein anfangs sehr geringes Honorar den Unterricht in den übrigen Lehrgegenständen

*) Die Aufgabe nämlich, aus den gegebenen Polhöhen zweier Oerter und den Winkeln, welche die zwischen ihnen liegende geodätische Linie mit den Meridianen bildet, den Längenunterschied dieser Oerter zu finden, mit Rücksicht auf die von Dalby 1793 gegebene Auflösung. Astron. Nachrichten Bd. 9, 1831, pag. 359.

**) Ueber die sicherste Bestimmung der geographischen Breite aus Beobachtungen mit einem Spiegelsextanten oder ähnlichen Instrumenten. Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, Bd. III. Heft 1, 1835.

***) Bemerkungen über einige Methoden zur Bestimmung der geographischen Breite mit Rücksicht auf die auf dem Meere anzustellenden Beobachtungen. Programm des Danziger Gymnasiums vom Jahre 1839, auch in Königsberg 1839.

übernahmen, während er selbst sich den mathematischen Unterricht vorbehielt. So hatte er die Freude schon nach einem Jahre einen Schüler in das Gewerbe-Institut entlassen und später oft drei oder vier zur Aufnahme dorthin vorschlagen zu können. Dies sah er aber keineswegs als den Zweck des Unterrichts an, sondern nur als eine nothwendige Folge desselben. Denn nichts war ihm mehr verhaßt, als ein geistloses Abbrechen einzelner Schüler zu einem äußerlichen Zwecke, er suchte sie alle gleichmäßig zu fördern und befolgte hier, wie in der Navigationschule den Grundsatz, daß nur einer tüchtigen theoretischen Vorbildung die Anwendung auf die Praxis folgen dürfe. „Wie es in der Mathematik keinen Weg für Könige giebt,“ sagt er in einer später anzuführenden Schrift, „so giebt es auch keinen für Handwerker, Künstler, Ingenieure u. s. w.; der Praktiker muß sich wie der Gelehrte, durch Nachdenken verschiedene Theile der Wissenschaft zu eigen machen, dann erst wird eine verständige Anwendung des Erworbenen denkbar sein, während Halbheit des Wissens und Ungründlichkeit, wie allenthalben so auch hier, nicht nur keinen Nutzen sondern einen nicht zu berechnenden Schaden stiften können.“

Die Folge solches Unterrichts war es, daß außer den Schülern, die nach Berlin gingen, um auf Kosten des Staates ihre Studien im königlichen Gewerbe-Institut fortzusetzen, noch viele andere als vollkommen reif entlassen wurden, die entweder auf eigene Kosten diese oder eine ähnliche Anstalt des Auslandes besuchten oder unmittelbar ins praktische Gewerbe eintraten. Wie viel Gutes die Gewerbeschule auch unter den beschränkten Verhältnissen, in denen sie damals stand, leistete, das werden die vielen angesehenen Gewerbetreibenden bezeugen, welche ihr allein oder wenigstens vorzugsweise ihre Ausbildung verdanken. Im Jahre 1850 stellte Anger bei den vorgesetzten Behörden den Antrag, noch einen Lehrer für die Bau-Construktionslehre anzustellen, weil der Mangel eines solchen sich allmählig fühlbar zu machen begann, indessen gefiel es dem königlichen Ministerium den Provinzial-Gewerbeschulen eine andere erweiterte Einrichtung mit 2 Klassen zu geben und einen Direktor sowie mehrere Lehrer anzustellen, welche der Anstalt allein ihre Kräfte widmeten; da trat Anger, der seine Stellung am Gymnasium nicht aufgeben konnte und wollte, im Jahre 1855 auch von dieser Anstalt zurück, der er mit regem Interesse 21 Jahre lang vorgestanden hatte.

Als nämlich im Juli 1836 der damalige Professor der Mathematik am Gymnasium zu Danzig, Förstemann, starb, übernahm Anger einer Aufforderung des Direktors der Anstalt folgend, die Vertretung desselben,

erhielt aber gleich darauf auch die definitive Anstellung und zwar, indem er jeder weiteren Prüfung enthoben wurde, die dritte Oberlehrerstelle mit dem Titel eines Professors. Nach einigen Jahren, im Jahre 1840, rückte er auch in die zweite Professur auf. Kaum konnte ihm eine ehrenvollere Anerkennung seines Talents zu Theil werden, und da das mit der Stelle verbundene Gehalt seine Einnahme zugleich wesentlich verbesserte, so war er allerdings in jeder Hinsicht entschuldigt und gerechtfertigt, wenn er dem an ihn ergangenen Rufe folgte; aber er mußte nun auch die Stelle des Astronomen aufgeben, da die Bestimmungen des Wolf'schen Vermächtnisses diesem nicht erlaubten, nebenbei noch eine feste Anstellung anzunehmen. Indem er so aufhörte praktischer Astronom zu sein und Lehrer der Mathematik wurde, betrat er allerdings eine Laufbahn, die ihn von der Wissenschaft, der er mit so vieler Liebe sich gewidmet hatte, und in der er seinen Kenntnissen und Talenten nach einst eine hervorragende Stellung hätte einnehmen können, weiter entfernen mußte. Aber wie wenig sind wir im Stande die Verhältnisse im Leben uns zu schaffen und zu ertrogen! Muß man denjenigen doch schon glücklich schätzen, dem es gelingt, sie zu benutzen oder unschädlich zu machen! Niemals hat sich Anger im entferntesten als unzufrieden mit seinem Berufe geäußert, auch niemals einen Schritt gethan, um sich eine andere Stellung zu verschaffen, aber dennoch ist nicht zu läugnen, daß, wie schon angedeutet wurde, durch manche seiner Worte und Reden eine gewisse Sehnsucht nach der Beschäftigung mit seiner Lieblingswissenschaft durchklang. — Nachdem Anger am 30. September 1837 seine Stelle als Astronom der naturforschenden Gesellschaft niedergelegt hatte, blieb dieselbe einige Jahre hindurch unbesetzt, bis 1840 wieder ein junger und talentvoller Danziger, Fleming, der ebenfalls unter Bessel seine Studien gemacht hatte, für dieselbe gewonnen ward. Da dieser aber leider mit wichtigen Arbeiten beschäftigt noch in demselben Jahre starb, wurde die Stelle nicht wieder besetzt.

Verweilen wir noch einen Augenblick, um zu sehen, wie sich Angers Privatleben nach seiner Rückkehr in die Vaterstadt gestaltete. Die erste und nicht geringste Freude, die seine Stellung ihm hier darbot, war die Möglichkeit, seiner alten Mutter ein sorgenfreies und behagliches Leben bereiten zu können. Sie zog zu ihm und genoß noch mehrere Jahre hindurch das Glück, den geliebten Sohn allgemein geachtet und geehrt zu sehen. Eine andere Annehmlichkeit, die nicht gering zu schätzen ist, lag für Anger darin, daß ihm trotz der mehrfachen Verpflichtungen, die er allmählig übernahm, noch immer Muße genug blieb, theils um sich auf verschiedenen

Gebieten des Wissens umzusehen, theils gesellschaftlichen Umgang zu pflegen. Dieser Zeit vorzüglich hatte er wohl seine umfassende Kenntniß der deutschen Literatur zu verdanken. Er war mit dieser sehr vertraut und sein vortreffliches Gedächtniß behielt das einmal Gelesene so treu, daß es ihm jederzeit wieder zu Gebote stand. Auch in späteren Jahren las er außerordentlich viel, und nicht leicht entging ihm irgend eine bedeutende literarische Erscheinung. Außer dichterischen Werken liebte er solche vorzüglich, die treue Darstellungen menschlicher Verhältnisse enthielten oder reich an humoristischen und witzigen Bemerkungen waren. Deshalb waren auch Auerbach's Schriften und Rogebue's Lustspiele oft in seinen Händen. Auf den Besitz vieler Bücher legte er dagegen keinen Werth und diejenigen, die er hatte, pflegten gewöhnlich so neben einander zu stehen, wie das Schicksal sie zusammengeführt hatte, wenn nicht — in späteren Zeiten — die ordnende Hand seiner Frau sich ihrer annahm. — Sein Umgang breitete sich bald sehr aus und in großen wie in kleinen Gesellschaften war er ein stets gern gesehener Gast. Seine Unterhaltung war lebendig und ging gern ein auf alle Gebiete der Kunst und Wissenschaft; an gewöhnlichen Dingen aber wußte sie bald eine komische Seite aufzufinden und ein heiterer Scherz gab dem Gespräche neues Leben. Ueberließ er sich im gemüthlichen Kreise vertrauter Freunde ganz seinem Humor, so riß er unwiderstehlich alle in die heiterste Stimmung fort. Ein treffender Witz stand ihm stets zu Gebote, aber seine Gutmüthigkeit erlaubte ihm nicht, Jemanden zu verletzen, wenn nicht grobe Anmaßung eine Zurückweisung nöthig machte, und Reinheit der Gesinnung ließ den Scherz niemals auch nur entfernt an's Frivole oder Niedrige streifen. So wußte er alle Kreise, in die er kam, zu beleben und seine Kollegen ließen es sich gern gefallen, daß er auch den Ernst des Conferenzzimmers durch seine heitere Laune und gemüthliche Neckereien zu unterbrechen wußte. Im Jahre 1844 verheirathete er sich mit Fräulein Emilie Zabbach, einer Tochter des Kaufmanns Zabbach in Danzig. Seine Kollegen gaben ihre Freundschaft zum Bräutigam bei der Vorfeier des Vermählungsfestes durch allerhand heitere Scherze kund, und die Schüler bewiesen dem Lehrer ihre Liebe und Achtung, indem sie ihm zu Ehren am Hochzeitstage einen großartigen Fackelzug veranstalteten; auch wollte es der Zufall, daß Anger am Tage vorher das Doctordiplom von der Universität zu Kiel durch seinen Freund Scherk erhielt, der als Privatdocent in Königsberg noch sein Lehrer gewesen war. Nun beschränkte er den Kreis seines Umganges allmählig und zog sich aus den größeren Gesellschaften zurück, um bei seiner Gattin ganz der gemüthlichen Haus-

lichkeit zu leben oder in kleineren Kreisen vertrauter Freunde sich heiterer Unterhaltung hinzugeben. Da seine sonst höchst glückliche Ehe kinderlos blieb, so suchte er sich für die Freuden, die er entbehren mußte, wenigstens einigermaßen dadurch zu entschädigen, daß er sich eine gewisse Unabhängigkeit von der Gesellschaft, so viel dies möglich ist, bewahrte. Gern machte er im Sommer Ausflüge in die schönen Umgebungen Danzigs, wo er sich an der herrlichen Natur außerordentlich erfreuen konnte. Im Herbst des Jahres 1847 gab er einer dieser schnell unternommenen Fahrten eine größere Ausdehnung, indem er mit seiner Frau auf einige Tage nach Berlin, Hamburg und Altona reiste, um alte Bekanntschaften zu erneuern und mehrere ausgezeichnete Männer seiner Wissenschaft kennen zu lernen. Unter diesen zog ihn vorzüglich der Conferenz-Math Schumacher in Altona an, mit dem er schon lange in Correspondenz gestanden hatte, und unvergeßlich war ihm das Bild des freundlichen Greises, der tiefes Wissen mit der liebenswürdigsten Gemüthlichkeit verband.

Als Lehrer der Mathematik leistete Anger Vorzügliches und stand dem Amte stets mit großer Liebe vor, obwohl der Unterricht ihm mitunter, wenn er körperlich leidend war, nicht ganz leicht werden mochte. Schon früher hatte er sich ein Verdienst dadurch erworben, daß er den Unterricht im mathematischen Zeichnen, als eine Vorschule für die Mathematik, in die Schulen — nicht nur Danzigs — eingeführt hatte. Sein Amt am Gymnasium gab ihm Gelegenheit, in dieser Beziehung noch mannichfache Erfahrungen zu sammeln, die er gelegentlich in seinen Schriften mitgetheilt hat. Als Lehrer befolgte er den Grundsatz, daß Fleiß und Fortschritte der Schüler nur dadurch dauernd zu erlangen und zu fördern seien, daß man in ihnen das Interesse für den Gegenstand des Unterrichts zu erwecken und zu beleben suche. Dies gelang ihm denn auch bei der Mehrzahl sehr wohl, indem er gewisse Ruhepunkte des Unterrichts benutzte, um auf die Anwendung des Gelernten nach dieser oder jener Richtung hinzuweisen, und den weiter vorgerückten Schülern, wo es möglich war, einen tieferen Blick in die Wissenschaft eröffnete. Die Fähigsten brachte er auf diese Weise oft überraschend schnell vorwärts, so daß sie über die Forderungen, die das Gymnasium an sie stellte, mitunter weit hinausgingen. Mehrere unter ihnen widmeten sich auch später ganz dem Studium der Mathematik oder der Astronomie, und einer derselben ist jetzt nach seinem Tode als zweiter Lehrer der Mathematik am Danziger Gymnasium angestellt. — Von der Ueberzeugung erfüllt, „daß ein Lehrer nicht nur verpflichtet ist seine Lectionen zu ertheilen, sondern auch durch wissenschaftliche

Thätigkeit seinem Wirken die Weihe des lebendigen Geistes zu geben und dadurch dasselbe zu veredeln“, blieb er stets auch außerhalb der Schule in seiner Wissenschaft thätig und zog verschiedene Aufgaben theils aus der Mathematik theils aus der Astronomie in den Kreis seiner Untersuchungen, die er in zahlreichen Abhandlungen veröffentlichte. Die Klarheit, die sich überall in seinen Schriften ausdrückt, und die Gewandtheit, mit der er selbst schwierige Verhältnisse leicht begreiflich darzustellen mußte, liefert den besten Beweis für sein vorzügliches Lehrtalent.

Es wird hier der Ort sein, zuerst von seinen mathematischen Arbeiten zu sprechen, die sich um so leichter überblicken lassen, als sie der Mehrzahl nach einem Kreise von Untersuchungen angehören und in genauem Zusammenhange unter einander stehen. Sie beziehen sich fast sämmtlich auf die Lehre von der Reliefs-Perspektive und stellen den Einfluß dar, den diese auf die neuere Geometrie ausgeübt hat. Wie nämlich die gewöhnliche Maler-Perspektive die Aufgabe hat, körperliche Gegenstände auf einer ebenen Fläche so darzustellen, wie sie von einem gewissen Punkte gesehen erscheinen, so ist die Aufgabe der Reliefs-Perspektive diejenigen Regeln anzugeben, nach denen körperliche Gegenstände in einem beschränkten Raume z. B. in einer flachen Nische dargestellt werden müssen um von einem bestimmten Punkte aus gesehen in den natürlichen Verhältnissen zu erscheinen. Die Theorie dieser Reliefs-Perspektive ist ungleich zusammengesetzter als die der einfachen und ward bis jetzt sehr selten von Künstlern richtig angewandt, noch seltener verstanden. Angers früher erwähnter Lehrer, J. A. Bressig, war der erste gewesen, der als genialer Künstler, nicht als Mathematiker, sich Regeln für die Konstruktion des Basreliefs gebildet und schon im Jahre 1798 in einer Schrift bekannt gemacht hatte. (Versuch einer Erläuterung der Reliefs-Perspektive. Magdeburg bei Reil, 1798.) Doch diese Arbeit war wenig verbreitet worden und bald ganz in Vergessenheit gerathen. Anger kannte sie sehr wohl und hatte bereits als Schüler, wie wir gesehen haben, ein großes Interesse für diese Lehre gewonnen. Als er nun später in Königsberg durch Jacobi auf das große Werk des französischen Mathematikers Poncelet über neuere Geometrie aufmerksam geworden und dasselbe gründlich studirt hatte, war er nicht wenig überrascht und erfreut durch die Entdeckung, daß die hier als völlig neu hingestellten eleganten Regeln der Reliefs-Perspektive im Wesentlichen durchaus mit den von Bressig gegebenen übereinstimmten. Jacobi übernahm es bei seiner Anwesenheit in Paris im Jahre 1829 Poncelet selbst von dieser Uebereinstimmung zu überzeugen,

und Anger hatte die große Freude, seinen verehrten, schon greisen Lehrer davon zu benachrichtigen, daß der berühmte französische Geometer diese Uebereinstimmung selbst in einer Abhandlung (Analyses des transversales) anerkannt habe, und daß seiner schon fast vergessenen Schrift nun auf Poncelet's Vermittelung die Ehre bevorstehe, ins Französische übersetzt zu werden*). Anger fing nun an, sich mit der analytischen Behandlung der Perspektive zu beschäftigen, die hier viel leichter und schneller zu Resultaten zu führen schien als die geometrische Entwicklung, und besprach diese Methode schon in Königsberg vielfach mit seinem unter den damals Studirenden ihm am nächsten stehenden Freunde Michelot**). Nach Danzig gekommen, bearbeitete er daher die Basreliefs-Perspektive auf die angegebene Art in zwei kurz auf einander folgenden Abhandlungen***), in denen er, die Aufgabe aus dem allgemeinsten Gesichtspunkte auffassend, die Grundformeln in einfachster Form aufstellte, auf passende Beispiele anwandte und darthat, daß aus ihnen auch die Lehrlätze der gewöhnlichen Perspektive hervorgingen, weil diese nur als ein specieller Fall jener zu betrachten sei. In einem andern Aufsatze†) zeigte er dann, daß sowohl die Newtonsche Methode, Figuren in andere derselben Gattung umzuwandeln, als auch die Methode von de la Hire, Kegelschnitte in der Ebene durch den Kreis zu erzeugen, specielle Fälle der Perspektive seien und jene aus der gewöhnlichen, diese aus der Reliefs-Perspektive sich ableiten ließen. Einen andern speziellen Fall der letzteren, bei dem die unter einander parallelen Gesichtslinien mit der Projektions-Ebene nicht einen rechten Winkel, sondern einen Winkel von 45° bilden, den Poncelet in der Einleitung seines Werkes nur vorübergehend angedeutet hatte, erkannte Anger als einen besonders merkwürdigen und fruchtbaren.

*) Später als das Dresdner Buch von Volke und Barbin übersetzt war, bereute Poncelet seine abgegebene Erklärung und nahm sie sogar in *Comptes rendus* 8. Mai 1843 zurück, mit großem Unrecht, wie Anger in seiner Abhandlung über die Transformation der Figuren zeigte.

***) Herr Professor Michelot hat den Herausgeber auch zu großem Danke verpflichtet, indem er ihm sein Urtheil über die mathematischen Arbeiten Angers zur Benützung in dieser Darstellung mittheilte.

****) Analytische Darstellung der Basrelief-Perspektive. Danzig, 1834, und Beiträge zur analytischen Basrelief-Perspektive. Danzig, 1836. Die Hauptsache beider Abhandlungen faßte Anger später zusammen, um sie allgemein bekannt zu machen, in dem Aufsatze *Theorie de la perspective-relief*. *Astron. Nachr.* 1854. Bd. 38, pag. 289.

†) Ueber die Transformation der Figuren in andere derselben Gattung, *Crujckers Archiv für Mathematik und Physik*. Th. 4. 1844. pag. 281.

Er nannte ihn die plagiographische Projektion und behandelte ihn ausführlich in einem besondern Aufsatze*). Sehr sinnreich ist ferner die Methode, durch welche es ihm gelang, ein bis dahin unbezwinglich scheinendes Problem auf eine höchst einfache Weise zu lösen, nämlich die mathematisch richtige Zeichnung eines Panorama. Diese Aufgabe ist ein spezieller Fall der Theorie der Perspektive für krumme Bildflächen, bei dem die letztere eine Cylinderfläche ist und der Ort des Auges in der Achse des Cylinders liegt. Anger hatte sich lange mit der wissenschaftlichen Behandlung dieses Theils der Perspektive beschäftigt, ohne zum Ziele zu gelangen, weil die durch Anwendung analytischer Geometrie erhaltenen Gleichungen sich nicht construiren ließen, also für die Praxis unanwendbar waren, bis er endlich auf den Gedanken kam, daß es nicht nöthig sei, die abzubildenden körperlichen Gegenstände unmittelbar zu projectiren, sondern daß dies durch Vermittelung einer gewöhnlichen perspektivischen Zeichnung derselben geschehen könne, die bei unverändertem Augenpunkte auf gerader Bildfläche entworfen ist. Dadurch wurde nun jede wesentliche Schwierigkeit der Aufgabe gehoben, wie complicirt auch immer die darzustellenden Gegenstände sein mochten. Obschon die Abhandlung**), durch welche Anger diese Methode bekannt machte, nur ein kurzer Auszug aus einer am 12. Juni 1850 in der naturforschenden Gesellschaft gehaltenen Vorlesung ist, so giebt er in derselben doch dem praktischen Zeichner bereits eine genaue aus den geometrischen Betrachtungen abgeleitete Vorschrift, wie er verfahren müsse, um das gewöhnliche perspektivische Bild auf die abgewinkelte Cylinderfläche richtig zu übertragen. Ebenso interessant und originell sind Angers Arbeiten über die perspektivische Verzerrung***), in denen er die interessante und für die Praxis wichtige Frage gelöst hat, welchen Einfluß die verschiedenen Stellungen des Auges auf die Entstellung eines perspektivischen Bildes ausüben, da dieses immer nur für eine bestimmte Lage desselben gezeichnet sein kann.

In allen diesen Arbeiten spricht sich ein doppelter Zweck aus. Einmal suchen sie den bildenden Künsten durch Einführung mathematischer

*) Ueber die plagiographische Projektion in Grunerts Archiv der Mathematik und Physik Th. 8. 1846. pag. 235.

**) Zur Theorie der Perspektive für krumme Bildflächen mit besonderer Berücksichtigung einer genauen Konstruktion der Panoramen. Beilage zu No. 729 der Astronomischen Nachrichten. Band 31, 1851.

***) Untersuchungen über die perspektivische Verzerrung, in den neuesten Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. 4. Band 4. Heft. Danzig, 1851.

Prinzipien nützlich zu werden, und in der That scheinen sie diesem Zwecke sehr wohl zu entsprechen, da sie bei Vermeidung verwickelter Betrachtungen und zweckmäßiger Wahl der Anwendungen durch gewandte und geschmackvolle Darstellung das Vorgetragene so leicht faßlich machen, daß auch weniger mathematisch gebildete Leser dem Gange der Untersuchungen folgen können. Auf der andern Seite zeigen sie auch durch mannigfache Beispiele den Einfluß, den die Lehre von der Perspektive rückwirkend auf die Mathematik selbst ausübt, indem sie die Lösung vieler sonst schwer löslicher Aufgaben und eine Menge wichtiger Lehrsätze auf die einfachste Weise als unmittelbare Folgen der dort gefundenen Resultate darstellen. So bieten sie auch dem Mathematiker von Fach durch ihre Beziehungen auf andere Gebiete der Wissenschaft und durch die in ihnen klar und einfach aufgestellten leitenden Ideen vielfaches Interesse und mannigfaltige Anregung.

In Bezug auf diesen zuletzt angedeuteten Zusammenhang zwischen den Forderungen der Praxis und der Wissenschaft muß noch auf eine kleine Schrift Angers hingewiesen werden, welche dieses Verhältniß in durchaus populärer Weise und mit großer Klarheit auseinandersetzt. Sie führt den Titel: Ueber den Einfluß der Projektionslehre auf die neuere Geometrie und ist noch vor wenigen Jahren in einer 2ten Auflage erschienen*). Die neuere Geometrie fing Anger an, in einer besonderen Schrift**) zu bearbeiten, die ursprünglich wohl einen größeren Umfang erhalten sollte, aber auch schon in den beiden erschienenen Heften nach einer gedrängten Auseinandersetzung der wichtigsten Lehrsätze der Projektionslehre die Anwendung derselben zur Lösung vieler interessanten geometrischen Aufgaben enthält. Endlich nachdem er selbst viele Jahre hindurch darüber Erfahrungen gesammelt hatte, wie weit die Projektionslehre in den Kreis des Unterrichts an den Gymnasien gezogen werden könne, glaubte er gewiß mit Recht die wichtigsten Sätze derselben in einem Leitfaden für den Unterricht zusammenstellen zu dürfen. Es war dies seine letzte Arbeit; sie wurde im Januar 1858 beendet und ist erst nach seinem Tode erschienen***).

*) Die erste Auflage ist 1845 bei F. A. Weber, die 2te 1856 bei A. W. Kafemann in Danzig erschienen.

**) Betrachtungen über verschiedene Gegenstände der neueren Geometrie, 1. Heft. Danzig, 1839; 2. Heft, Danzig, 1841.

***) Elemente der Projektionslehre mit Anwendungen der Perspektive auf die Geometrie. Danzig, bei A. W. Kafemann 1858. — Herr Prof. Ri ch e l o t äußert sich über diese Schrift folgendermaßen: „In der Einleitung zu diesem ganz vortrefflichen und sehr empfehlenswerthen Buche spricht sich der Verfasser selbst über die erfolgreiche Anwendung

Außer diesen im innern Zusammenhange mit einander stehenden geometrischen Arbeiten hat Anger noch gelegentlich einzelne theils geometrische theils trigonometrische Bemerkungen bekannt gemacht, die, weil sie mehr vereinzelt stehen, zwar, von geringerer Bedeutung sind, aber nichts desto weniger für seinen Scharfsinn und sein Talent zeugen*).

Im Jahre 1847 trat Anger in einen Kreis der Wirklichkeit, der ihm um so angenehmer war, als er ihm Gelegenheit bot, auch unmittelbar die Fortschritte der Astronomie zu befördern und mit den ausgezeichnetesten Astronomen des In- und Auslandes in noch nähere Verbindung zu treten. Die naturforschende Gesellschaft, in der er stets ein sehr thätiges Mitglied geblieben war, gab seinem Eifer für ihre wissenschaftlichen Bestrebungen eine ehrenvolle Anerkennung, indem sie ihn in dem genannten Jahre zum Direktor erwählte. Er übernahm dieses Amt und führte

der Projektionslehre als Lehrgegenstand, wie er sie zuerst in unserer Provinz vor 25 Jahren angebahnt hatte, auf vieljährige eigene Erfahrung gestützt, so klar und bezeichnend aus, daß wir weiter nichts als unsere vollkommene Beistimmung ausdrücken wollen. Auch wir müssen sie als eine sehr wesentliche und äußerst fruchtbare Anwendung der Stereometrie betrachten und ihre zur Weckung des höheren Interesses für Geometrie besonders geeignete Natur anerkennen. Die genannte Schrift ist rein geometrisch gehalten und darin der Inhalt einiger früheren Aufsätze des Autors über verschiedene Gegenstände der neueren Geometrie im Wesentlichen aufgenommen. Sie enthält aber außerdem die Theorie der verschiedenen Projektionsarten, so wie eine Reihe geometrischer Anwendungen derselben, und ist daher als Leitfaden des Unterrichts in diesem jetzt schon allgemeiner verbreiteten Lehrgegenstande für Lehrer wie für Schüler besonders geeignet. Angers Kunst in der Darstellung stets diejenige Form zu wählen, welche den Zugang zur Wissenschaft besonders erleichtert, die klare und lichtvolle Art seines in vieljähriger Lehrwirksamkeit gebildeten Vortrages und die geeignete und zweckmäßige Wahl des Stoffes, der die Hauptfachen enthält, ohne durch zu tiefes Eingehen auf Einzelnes zu ermüden, machen diese letzte seiner geometrischen Arbeiten besonders nützlich und interessant."

*) Ueber die Gauß'schen Gleichungen für ebene Dreiecke. *Grunert's Archiv für Mathematik und Physik* Bd. 5, 1844. pag. 78.

Ueber die allgemeine Ableitung der Grundformel der sphärischen Trigonometrie. *Eben da.* pag. 79.

Relation zwischen den Winkeln und dem Radius des eingeschriebenen, umgeschriebenen Kreises und dem Radius des in das Höhen-Dreieck eingeschriebenen Kreises in jedem Dreiecke. *Astron. Nachr.* 21, 1844. pag. 171 und *Grunert's Archiv* Th. 5, 1844. pag. 222, 24.

Ueber die Aufgabe: durch 4 gegebene Punkte diejenige Ellipse zu legen, welche den kleinsten Inhalt hat. *Grunert's Archiv für Mathematik und Physik* Bd. 10, 1847. S. 178, und in den *Astron. Nachr.* Bd. 26, 1848. pag. 35.

Ueber zwei Abhandlungen von Nicolaus Fuß in den *Gedenkschriften der Kai-*

es 9 Jahre hindurch in dem Sinne, daß er als den Zweck der Gesellschaft die Förderung und Erweiterung der Wissenschaft fest im Auge behielt, die bloße Verbreitung derselben aber durch populäre Vorträge, die andere ähnliche Gesellschaften sich zur Aufgabe stellen, als unzweckmäßig zurückwies. In einer Provinzialstadt — so sagte er in einer Rede, mit der er im Jahre 1849 die Sitzungen der Gesellschaft eröffnete — die keine Universität oder andere wissenschaftlichen Institute besäße, müsse man jede Stütze für wissenschaftliche Bestrebungen aufrecht erhalten, hier etwas aufgeben, heiße zerstören. Deshalb hat er die Gesellschaft, unablässig bemüht zu sein, die Vermehrung ihrer wissenschaftlichen Hilfsmittel nach dem Bedürfnis derjenigen Mitglieder, welche sich selbstthätig beschäftigen, zu bewirken und in dieser Aufgabe den schönsten Lohn für ihre materiellen Opfer nicht bloß von der Mitwelt zu erwarten. Gerne befürwortete Anger daher jedes Unternehmen, wodurch tüchtige Arbeiten einzelner Mitglieder unterstützt werden konnten, gleichviel welchem Theile der Naturwissenschaften sie angehörten; er trug für Vermehrung und systematische Anordnung der Sammlungen Sorge, suchte die Herausgabe der Schriften der Gesellschaft, so viel er konnte, zu beschleunigen und war bemüht, die Verbindungen derselben mit auswärtigen Vereinen und Instituten zu erweitern. Eine interessante Correspondenz mit dem Professor Gillis in Washington setzte die Gesellschaft sogar von den Fortschritten und neuesten Leistungen der mathematischen und astronomischen Wissenschaften in Amerika in Kenntniß. Da schien es auch an der Zeit, die Wolf'sche Stiftung wieder im Sinne ihres Stifters zu verwenden. Anger machte daher der Gesellschaft den Vorschlag, da zur Erbauung einer Sternwarte und Anstellung eines Astronomen die erforderlichen Mittel nicht ausreichten, von drei zu drei Jahren astronomische Aufgaben zu stellen und für die Lösung derselben einen namhaften Preis auszusetzen. Am 24. Februar wurde dieser Vorschlag in der Gesellschaft zum Beschluß erhoben und schon am 23. April 1849 brachten die *Astronomischen Nachrichten**), deren Herausgeber mit dem regsten Interesse die Sache unterstützte, die erste Aufgabe, die aber leider, so zeitgemäß sie auch schien, keine Bearbeitung fand.

Hierdurch keineswegs zurückgeschreckt, schrieb die Gesellschaft schon im Januar 1852 eine zweite Preisaufgabe aus. Der Foulcault'sche Ver-

ferlichen Akademie zu St. Petersburg. Grunert's Archiv Th. 12, 1849. pag. 39.

— Auch ist hier noch zu erwähnen: Zur Theorie des Kater-Bohnenberger'schen Reflexionspendels. Grunert's Archiv Th. 5, 1844. pag. 80.

*) Bd. 23. — 1849. pag. 353.

fuch, durch die Schwingungen eines Pendels die Achsendrehung der Erde unmittelbar sehen zu lassen, war damals gerade bekannt geworden und von allen Physikern und Astronomen mit großem Interesse aufgenommen. Durch die Bemühungen von Strehlke und Anger wurde er sehr bald darauf auch in Danzig angestellt. Seine hohe Bedeutung aber für die Wissenschaft lag darin, daß er in der Theorie des Pendels, die von den größten Mathematikern berechnet vollständig bekannt zu sein schien, einen Mangel entdecken ließ, den niemand geahnt hatte. Es konnte daher der Gesellschaft keine passendere Preisfrage vorgeschlagen werden, als die nochmalige Berechnung der Theorie des Pendels mit Rücksicht auf die Umdrehung der Erde*). Unter den sieben Schriften, welche schon bis zum Oktober desselben Jahres eingeschickt wurden, erhielt die Arbeit des berühmten Direktors der Gothaer Sternwarte, Hansen, den Preis und wurde sofort in den Schriften der Gesellschaft gedruckt. Schon im folgenden Jahre drängte sich gleichsam der Astronomie eine Frage auf, die von zu großer und tief eingreifender Bedeutung schien, als daß sie nicht eine möglichst schnelle Beantwortung wünschen ließ. Die Grundlagen, auf welchen die neuere beobachtende Astronomie ruht, werden bekanntlich durch die Resultate gebildet, welche Bessel aus einer umfassenden Reduktion der von Bradley auf der Greenwicher Sternwarte angestellten Beobachtungen gezogen und in seinem Werke *Fundamenta Astronomiae* niedergelegt hat. Ein nicht geringes Erstaunen mußte daher der Astronomen sich bemächtigen, als sie in den *Comptes rendus* vom 5. April 1852 lasen, daß der französische Astronom Leverrier bei einer neuen Berechnung der Greenwicher Beobachtungen zu Resultaten gelangt war, welche von denjenigen der *Fundamenta* wesentlich abwichen und diese als unsicher bezeichneten. Unmittelbar mußte daher der Wunsch entstehen, diese hochwichtige Frage durch abermalige von einem Dritten unternommene Berechnung zur Entscheidung zu bringen, und es war natürlich, daß Anger sogleich auf den Gedanken kam, sie zum Gegenstande einer neuen Preisaufgabe vorzuschlagen. Da die Gesellschaft hierauf einging, die Frage aber in ihrer ganzen Ausdehnung zu diesem Zwecke viel zu weitläufig war, so wurde nach mehrfacher Ueberlegung und Besprechung mit Herrn Direktor Hansen für's erste nur eine neue Berechnung der Aufstellung des Passageinstruments, an welchem Bradley beobachtet hatte, verlangt, und schon im Januar 1855 konnte die ausgezeichnete Arbeit des Professors

*) *Astron. Nachrichten*. Bd. 34, 1852. pag. 33.

Peters, Direktor der Sternwarte in Altona, gekrönt werden. Bei dieser Gelegenheit wurde zugleich von der Gesellschaft der Wunsch ausgesprochen, daß diese Berechnungen fortgesetzt werden möchten, und da Herr Professor Peters sich hiezu bereit erklärt hatte, so erhielt Anger im Juli desselben Jahres den eben so ehrennden als angenehmen Auftrag, selbst nach Altona zu reisen und sich mit Peters über die Auswahl des Materials zu besprechen.

In dem gastreichen Hause dieses ausgezeichneten Mannes verlebte Anger mit seiner Gattin, die ihn dahin begleitet hatte, äußerst angenehme und genussreiche Tage; war es für ihn vom höchsten Interesse längere Zeit mit einem so berühmten Fachgenossen über wissenschaftliche Gegenstände sprechen zu können, so gewährten die Besuche der herrlichen Umgebungen Hamburgs in Gesellschaft der liebenswürdigen Familie seines Wirthes ihm wie seiner Frau Stunden des reinsten heitersten Genusses, wie sie das sorgenvolle Leben dem Menschen nur selten schenkt. Als Anger, von seiner Reise zurückgekehrt, der Gesellschaft über die mit Peters gepflogenen Besprechungen ausführlich Bericht erstattet hatte, beschloß diese den letzteren zu ersuchen, für sie die Berechnung der Bradley'schen Beobachtungen für diejenigen Sterne, die nicht unmittelbar mit der Sonne verglichen sind, durchzuführen, eine Arbeit, deren Beendigung die Wissenschaft wohl nächstens entgegensehen kann.

Trotz dieser schönen Erfolge, die Angers Bemühungen hatten, fühlte er sich am Ende des Jahres 1855 doch sowohl durch amtliche als auch durch Privat-Verhältnisse bewogen, sich von dem Direktorat der Gesellschaft zurückzuziehen und ferner nur wieder als Mitglied in derselben thätig zu bleiben.

Das Jahr 1851 war bekanntlich für alle Freunde der Astronomie in Preußen ein besonders merkwürdiges; nicht nur, daß ihnen vergönnt war, am 28. Juli die seltene Erscheinung einer totalen Sonnenfinsterniß zu beobachten, sie hatten auch die Freude, eine Menge ausgezeichnete Astronomen aus allen Theilen Europas in ihrer dem wissenschaftlichen Verkehr sonst so abgelegenen Provinz zu sehen. So wurde auch Anger das Vergnügen, die beiden von der Pariser Akademie entsandten Astronomen Mauvais und Soujon, die ihm durch Humboldt empfohlen waren, kennen zu lernen und ihnen den vortrefflichen Beobachtungsort auf dem Bischofsberge empfehlen zu können, an dem früher die Sternwarte der naturforschenden Gesellschaft gestanden hatte. Die größte Ehre aber ward ihm ebenfalls durch Humboldt's Vertrauen zu Theil da-

durch, daß dieser ihn seiner Majestät dem Könige, der auf dem Schlosse Rugau bei Rugig die Sonnenfinsterniß beobachten wollte, zur Hülfeleistung empfahl. Auch diesen Auftrag führte er mit der ihm eigenen Gewandtheit aus, und während er dem Könige die Erscheinungen zeigte und erklärte, hatte er noch Zeit selbst den ganzen Vorgang zu beobachten*). Am 29. August wünschte Humboldt ihm Glück zu dem Empfange des Rothen Adlerordens und fügte hinzu: „aber was mehr als das Kreuz und mein Glückwunsch Werth hat, ist die dankbare Zufriedenheit, die der Monarch bei jeder Gelegenheit über Ihre angenehme und lehrreiche Unterhaltung äußert“.

Mit wenigen Worten mag auch noch einer heitern Zerstreuung gedacht werden, deren sich Anger im Jahre 1853 durch eine kurze Reise nach Thorn erfreute, wohin ihn und mehrere andere Astronomen aus Königsberg, Krakau und anderen Orten die Enthüllung des Copernicus-Denkmales führte. Der äußerst freundliche und herzliche Empfang, den man dort ihm und den andern Gästen zu Theil werden ließ, die Begeisterung, welche in der Stadt überall für dieses Fest herrschte und auf alle Theilnehmer desselben überging, machten ihm die dort verlebten Tage überaus angenehm, so daß er immer mit der größten Freude sich ihrer erinnerte.

Nachdem Anger aufgehört hatte Astronom zu sein, hat er nur gelegentlich beobachtet, wenn der Himmel ihn durch ganz besondere Erscheinungen an das Fernrohr rief. Die Abhandlung: Grundzüge der neueren astronomischen Beobachtungskunst**) kann, obgleich sie erst später erschien, gleichsam als der Beschluß dieses Abschnittes seiner Arbeiten angesehen werden. Lange Zeit hindurch beschäftigte er sich eifrig mit der Geschichte seiner Wissenschaft und studirte namentlich das Leben und die Werke der Astronomen des 16. und 17. Jahrhunderts. Geschrieben hat er über diesen Theil seiner Studien nichts, aber desto häufiger enthalten seine Vorträge, sowohl die hier erscheinenden als auch viele andere den Beweis, daß er sich mehr als oberflächlich bemüht hat, die geschichtliche Entwicklung der Astronomie zu verfolgen. In späteren Jahren wandte er sich wieder, vielleicht angeregt durch die Beschäftigung mit den Preisaufgaben der naturforschenden Gesellschaft, zur rechnenden Astronomie und zwar beschäftigten ihn Untersuchungen über die Berechnung der planetarischen

*) Astron. Nachr. Bd. 34, 1852, p. 31.

**) Programm des Danziger Gymnasiums von 1847 und bei Grobe in Berlin.

Störungen. Abgesehen von einer Bemerkung über den Werth eines bestimmten Integrals, die schon aus dem Jahre 1847 herrührt*), gehört hierher ein Aufsatz**), der sich auf eine Abhandlung Euler's in den Schriften der Petersburger Akademie aus dem Jahre 1779 bezieht. Anger führt nämlich die hier von Euler angegebene Methode, die Störungen (der rechtwinkligen Coordinaten) der Planeten zu berechnen, durch Anwendung des Maclaurin'schen Satzes auf ihren einfachsten Ausdruck zurück und zeigt, wie man sie auf die kleinen Planeten anwenden könne. Im Verfolge dieser Untersuchungen erkannte er jedoch, daß die erhaltenen Gleichungen noch einer Verbesserung bedürften, um bei ihrer Anwendung genaue Resultate zu geben. Mit diesem Zusätze und einigen sich daran knüpfenden Bemerkungen gab er daher die Abhandlung im Jahre 1858 in den Schriften der naturforschenden Gesellschaft nochmals heraus***).

Hierher gehören auch die im Jahre 1855 erschienenen Untersuchungen über die Function $J_{\frac{1}{k}}$ †), welche von Bessel in die Theorie der planetarischen Störungen eingeführt ist und darin eine wichtige Rolle spielt. Es war nämlich nur die Entwicklung dieser Function für den Fall bekannt, daß der Index eine ganze Zahl ist. Anger gelang es nun durch eine sinnreiche Methode, indem er für den Index eine imaginäre Zahl einführte und dann aus der so gewonnenen Doppelreihe wieder vom Imaginären zum Reellen zurückging, die genannte Function für jeden Werth des Index zu entwickeln und so eine viel allgemeinere Anwendung derselben zu ermöglichen. Da Anger nicht gleich darüber zur Gewißheit gelangen konnte, ob diese Entwicklung neu sei, so schickte er sie an Cauchy, und dieser berühmte Mathematiker hatte die Güte dieselbe mit einem neuen Beweise und mehreren Zusätzen der Pariser Akademie vorzulegen, so daß

*) Astronomische Nachrichten, Band 27, 1848, pag. 239. In einem Schreiben

an den Herausgeber wird der Werth des Integrals $\int_0^{\pi} \frac{\pi}{2} \sqrt{\sin \varphi} \cdot d\varphi = 1,1981400$ nachgewiesen.

**) Ueber eine Euler'sche Methode zur Berechnung der planetarischen Störungen, Astronomische Nachrichten, 1856, Bd. 42, pag. 97 und als Nachtrag dazu Bemerkungen zu der Euler'schen Methode, Astron. Nachrichten 1857, Bd. 45 pag. 195.

***)) Untersuchungen über eine Methode zur Berechnung der planetarischen Störungen in den neuesten Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, Bd. VI., Heft 1, 1858.

†) Untersuchungen über die Function $J_{\frac{1}{k}}$ mit Anwendungen auf das Kepler'sche Gesetz in den neuesten Schriften der naturforschenden Gesellschaft, Bd. 5 Heft 4, Danzig, 1855.

ste zuerst in den Comptes rendus*) erschien. In den genannten Untersuchungen legt Anger die Methode der Entwicklung dar, und führt sodann eine Reihe von bestimmten Integralen, namentlich diejenigen, welche Bessel in einer Abhandlung „über die planetarischen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne entstehen“ auf andere Weise abgeleitet hat, auf die genannte Function zurück. Im Verlaufe dieser Untersuchungen kam Anger endlich noch auf einen dritten Beweis seiner Entwicklung, der ohne den Durchgang durch das Imaginaire zu fordern, nur auf doppelte theilweise Integration gegründet ist. Alle drei Beweise erschienen dann zusammengestellt, zugleich mit einer einfachen Relation in der Abhandlung, welche in dem Jubiläums-Programme des Danziger Gymnasiums enthalten ist**), deren Herausgabe Anger aber nicht mehr erlebte. Sie erschien zugleich begleitet von dem herzlichsten Nachruf seiner Collegen an ihn.

Von populären Darstellungen wissenschaftlicher Gegenstände war Anger im Allgemeinen kein Freund. Er fürchtete die Oberflächlichkeit, die sich so leicht in diese Behandlungsweise einschleicht und die er mit Recht in der Wissenschaft haßte. Auch hatte er die Schwierigkeit, zugleich gründlich und doch allgemein verständlich zu sein, schon frühe kennen gelernt, da er im ersten Jahre nach seiner Rückkehr nach Danzig, im Winter 1831, eine Reihe von Vorlesungen über Astronomie öffentlich gehalten hatte. Später hat er zwar sehr häufig Vorträge theils in der literarischen Gesellschaft, in der er ein sehr thätiges Mitglied und zugleich Vice-Präsident war, theils öffentliche zu verschiedenen wohlthätigen Zwecken gehalten, aber immer nur über einzelne ausgewählte Abschnitte der Astronomie oder über das Leben berühmter Astronomen und Mathematiker***). Als aber der dritte Band von Humboldt's Kosmos erschienen war, und er 1855 mehr Muße als früher hatte, schien es ihm doch ein würdiges Unternehmen, als Erläuterung dieses astronomischen Theiles des Kosmos eine Reihe von Vorlesungen zu veranstalten, neben denen zugleich die merkwürdigsten Himmelsgebilde in aufgestellten Fernröhren beobachtet würden.

*) Vom 17. und 24. Juli 1854.

**) Ueber das Integral $\int_0^{2\pi} \cos(h\varepsilon - k \sin \varepsilon) \cdot d\varepsilon$ in dem Programm des Danziger Gymnasiums vom Jahre 1858.

***) Gedruckt sind nur zwei dieser Vorträge: Erinnerung an Bessel's Leben und Wirken. Danzig, bei Weber und: Professor Breyfig, in den neuen Preuß. Provinzial-Blättern, Band X. Heft 2, 1850, pag. 27.

Obgleich die Beobachtungen öfter durch trübes Wetter gestört wurden, erndteten die Vorträge den ungetheilten Beifall der zahlreichen Zuhörer, und zeigten wiederum, daß Anger in hohem Grade die Kunst verstand, auch schwierige Gegenstände selbst den in die Wissenschaft nicht Eingeweihten zugänglich zu machen. Hierdurch ermutigt und von verschiedenen Seiten dazu aufgefordert, trat er im folgenden Winter abermals mit einer Reihe von zusammenhängenden Vorlesungen auf, in denen mehr die geschichtliche Entwicklung der Wissenschaft hervorgehoben wurde, dieselben, welche in diesem Buche den Freunden der Astronomie vorgelegt sind.

So ist Anger bis zu seinem Tode und nach den verschiedensten Richtungen hin unermüdtlich thätig gewesen, treu seinem beschriebenen Wahlsprüche: *Mache der Kleine das Kleine nur recht, der Große begehrt just so das Große zu thun!* Wenn er auch nicht zu den wenigen Auserwählten gehörte, die vom Schicksale bestimmt sind, die Wissenschaft in neue, noch unbetretene Bahnen zu führen, so zeigt doch die geistreiche Auffassung aller von ihm behandelten Gegenstände von einer nicht gewöhnlichen Begabung, mit der er an anderem Orte wohl fähig gewesen wäre noch Auffallenderes zu leisten. Anger war aber Lehrer, und das Wirken dieses lebt im Verborgenen fort in seinen Schülern! Sehen wir, wie er tüchtige Seefahrer, geschickte Gewerbetreibende, kenntnißreiche Beamte und Gelehrte gebildet hat, wie er unablässig und mit gutem Erfolge bemüht war in einer Stadt, die vorzugsweise materiellen Interessen zugewandt ist, auch dem geistigen Streben Achtung und Ansehen zu erhalten, so werden wir seine Verdienste nicht mit Unrecht groß nennen dürfen. Noch höher aber als den Gelehrten müssen wir in ihm den Menschen schätzen. Mit scharfem und durchdringendem Verstande verband er tiefes Gefühl und ein weiches, für Mitleiden stets offenes Herz. Einem Armen oder Kranken vorbeizugehen, ohne helfen zu können, war für ihn immer ein Schmerz, und wie es ihm als Knaben die größte Freude war, wenn die Mutter ihn in der Zeit der allgemeinen Noth mit Speisen und Kleibern zu armen Nachbarn schickte, so machte er sich auch im Alter gern einen Festtag, indem er arme Familien in ihren kümmerlichen und oft schwer zugänglichen Wohnungen aufsuchte, um ihnen selbst Unterstützung darzureichen. Sein Wahlspruch für sein rein menschliches Handeln, den er aber auch zu den vertrautesten Freunden selten aussprach, war das Goethesche Wort:

Edel sei der Mensch, hilfsreich und gut!
Unermüdet schaff' er das Nützliche, Rechte,
Sei ein Vorbild jener geachteten Wesen!

Die letzten Lebensjahre waren für Anger nicht frei von herben Sorgen und tiefem Kummer. Im Jahre 1856 verlor er seinen ältesten Bruder, der Superintendent in Dirschau war, durch einen ganz plötzlichen Tod, und noch in demselben Jahre starb auch sein zweiter Bruder, nachdem er lange krank und arbeitsunfähig gewesen war, und hinterließ eine zahlreiche Familie in tiefstem Elende. Es wird nicht nöthig sein zu erwähnen, wie hülfreich er hier eintrat, ja wie er mit edler Selbstvergessenheit über seine Kräfte hin Hülfe zu schaffen suchte, und daß das Mitleiden Gemüth und Körper nicht wenig angriff. Indessen schien er sich vollständig zu erholen, als er den Sommer 1857 auf dem Lande wohnend die meiste Zeit, die seine Amtsthätigkeit ihm übrig ließ, im Garten und auf Spaziergängen zubrachte. Hier vergaß er im gemüthlichsten Zusammenleben mit seiner Gattin, die er unaussprechlich liebte, jeden Kummer, hier war er unerschöpflich in Scherzen und liebenswürdigen Neckereien, die seine Frau zu seiner Freude so wohl zu erwidern wußte. Er verließ den ihm sehr lieb gewordenen Ort im Herbst mit der sichern Hoffnung, im nächsten Frühlinge wieder dahin zurückzukehren! Aber ehe er Anstalten dazu treffen konnte, ereilte ihn sein Verhängniß. Am 25. März 1858 war im Gymnasium die öffentliche Prüfung der Schüler. Anger hatte die Primaner in der Mathematik geprüft und befand sich in der heitersten Stimmung, als nach 1 Uhr Mittags die Feierlichkeit geschlossen wurde. Mit seinen Collegen scherzend und lachend ging er in Begleitung seiner Frau, die dem Examen beigewohnt hatte, nach Hause. Hier ist er im Begriff sich zu Tisch zu setzen, da sinkt er plötzlich zusammen und fällt bleich der erschrockenen Gattin zu Füßen. Der schnell herbeigerufene Arzt versuchte vergebens Rettung zu schaffen, ein Hirnschlag hatte in einem Augenblicke das Leben hinweggerafft. Die Nachricht von diesem unerwarteten Tode, die sich am Nachmittage schnell durch die Stadt verbreitete, erfüllte die Collegen und zahlreichen Freunde des Verstorbenen mit Schrecken und tiefer Trauer, und erregte in den weitesten Kreisen, denn Anger war fast allen Gebildeten in der Stadt bekannt, die aufrichtigste Theilnahme. Jene wußten, daß sie ein unerseßlicher Verlust betroffen habe, und auch diejenigen, die dem Verstorbenen ferner gestanden hatten, fühlten wohl, daß ein ausgezeichnete und bedeutender Mann der Stadt entziffen war. Ein langer Zug Theilnehmender folgte in der Frühe des 29. Märztages dem Sarge zum Kirchhofe, um dem Verstorbenen die letzte Ehre zu erweisen, seine Collegen widmeten ihm in dem Osterprogramme und in der Zeitung ein ehrenvolles Andenken und der Direktor des Gym-

naßums sprach in ergreifenden Worten es aus, daß die Anstalt durch seinen Tod eine ihrer wesentlichsten Stützen verloren habe. Unvergessen wird er allen sein, die das Glück hatten, ihm nahe und vertraut zu stehen, aber die Klage muß verstummen! denn wer sollte den Mann nicht glücklich preisen, der nach einem Leben, das lang genug war, viele edele Früchte ernster Bemühung zu tragen, ohne Seufzer und noch in rüstiger Kraft mitten aus dem Kreise seiner Thätigkeit hinübertreten darf in das Jenseit.

Inhalt.

Erste Vorlesung.

Ortsbestimmung der Sterne.	Seite
Höhe, Ecliptik, Länge und Breite, gerade Aufsteigung und Abweichung	3
Der Fixsternhimmel.	
Helligkeit, Zahl und scheinbarer Durchmesser der Sterne	4
Veränderliche Sterne	8
Erscheinen neuer Sterne	10
Eigene Bewegung der Sterne	15
Doppelsterne	17
Dunkle Sterne	19
Drei- oder vielfache Sterne	20

Zweite Vorlesung.

Die Fernröhre.	
Erfindung derselben	22
Dioptrische und katoptrische, achromatische u. a.	23
Das Gregory'sche und Newton'sche Spiegeltelescop	26
William Herschel's Leben und Arbeiten	28
Caroline Herschel	34
Sternhaufen und Nebelsteden	35
Nebelsterne	38
Die Milchstraße	39

Dritte Vorlesung.

Photometrie	41
Nebelsteden und Milchstraße	43
Magellans Wolken	47
Centralsonne (Kant's, Argelander's, Mädler's Arbeiten)	48
Sternschwankungen	51
Unterschied zwischen messender und nur beobachtender Astronomie	56
Absolute Entfernung der Fixsterne	59

Vierte Vorlesung.

Die Sonne.	Seite
Das Copernicanische System	63
Nicolaus Copernikus Leben	64
Sonnenflecken und Photosphäre	67
Polarisation des Lichtes	70
Sonnenfäden, Lichtadern und Narben	72
Intensität des Sonnenlichts	74
Rotation der Sonne, Entfernung von der Erde	76
Rauminhalt	83

Fünfte Vorlesung.

Die Planeten.	
Kepler und Tycho de Brahe	85
Die Kepler'schen Gesetze	91
Zahl der Planeten und ihrer Trabanten	96
Merkur.	
Phasen, Entfernung, Umlaufzeit, Rotation	97
Venus.	
Phasen, Bahnelemente, Größe, Trabant	100

Sechste Vorlesung.

Die Erde.	
Größe und Form, Gradmessungen	106
Galilei's Leben	109
Gesetze des freien Falls und des Wurfs	116
Pendelbeobachtungen	119
Fallversuche, um die Achsenbrechung der Erde zu beweisen	121
Foucault's Versuch	122
Newton's Gravitationsgesetz	125

Siebente Vorlesung.

Der Mond.	
Umlauf, Entfernung und Phasen	127
Planetarische Störungen	131
Theorie der Finsternisse	133
Bestimmung der geographischen Länge	137
Theorie der Ebbe und Fluth	139
Größe des Mondes	143
Bewohnbarkeit desselben	144

Achte Vorlesung.

Mondlibration	150
Johann Hevelius Leben und Arbeiten	152
Mondtopographie	156

VII

	Seite
Mondatmosphäre	160
Sirnen- und Planetenbedeckungen	162
Mars.	
Bahnelemente, Form und Phasen	163
Schneezonen, Rotation und Farbe	165
Perioden der praktischen Astronomie	167
Neunte Vorlesung.	
Fr. W. Bessels Leben und Arbeiten	169
Zonenbeobachtungen auf der Königsberger Sternwarte	178
Die kleinen Planeten.	
Entdeckung der vier älteren und der neueren	179
Jupiter.	
Größe, Form und Bahnelemente	182
Zehnte Vorlesung.	
Trabanten des Jupiter	188
Die Geschwindigkeit des Lichts	195
Aberration der Sirne	197
Leybau's Versuch	200
Saturn.	
Form und Bahnelemente	202
Der Ring des Saturn	204
Elfte Vorlesung.	
Abstände der Planeten von der Sonne	209
Uranus.	
Entdeckung, Bahnelemente	209
Trabanten	211
Neptun.	
Geschichte der Entdeckung	213
Umlaufzeit und Abstand	215
H. Fr. Gauss, Leben und Arbeiten	215
Vorrückung der Nachtgleichen	223
Bestand des Planetensystems	224
Zwölfte Vorlesung.	
Die Kometen.	
Eigenschaften und Bewegung derselben	228
Ältere Beobachtungen	229
Methoden der Beobachtung	232
Elemente der Kometenbahnen	235
Kometen mit langer Umlaufzeit	236
Kometen mit kurzer Umlaufzeit	239
Lage der Kometenbahnen	242
Schluß	245

I n h a l t.

1. Ueber Sternarten.	
<small>(Zur ersten Vorlesung S. 2.)</small>	
Sternbilder und Himmelsgloben	249
Sternkarten und Verzeichnisse	250
Ältere Sternkarten	251
Neuere spezielle und allgemeine Sternkarten	253
2. Dunkle Sterne	
<small>(Zur ersten Vorlesung S. 20.)</small>	
3. Riesenteleskope.	
<small>(Zur zweiten Vorlesung S. 33.)</small>	
Geschichte von Herschels 40füßigem Telescop	258
Lassell's Telescop	264
Das Telescop des Lord Rosse, Beschreibung und Leistungen	265
4. Fraunhofer.	
<small>(Zur zweiten Vorlesung, S. 33.)</small>	
Fraunhofer's Leben und Arbeiten	268
Fraunhofer und Herschel	272
Die mathematische und philosophische Astronomie	273
5. Photometrie, Herschels Sternmichungen.	
<small>(Zur dritten Vorlesung, S. 43.)</small>	
Die Undulationstheorie der Optik	276
Lambert, Schöpfer der Photometrie	277
Photometer	279
Photometrische Messungen von William Herschel	280
Photometrische Messungen von John Herschel	283
6. Mikrometer.	
<small>(Zur dritten Vorlesung, S. 33.)</small>	
Fadenmikrometer und Heliometer	285
7. Ansichten der Alten über die Bewegung der Erde	
<small>(Zur vierten Vorlesung, S. 63.)</small>	
8. Tycho de Brahe's Leben	
<small>(Zur fünften Vorlesung, S. 66.)</small>	
9. Die Pendelversuche.	
<small>(Zur sechsten Vorlesung, S. 120.)</small>	
Vom Pendel im Allgemeinen	310
Vom Secundenpendel	312
Geschichte der Pendelversuche	313
Methode, die Dichtigkeit der Erde zu bestimmen	314
10. Newton und das Gravitationsgesetz	
<small>(Zur sechsten Vorlesung, S. 124.)</small>	
11. Erdenchein auf dem Monde	
<small>(Zur achten Vorlesung, S. 132.)</small>	
12. Johann Hevelius	
<small>(Zur achten Vorlesung 132.)</small>	
Sachregister und Namenregister	329

Erste Vorlesung.

Sternkarten. — Polhöhe. — Sterne verschiedener Grösse. — Durchmesser der Fixsterne.
Veränderliche Sterne. — Bewegung der Sonne. — Doppelsterne. —
Dunkle Sterne.

Wenn es überhaupt die größte Schwierigkeit hat den Anfang einer Wissenschaft zu bestimmen, indem oft sogenannte zufällige Ereignisse den ersten Impuls zu ferneren und eifrig fortgesetzten Untersuchungen gegeben haben, so ist es namentlich bei der Astronomie ganz unmöglich, das Alter derselben bis auf einen festen Zeitpunkt zurückzuführen. Dem Menschen wurde der Vorzug zu Theil, die Pracht des gestirnten Himmels zuerst anzustaunen, darauf das scheinbar Unendliche nach der Fähigkeit des Gesichtsinnes sich übersichtlich zu ordnen; aber schon bei diesem Ordnen des Sichtbaren konnte nicht verborgen bleiben, daß einzelne Gestirne sich von andern nicht nur durch ihren ruhigen Glanz, sondern auch durch ihre eigenthümliche Bewegung unterschieden, indem sie nicht nur wie die meisten regelmäßig den Lauf von Osten nach Westen, sondern daneben auch den entgegengesetzten befolgten. Die Aufgabe diesen letzten zu ermitteln lag nicht fern und die Lösung derselben bot sich von selbst dar, indem es nur darauf ankam, die scheinbaren Abstände der mit eigenthümlicher Bewegung behafteten Gestirne von den andern für bestimmte Zeiten anzugeben. Aber das Augenmaß ist trügerisch, und bald ersann man einfache Instrumente, durch welche die ungefähre Schätzung in eine Messung verwandelt wurde. Daß hier die Messung von andern Entfernungen gemeint ist als solchen, wie sie in unserer nächsten Umgebung vorkommen, liegt am Tage. Denken wir uns einen Theil einer hohlen Glasugel und das Auge im Mittelpunkte derselben, so ist klar, daß sich auf dieser Oberfläche Punkte angeben lassen, die dem Auge die Sterne des Himmels verdecken, so daß der Punkt, wo sich das Auge befindet, der Stern, und der mar-

kirte Punkt in einer geraden Linie liegen. Man würde hiernach auf ganz mechanischem Wege ein treues Abbild des Sternhimmels erhalten können. Allein die wirkliche Ausführung würde mit Unbequemlichkeiten schon wegen der drehenden Bewegung des Himmels verbunden bleiben, darum wird man genöthigt sein, die scheinbaren Abstände der Sterne von einander zuvor zu messen und diese Messungen sodann zur Auftragung auf die künstliche Himmelskugel zu benutzen. Die Benennung scheinbarer Abstand soll vor dem Irrthume schützen, als handle es sich um eine gerade Linie, und darauf hindeuten, daß hier von einem Winkel die Rede ist, nämlich von der Neigung derjenigen ihrer Länge nach unbekanntem geraden Linien, welche man von zwei Sternen nach dem Auge gezogen sich denken kann. Wie einfach auch im grauen Alterthume solche Winkel-Instrumente mögen gewesen sein, dem Principe nach sind die genauesten der jetzigen Zeit von jenen nicht verschieden; die Aufgabe ist heute keine andere als vor Jahrtausenden. Statt der künstlichen Himmelskugeln wird man einfacher sich solche Zeichnungen verschaffen, welche in einer Ebene das Bild eines Theiles des Himmels geben. Im Laufe der Zeit haben diese Sternkarten sich allmählig vervollkommenet; sie sind je nach dem Zwecke entweder allgemeine oder specielle*).

Schon die allgemeinste Betrachtung des Sternhimmels ließ erkennen, daß die tägliche Bewegung von Osten nach Westen, an welcher alle Himmelskörper theilnehmen, für die überwiegende Mehrzahl eine regelmäßige ist und zwar so, daß einige sich langsamer, andere schneller bewegen. Diese verschiedene Geschwindigkeit führte leicht zur Auffuchung derjenigen Stelle des Himmels, an welcher ein wenn auch nicht durch einen Stern markirter Punkt diese Bewegung nicht theilt, sondern unverändert fest bleibt. Wenn man durch die beiden Hinterräder des großen Wagens eine Linie gezogen denkt, so trifft diese auf einen ziemlich hellen Stern, den Polarstern, welcher vom nördlichen Pole der Himmelskugel nur um eine Kleinigkeit absteht, also sich äußerst langsam bewegt. Nichts war natürlicher als den Ort des Poles einer Bestimmung zu unterwerfen, wozu sich am einfachsten der Gesichtskreis darbot, der den Himmel von der Erde zu trennen scheint, ein Kreis, der sich dem auf einer ringsum freien Ebene oder auf dem Meere befindlichen Beobachter ohne Unterbrechung darbietet. Die Lage dieser horizontalen Ebene ist gegeben durch jede ruhig stehende Wasserfläche, zugleich kann sie durch ein ruhig hängendes Loth er-

*) Siehe Zusatz I: Ueber Sternkarten.

halten werden, welches mit ihr stets einen rechten Winkel bildet. Wie im gewöhnlichen Leben Waſſerwaage und Loth ihre Anwendung finden, ſo liegt auch bei den aſtronomiſchen Inſtrumenten bald jene, bald dieſes der Einrichtung zum Grunde. Verlängert man das durch das Auge gelegte Loth bis zum Himmel, ſo erhält man das Zenith, welcher Punkt von allen Punkten des Horizonts um 90 Grade abſteht. Der Pol ſteht für unſere Gegenden bedeutend vom Zenith entfernt, die Entfernung beträgt ungefähr 36° , ſo daß der ſenkrechte Abſtand des Pols vom Horizonte, die Polhöhe, 54 Grade groß iſt. Man fand bald, daß, wenn der Beobachter ſich nördlicher begiebt, die Polhöhe zunimmt, und umgekehrt. Die Beſtimmung dieſes Elements war eine der erſten Aufgaben, welche der Himmelsbeobachter zu löſen hatte, und iſt noch heute das erſte Geſchäft des Aſtronomen, wenn er auf einer neuen Sternwarte ſeine Thätigkeit beginnt.

Das prächtige Geſtirn, deſſen Erhebung über den Horizont einen entſchiedenen Einfluß äußert auf den Zuſtand des Bodens, von deſſen Früchten der Menſch ſich ernährt, auf dem die Thiere, welche er zu ſeinem Unterhalte braucht, leben, mußte ſchon ſehr frühe in Beziehung auf ſeine größte Höhe und die Zeit ſeines ſichtbaren Verweilens die Aufmerkſamkeit erregen, und in der That finden wir ſchon im Alterthum eine bewundernswürdig genaue Kenntniß des Sonnenlaufs, dadurch ermittelt, daß man kurz vor Sonnenuntergang und nach dem Aufgange die Entfernungen der Sonne von benachbarten glänzenden Sternen beſtimmte. Es ergab ſich, daß dieſelbe am Himmel einen Kreis beſchreibt. Dieſer Kreis, die ſcheinbare Sonnenbahn oder die Ecliptik, diente den älteren Aſtronomen als Baſis, auf welche ſie die Orter der Geſtirne bezogen. Die Ecliptik durchſchneidet den Himmelsäquator in zwei einander diametral gegenüberliegenden Punkten, in welchen die Sonne ſich zu der Zeit befindet, wenn Tag und Nacht von gleicher Länge ſind; der eine dieſer Punkte heißt der Frühlings-Nachtgleichenpunkt, es iſt derjenige, von welchem die Längen der Geſtirne in der Ecliptik gezählt werden; die Breiten geben die ſenkrechten Abſtände von dieſem Kreiſe an. Später verließ man dieſe Art der Angabe des Ortes eines Sternes und bezog alles auf den Kreis, welcher 90° vom Pol abſteht, den Aequator; ſo daß die geraden Aufſteigungen und Abweichungen der Sterne unmittelbar beobachtet wurden.

Bei der Beſtimmung der gegenseitigen Lage der Sterne, zundchſt derjenigen, welche dem dunkeln Himmelsteppich eingehettet zu ſein ſcheinen,

konnte die verschiedene Helligkeit dieser Fixsterne der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht entgehen. Schon die Alten nahmen 6 Klassen an, indem sie die hellsten zur ersten Klasse, die schwächsten, dem bloßen Auge noch erkennbaren zur sechsten rechneten, und nach der verschiedenen Helligkeit die dazwischen liegenden Klassen einführten. Zu den Sternen erster Größe zählt man gegenwärtig 20, darunter: Sirius, den hellsten von allen, Arctur oder α im Bootes, Rigel oder β im Orion, Capella oder α im Fuhrmann, Wega oder α in der Leyer, Procyon oder α im kleinen Hunde, Beteigeuze oder α im Orion, Aldebaran oder α im Stier, Antares oder α im Scorpion, Alair oder α im Adler, Spica oder α in der Jungfrau. Die siebente Größe ist die Grenze zwischen den mit bloßen Augen sichtbaren und den telescopischen Sternen, — Sterne zweiter Größe zählt man auf der ganzen Himmelskugel 65, dritter Größe 190, vierter Größe 425, fünfter Größe 1100, sechster Größe 3200. Hiernach beträgt die Anzahl sämmtlicher, dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne nur 5005. Diese Zahl ist offenbar viel geringer als man nach einem bloßen Ueberblick des uns sichtbaren Himmels erwarten sollte. Obgleich sie für ein mittleres Auge gilt, welchem die Sterne der 6ten Größe an der Grenze der Sichtbarkeit stehen, so kann sie doch durch die gewiß gerechtfertigte Annahme, daß viele Menschen, mit sehr scharfem Gesichtssinn begabt, auch einen großen Theil (die Hälfte) der Sterne 7ter Größe zu sehen vermögen, höchstens nur um 3000 vermehrt werden; ein so gutes Auge gehört aber zu den Ausnahmen. Was die Zahl der telescopischen Sterne betrifft, welche durch die kräftigsten optischen Werkzeuge bis jetzt sichtbar geworden, so werden wir im Folgenden, wo von den Herschel'schen Himmels-Messungen die Rede sein wird, und die photometrischen Messungen an die Reihe kommen, uns überzeugen, daß man am ganzen Himmel durch ein 20füßiges Herschel'sches Telescop über 20 Millionen Sterne als erkennbar annehmen darf. Aber vergessen wir nicht, daß es sich hier nicht um eine Bestimmung eines bereits Abgeschlossenen und Fertigen handelt, denn es wird sich zeigen, daß die Zeit in einem unmittelbaren Zusammenhange mit dem für uns im Raume Vorhandenen steht. Die Welten, welche der Hand des Unsichtbaren entströmen, sind noch nicht vollständig zur Kenntniß des Menschen gelangt, denn wir werden uns überzeugen, daß das Licht eine Zeit braucht um seine Bahnen zu durchlaufen. Diese Zeit beträgt für die 21 Millionen Meilen entfernte Sonne zwar nur etwas über 8 Minuten, aber für den hellen Stern in der Leyer schon 10 Jahre, und steigert sich in dem Maße, daß für gewisse

kosmische Gebilde die Zahl von 2 Millionen Jahre nicht unwahrscheinlich ist; so daß viele Sterne, welche wir jetzt sehen, schon vor Tausenden von Jahren zu uns herüberglänzten, und wenn sie jetzt plötzlich der Vernichtung anheimfielen, noch eben so lange uns sichtbar bleiben würden. Wären diese Annahmen nicht durch streng wissenschaftliche Untersuchungen begründet, ständen sie nur da als Spiele einer kühnen Phantasie, so würde man die Wissenschaft entweihen, wenn man ihnen eine Geltung einzuräumen wollte; allein sie sind nicht minder gewiß als irgend ein Lehrsatz der Geometrie. Die Anzahl der Sterne kann daher im Laufe der Zeit zunehmen, nicht nur durch das Entstehen neuer, sondern auch dadurch, daß das Licht der entferntesten noch nicht zu uns gelangt ist. Künftigen Geschlechtern bleibt es vorbehalten diese Untersuchungen zu führen, wenn einst eine hinreichend lange Reihe weit auseinanderliegender Beobachtungs-Epochen als sichere Grundlage benutzt werden kann.

Wenn man die wirkliche oder muthmaßliche Entfernung der Sterne bestimmt hat, so wäre es sehr leicht die wahre Größe zu ermitteln, wenn man den Winkel könnte, unter welchem sie von der Erde aus erscheinen. Um von der Größe dieses Winkels eine Vorstellung zu erhalten wird man die folgende Ueberlegung anstellen können. Der scheinbare Durchmesser der Sonne beträgt etwas mehr als einen halben Grad, so daß mehr als 1800 Bogen-Sekunden auf diesen Winkel gehen. Denkt man sich denselben beiläufig in runder Zahl in 2000 Theile getheilt, so wird eine Secunde am Himmel einem dieser Theile entsprechen, und wir würden, wenn ein Stern erster Größe uns unter dem Winkel von einer Secunde erschiene, ihn scheinbar etwa 2000 mal kleiner als die Sonne sehen. Die alten Astronomen schätzten diesen Winkel aber bedeutend größer; so gab Kepler dem Sirius einen scheinbaren Durchmesser von 240 Secunden, also etwa gleich dem 8ten Theile des Sonnendurchmessers, Tycho 120, Albategnius 45; ja noch nach der Erfindung der Fernröhre setzte man ihn auf 5 Secunden. Solche große Unterschiede, welche die Messungen der Durchmesser eines und desselben Sterns ergeben, mußten allmählig zu der Annahme führen, daß man hier nicht wie bei der Sonne und den Planeten mit einer meßbaren Größe zu thun habe, zumal da die stärkere Vergrößerung der Fernröhre eine immer kleinere Ausdehnung der Scheibe erkennen und messen ließ. Die neueren Untersuchungen stellten fest, daß in der That es nur eine Täuschung ist, wenn man dem genannten Winkel eine Größe zuschreibt, er ist so klein, daß wir nicht im Stande sind ihn anzugeben. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur die Bedeckung

eines Sterns erster Größe durch den Mond beobachten. Dieser wird, während seiner eigenen Bewegung am Himmel von Westen nach Osten, zu verschiedenen Zeiten in andere Sternbilder gelangen und die ihm benachbarten Sterne unserem Anblicke entziehen; es entsteht dann eine Sonnenfinsterniß für eine jener Sonnen, welche wir Fixsterne zu nennen gewohnt sind, eine Sternbedeckung. Wenn zwischen der Zeit des Neumondes und dem Vollmonde, wenn also der östliche Theil des Mondes dunkel ist, sich in seiner Nähe ein Stern erster Größe befindet, den er bedeckt, so rückt der Mond diesem Stern allmählig näher, und plötzlich in einem untheilbaren Zeitmoment verschwindet der Stern, ohne vorher an Licht abzunehmen und allmählig zu erlöschen, welches der Fall sein müßte, wenn er eine Scheibe von merklichem Durchmesser besäße. Diese Sternbedeckungen, deren wissenschaftlicher Gebrauch uns später beschäftigen wird, gehören zu den interessantesten Erscheinungen des Himmels. Aber sie ereignen sich bei Sternen erster Größe nicht oft, auch wird ihre Wahrnehmung unter unsern klimatischen Verhältnissen nicht immer durch heitern Himmel begünstigt; deshalb ist es angenehm, noch ein anderes Mittel zu besitzen, um sich von der angegebenen Thatsache zu überzeugen. Dieses besteht darin, daß man das Verschwinden eines Sterns hinter einem entfernten Gegenstande, einer Mauer oder einem Dache, bei unveränderter Stellung des Auges beobachtet. Das Phänomen tritt um so deutlicher hervor, je schneller der Stern sich in Folge der täglichen Umdrehung des Himmels bewegt; man wird ebenfalls bemerken, daß er plötzlich verschwindet ohne zuvor an Glanz abzunehmen. Die Beobachtung wird durch ein, wenn auch nur kleines Fernrohr, für dessen feste Aufstellung zu sorgen ist, unterstützt und kann sogar auf astronomische Bestimmung des Ganges einer Uhr mit Sicherheit angewandt werden. Die falschen scheinbaren Durchmesser der Sterne sind Folge des undeutlichen Sehens, welches von der Aberration der Sphäricität des Auges, von der Diffraction an den Rändern der Pupille oder an den Wimpern und von der sich mehr oder weniger weit fortpflanzenden Irritabilität der Netzhaut herrührt. Manche Beobachter sahen bei Sternen erster bis dritter Größe acht Strahlen, andere nur 3 oder höchstens 4. Es ist merkwürdig, daß die alten Aegypter den Sternen regelmäßig nur 5 Strahlen beilegten (die also Winkel von 72° mit einander bilden,) so daß dies Sternzeichen hieroglyphisch die Zahl 5 bedeuten soll.

Es ist bereits vorhin bemerkt worden, daß die Sterndurchmesser auch in Fernröhren sich nicht auf ihr Minimum reduciren, wenn auch die Stär-

lere Vergrößerung sie kleiner erscheinen läßt. Man sieht hieraus, daß der Bestimmung des wahren Durchmessers der Sterne in Meilen, auch bei bekannter Entfernung, ein Ziel gesteckt ist, jedoch geht aus anderen Untersuchungen, die in diesen Vorträgen zur Sprache kommen werden, hervor, daß die wirkliche Größe von der unserer Sonne im Durchschnitte nicht wesentlich verschieden sein wird, und daß diese selbst nicht zu den kleinsten Sonnen des Universums gehört. Die wichtigen Entdeckungen in dem wundervollen Gebiete des Lichts, welche in diesem Jahrhundert durch Young, Fraunhofer und Herschel, den Jüngern, gemacht wurden, sind nicht ohne Einfluß geblieben auf die Arbeiten der Astronomen. Ohne schon hier von der Polarisation des Lichts reden zu wollen, welche in Bezug auf das Licht der Planeten und Kometen die Beantwortung solcher Fragen, deren Lösung unmöglich schien, auf überraschende Weise gegeben hat, bemerke ich, daß die Biegung des Lichts mit unserm Gegenstande in nächster Verbindung steht. In der That, wenn man vor dem Objective ein Diaphragma befestiget, welches einen Theil verdeckt und eine ausgeschnittene Figur frei läßt, so kann man aus einem Sterne machen, was man will. Solche Versuche habe ich vor 20 Jahren, als mir noch der unbeschränkte Gebrauch größerer Fernröhre am hiesigen Orte gestattet war, in einer Versammlung der naturforschenden Gesellschaft angestellt. Ein einfacher Messing-Ring, mittelst dessen die aus Pappe bestehende Scheibe am Objective des Fernrohrs befestiget wird, bildet den ganzen Apparat. Ist die ausgeschnittene Figur ein gleichseitiges Dreieck, so zeigt sich der Stern mit 6 Strahlen, die mitteinander Winkel von 60° bilden; 3 von diesen Strahlen sind ununterbrochen, die 3 zwischen ihnen liegenden punktiert. Hat das Gitter die Form eines ausgeschnittenen Schachbrettes, so daß immer ein Feld ausgeschnitten ist und das darauf folgende einen Theil des Objectivs verdeckt, so tritt eine Figur hervor, die bei Sternen erster Größe zu den schönsten Erscheinungen gehört; es zeigt sich nämlich ein Kreuz mit prachtvollen Verzierungen. Mehrere concentrisch ausgeschnittene Kreise zeigen den Stern als Scheibe umgeben von einer großen Menge äußerst feiner und glänzender Ringe. Man sieht daher, daß durch die gewöhnliche Einfassung der Objective das Bild des Fixsterns afficirt wird.

Die Undulations-Theorie des Lichts lehrt, nachdem jetzt die Optik ein Theil der analytischen Mechanik geworden ist, diese Erscheinungen berechnen, so daß sich aus der gegebenen Form des vorgesezten Gitters die Figur voraus bestimmen läßt, welche zum Vorschein kommen wird; und da sie sich wirklich zeigt, so bestätigt sich dadurch die zum Grunde gelegte

Hypothese. Wie klein der wirkliche Winkel in der That sein muß, unter welchem die Sterne selbst der ersten Größe sich zeigen müßten, wenn die angegebene Täuschung nicht stattfände, ergiebt folgende Betrachtung. Nach den photometrischen Untersuchungen von Wollaston würden erst 20,000 Millionen Sterne von der Helligkeit des Sirius die Erde eben so stark erleuchten wie die Sonne. Nimmt man an, daß Sirius an sich so glänzend sei wie die Sonne, d. h. daß seine scheinbare Oberfläche eben so stark glänzt als ein entsprechender Theil der Sonnenscheibe, so läßt sich leicht berechnen, daß der scheinbare Durchmesser des Sirius weit unter eine Secunde fallen muß; er würde nur etwa den 40sten Theil einer Secunde betragen, und in der That geben die mikrometrischen Messungen für die Sterne erster Größe noch lange keine volle Sekunde, sondern nur einen Bruchtheil. Es bedurfte des anhaltenden Fleißes der neuern Astronomen und der großen Erweiterung der Optik um die Irrthümer eines Kepler und Tycho in diesem Gebiete zu erkennen, und den Satz aufzustellen: die Fixsterne werden nicht durch größere Scheiben, sondern allein durch die größere Intensität ihres Lichtes zu Sternen erster Größe. Aber, so kann man fragen, bleibt dieser Glanz durch alle Jahrhunderte hindurch derselbe, oder nimmt er vielleicht allmählig ab, so daß sie zuletzt verlöschen? Die Beantwortung ist selbst für unsere Sonne von Bedeutung; denn da auch sie, wie andere Betrachtungen zeigen werden, zu den Fixsternen gehört, so könnte bei einer progressiven Lichtabnahme in früheren Jahrhunderten eine bedeutend höhere Temperatur auf der Erde geherrscht haben, und einst dürfte eine Zeit eintreten, da das Gestirn des Tages seine Leuchtkraft verlore. Nun hat allerdings die sorgfältige Vergleichung späterer Beobachtungen mit früheren unzweifelhaft herausgestellt, daß es Sterne von abnehmender Helligkeit wirklich giebt. Zu diesen gehört der Stern α im großen Bären, (der obere in den Hinterrädern des Wagens), welcher zu Flamsteed's Zeit zur ersten Klasse gezählt wurde, jetzt nicht mehr in diese gehört; dasselbe gilt von Denebola oder β im Löwen; was jedoch den Stern am Vorderfuße des Widbers betrifft, den Hipparch einen schönen und glänzenden Stern nannte, während er jetzt vierter Größe geschätzt wird, so wird man nicht ohne Weiteres auf eine Lichtabnahme schließen dürfen, da, wie ich bei Delambre finde, dieser Stern schon von Ptolemaeus auf die Größe gesetzt ward, die man ihm gegenwärtig beilegt. Endlich weiß man sogar, daß einige Sterne vollständig verschwunden sind, ich sage einige, denn es ist hier, wo es sich um die Vergleichung verschiedener Sternverzeichnisse handelt, die strengste Kritik nöthig, indem

nicht selten durch bloße Schreibfehler Sterne in die Kataloge gekommen sind, die niemals existirten, also auch nicht verschwinden konnten. Nach Herschel's Vergleichung seines Verzeichnisses mit dem Flamsteed'schen stellen sich als vollständig verschwunden nur zwei im Sternbilde des Stieres heraus. Ein Stern fünfter Größe, der zu verschiedenen Zeiten von Herschel war beobachtet worden, zuletzt am 11. April 1782, war am 24. März 1791 spurlos verschwunden und ist nie wieder gesehen worden. Hiernach scheint es in der That, daß in der Region jener fernem Welten ein unveränderlicher Zustand nicht stattfindet, wofür auch andere Beobachtungen ein sprechendes Zeugniß ablegen. Den genannten Sternen kann man andere an die Seite stellen, deren Helligkeit zunimmt; zu diesen gehören außer β in den Zwillingen, β in der Waage und ξ im Schützen, ein Stern im Drachen, welcher von der siebenten bis zur vierten Größe gestiegen, einer im Luchs, einer im Perseus u. a. Wenn wir die veränderliche Helligkeit der Sterne einer nähern Betrachtung unterwerfen, so bietet sich von selbst die Frage dar, ob die Abnahme und Zunahme progressiv erfolgt, (so daß z. B. einige der genannten für immer verschwinden), oder ob diese Veränderungen an eine Periode geknüpft sind. Nur sehr weit auseinander gelegene Beobachtungsreihen würden diese Frage entscheiden können, wenn nicht die Natur selbst uns solche Sterne kenntlich gemacht hätte, deren Lichtwechsel an Perioden von kurzer Dauer geknüpft ist; man hat bis jetzt schon über 20 solcher ermittelt, und die Zeit bestimmt, während welcher sie von ihrem größten Glanze bis zum kleinsten herabsinken, oft sogar ganz verschwinden, und dann wieder allmählig ihre größte Helligkeit erreichen, man nennt sie veränderliche Sterne. Die Dauer der Periode ist bei verschiedenen derselben sehr ungleich; während sie bei einigen über ein Jahr beträgt, ist sie bei andern nur wenige Tage. Hieraus geht hervor, daß wir ein progressives Ab- oder Zunehmen der Helligkeit bei manchen Sternen nicht ohne Weiteres annehmen dürfen, da immer noch die Möglichkeit bleibt, daß ihr Lichtwechsel an eine wenn auch sehr lange Dauer einer Periode geknüpft ist. Dieser Umstand schon könnte beruhigen über die vorhin ange deutete mögliche Lichtabnahme der Sonne, wenn nicht noch andere gewichtigere Gründe gegen eine progressive Verbunkelung dieses Gestirns vorhanden wäre. Die genaue Betrachtung des Sonnenkörpers hat längst gezeigt, daß die Sonne zu verschiedenen Zeiten nicht ohne Flecken ist, ja daß sich bisweilen eine große Anzahl vorfindet, welche jedoch nach mehreren Tagen wieder verschwindet. Schon ein mittelmäßiges Fernrohr zeigt uns solche Flecken, ja man hat sie sogar auch

mit unbewaffneten Augen durch ein Blendglas wahrnehmen können. Die Erklärung dieser Sonnenflecken wird an geeigneter Stelle gegeben werden, hier handelt es sich nur darum, an ihre Existenz zu erinnern. Wenn wir uns die Sonne in der Entfernung eines Fixsterns vorstellen, so muß der Glanz dieses Fixsterns verringert werden, wenn viele Flecken vorhanden sind, vermehrt aber, wenn diese verschwinden, so daß wir die Sonne als einen Fixstern werden betrachten können, der aus angemessener Entfernung betrachtet, zu denen gezählt werden darf, welche wir veränderliche nennen; es ist demnach gelungen, auch in Beziehung auf die Intensität des Lichts eine Ähnlichkeit zwischen der Sonne und andern Fixsternen zu ermitteln. Die veränderlichen Sterne haben bis zur jetzigen Zeit zwei Jahrhunderte hindurch die Aufmerksamkeit erregt und sind besonders in den letzten Jahren Gegenstand eifriger Forschungen geworden. Einer der auffallendsten ist der Stern α im Wallfisch. Er ist zu gewissen Zeiten nicht nur viel schwächer als zu andern, sondern besitzt auch die Eigenschaft sich unsichtbar machen zu können. Er verschwindet ungefähr 12 Mal in 11 Jahren, oder umfaßt, um genauer zu reden, eine Periode von 331 Tagen; er behält sein hellstes Licht ungefähr 14 Tage lang, wobei er bisweilen den Glanz eines Sterns zweiter Größe erreicht; alsdann nimmt er ungefähr 3 Monate hindurch ab, bis er gänzlich unsichtbar wird, was er ungefähr 5 Monate hindurch bleibt. Darauf kommt er wieder zum Vorschein und nimmt während der übrigen 3 Monate seiner Periode beständig an Licht zu. Ich bemerke jedoch, daß dies nur das Allgemeine seines Lichtwechsels ist, indem er nicht immer denselben Grad von Helligkeit wieder erreicht, auch sich immer nicht ganz genau an seine Periode bindet. Nach unseres Landsmannes Hevelius Zeugniß soll er sogar während der 4 Jahre vom Oktober 1672 bis zum Dezember 1676 sich gar nicht haben sehen lassen. Ein anderer veränderlicher Stern ist Algol (β im Perseus). Dieser erscheint gewöhnlich von der zweiten Größe, behält seinen Glanz 2 Tage und 14 Stunden hindurch, worauf er plötzlich anfängt an Licht ab- und darauf wieder zuzunehmen, so daß er in noch nicht 4 Stunden seine gewöhnliche Helligkeit wieder erreicht; seine Periode beträgt nach den neuesten Beobachtungen 2 Tage 20 Stunden und 49 Minuten.

Wenn die veränderlichen Sterne die Aufmerksamkeit der Himmelforscher erregen, so nehmen noch andere ein allgemeines Interesse in Anspruch; nämlich diejenigen, welche plötzlich im vollsten Lichte erscheinen, einige Zeit hindurch glänzen und dann wieder Jahrhunderte hindurch unsichtbar bleiben. Der erste, von dem eine Nachricht auf uns gekommen,

erschien im Jahre 134 vor Christus im Sternbilde des Skorpion; er ist aus chinesischen Verzeichnissen ermittelt worden. Von den nach unserer Zeitrechnung erschienenen erlaube ich mir nur die sichersten und merkwürdigsten anzuführen, zumal da mehrere noch zweifelhaft sind. Im Jahre 389 zur Zeit des Kaisers Honorius erschien ein neuer Stern nahe bei Altair im Adler, auftretend mit der Helligkeit der Venus; er verschwand spurlos 3 Wochen später; im Jahre 945 wurde ein Stern gesehen zwischen Cepheus und Cassiopeja, 1264 ebenfalls einer zwischen diesen Sternbildern; darauf im Jahre 1572 am 11. November der berühmte Tycho'sche Stern. Als ich, so erzählt der große Astronom, der die Astronomie durch seine Beobachtungen neu begründete, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herrizmad bei meinem Oheim Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopeja einen Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflobernden Stern ebenso sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und Andere aus dem Volke die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten, was denn die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte. Den neuen Stern fand ich ohne Schweiß, von keinem Rebel umgeben, allen andern Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Vega und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleichsetzen, wenn sie im größten Glanze ist. Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage, selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle andere Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dike gesehen. Abstände von andern nahen Sternen der Cassiopeja, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im Dezember 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Jahre 1573 war er wieder heller als der Jupiter.

Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben: für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Größe; für April und Mai Lichtglanz von Sternen zweiter, für Julius und August dritter, für Oktober und November vierter Größe. Der Uebergang zur fünften und sechsten Größe fand vom Dezember 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monate verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet. Er ist seitdem nicht wieder gesehen worden. Nach Tycho's und anderer Astronomen Meinung war dieser Stern eine neue Schöpfung, gebildet aus der über den ganzen Weltraum verbreiteten Materie. Dagegen erhoben sich scholastische und religiöse Bedenken solcher, welche den Zustand des Weltalls für einen von Ewigkeit her unveränderlichen erklärten; nach der Ansicht dieser war der Stern so alt wie die sichtbare Schöpfung selbst, und die Abnahme seines Lichtes, ja sein ganzliches Verschwinden nur eine Folge größerer Entfernung von der Erde. Diese Bewegung zuerst auf die Erde zu und dann in entgegengesetzter Richtung mußte aber, da er während der langen Zeit von 17 Monaten seinen scheinbaren Ort gegen benachbarte Sterne nicht geändert hatte, nothwendig in gerader Linie erfolgt sein, was gegen andere Erfahrungen streitet, und wenn auch nicht, wie Tycho glaubt, unmöglich, doch höchst unwahrscheinlich ist, indem Wandelsterne sich nicht in geraden, sondern krummen Linien bewegen, zumal während langer Zeit. Dazu kam der Umstand, daß er plötzlich aufloberte und die oben angeführten Erscheinungen seines schwächer werdens dagegen sprechen, daß man ihn früher hätte übersehen können. Dem großen Reformator der beobachtenden Astronomie fehlten noch die Kenntnisse, welche folgende Jahrhunderte zu Tage förderten. Von der Bestimmung des wahren Abstandes eines Sterns von der Erde hatte man damals noch keine Ahnung, was um so weniger befremden darf, als erst seit 16 Jahren die Beobachtungskunst bei einigen Fixsternen den Triumph gefeiert hat, diese Entfernungen zu bestimmen, zugleich mit Ermittlung der Grenzen, innerhalb welcher die erlangten Resultate sicher sind; die photometrischen Messungen waren nur rohe Schätzungen und die Geschwindigkeit des Lichts unbekannt. Jetzt ist es leicht das Unstatthafte der Annahme einer Hin- und Herreise des Sternes nachzuweisen. Die Messungen über die Lichtstärke haben gezeigt, daß einem Stern zweiter Größe eine doppelt so große Entfernung von der Erde als einem von der ersten Größe beizulegen ist, wenn vorausgesetzt werden darf, daß beide in gleichem Abstände von uns gleich hell sein würden. Ferner ist durch vieljährige Beobachtungen entschieden, daß man die Entfernung eines Sterns

erster Größe von der Erde nicht kleiner annehmen kann als höchstens so groß, daß das Licht 3 Jahre braucht um von ihm zu uns zu gelangen, eine Zahl, welche sicher zu klein ist. Der genannte Stern hätte also um von der ersten zur zweiten Größe überzugehen, sich wenigstens um so viel Meilen weiter entfernen müssen, als das Licht in 3 Jahren durchläuft. Demnach müßte die Zeit von dem Augenblicke an, wo er die erste Größe verließ, bis zu der, da er sich als Stern zweiter Klasse zeigte, volle 6 Jahre selbst dann betragen haben, wenn man ihm die Geschwindigkeit des Lichts beilegen wollte; denn 3 Jahre würde die Reise des Himmelskörpers gedauert haben, und 3 Jahre würde das Licht gebraucht haben um von dem zweiten Orte zum ersten zurück zu gelangen. Auf diese Weise läßt sich leicht erkennen, daß, selbst unter der für das zu Bestreitende günstigsten Annahme, der Uebergang von der ersten zur siebenten Größe d. h. zum Verschwinden für das unbewaffnete Auge, in 36 Jahren hätte erfolgen müssen, während er in 17 Monaten geschah. Es scheint merkwürdig, daß man nicht schon früher durch die veränderlichen Sterne aufmerksam gemacht, den neuen kurzzeitigen Sternen eine Umdrehung um eine Axe beilegte; allein man kannte damals noch nicht die Sonnenflecken und wußte nichts von der Umdrehung dieses Himmelskörpers. Die periodisch veränderlichen Sterne lassen sich im Allgemeinen erklären, wenn man ihnen eine Umdrehung um sich selbst beilegt und auf ihrer Oberfläche dunkle Stellen annimmt, eben so die neuen, wenn man die Periode hinreichend groß voraussetzt; ich sage im Allgemeinen, denn es ist wahrscheinlich, daß Lichtprozesse, deren Natur uns unbekannt ist, das Aussehen der Himmelskörper noch außerdem ändern, worauf auch die vorhin erwähnte Unregelmäßigkeit, welche sich bei einigen Perioden zeigt, hinzudeuten scheint. Vergleicht man die Jahreszahlen der beiden vorhergehenden Erscheinungen heller Sterne in der Nähe der Cassiopeja, nämlich 945 und 1264 mit 1572, so könnte man die Annahme wagen, daß der zuletzt genannte Stern mit den beiden vorhergegangenen derselbe gewesen, wenn gleich der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Erscheinung 319, der zwischen der zweiten und dritten nur 308 Jahre beträgt, welche Differenz sich durch eigenthümliche Lichtveränderungen würde erklären lassen. Hiernach würde er gegen das Ende der achtziger Jahre dieses Jahrhunderts, also in 30 Jahren wieder erscheinen müssen; wenigstens wird man dann nicht unterlassen ihn aufzusuchen, da es immerhin möglich ist, daß er an Helligkeit verloren hat. Ich habe mir erlaubt von diesem Stern mit einiger Ausführlichkeit zu berichten, weil sein Erscheinen für den ganzen Zustand der

Astronomie von der höchsten Bedeutung geworden. Wir vernahmen vorhin, mit Tycho's eigenen, aus seiner *Astronomiae instauratae mechanica* übersehten Worten, daß er sogleich der Messung der Entfernungen von benachbarten Sternen seine Thätigkeit widmete. Allein diese Messungen ließen ihn die Unvollständigkeit und Ungenauigkeit des Hipparch'schen Sternverzeichnisses empfinden und bedauern, und es reifte der Entschluß die Fundamente der Astronomie durch neue Beobachtungen des Fixsternhimmels zu begründen. Die Ausführung geschah mit einem Eifer und wurde durch Erfolge gekrönt, die ihm für alle Zeiten den Rang eines Königs der Wissenschaft gesichert haben. Merkwürdig ist das Spiel des Zufalls, daß an einen nicht minder berühmten Namen die Erscheinung des nächstfolgenden neuen Sterns von 1604 geknüpft ist. Tycho de Brahe war damals bereits todt, er hatte schon im 55sten Jahre seine Laufbahn geschlossen, aber er lebte fort durch seine Beobachtungen, deren Berechnung die wahre Bewegung der Planeten erkennen ließ und seinem Mitarbeiter Kepler Gelegenheit bot, die nach ihm genannten Gesetze zu prüfen und als Naturgesetze zu erkennen. Der neue Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerst von einem Schüler Kepler's, Brunowski, am 10. October 1604 „größer als alle Sterne erster Ordnung, größer als Jupiter und Saturn, doch wenig größer als Venus“ gesehen, und verschwand zwischen Februar und Mai des Jahres 1606. — Nur dritter Klasse war der neue Stern vom Jahre 1670 im Sternbild des Fuchses in der Nähe des Sterns β im Schwan; und nun vergingen 178 Jahre, ohne daß wieder ein ähnlicher Fremdling sich blicken ließ, bis vor 8 Jahren Herr Hind auf der Privatsternwarte des Herrn Bishop einen röthlich gelben Stern, aber nur fünfter Größe, plötzlich erscheinen sah, der nach 2 Jahren wieder verschwand.

Der Anblick des Fixsternhimmels zeigt, wie wir gesehen haben, daß in Beziehung auf die Helligkeit der einzelnen Sterne die auffallendsten Veränderungen vor sich gehen, welche zu erkennen schon das natürliche Organ der Anschauung befähigt ist. Hierbei drängt nun die Frage sich von selbst auf, ob in Beziehung auf die gegenseitige Stellung der Sterne eine absolute Ruhe stattfindet, oder ob die Fixsterne vielleicht ihren Ort gegen einander verändern. Die bloße Betrachtung des Himmels scheint uns auf diese Frage eine verneinende Antwort zu geben, da das Auge auch bei fortgesetztem Anschauen eine solche Ortsveränderung nicht wahrnimmt; aber diese könnte dennoch vorhanden und nur so klein sein, daß sie sich unserer Aufmerksamkeit entzöge. Ich habe vorhin erwähnt, daß man schon

im Alterthume sich bemühte mit dazu geeigneten Instrumenten die gegenseitige Lage der Sterne durch Messung zu bestimmen, d. h. für eine bestimmte Epoche den Ort der Sterne auf der Himmelkugel festzulegen, und daß Tycho de Brahe dieser Aufgabe einen großen Theil seiner Thätigkeit widmete. Dadurch entstanden die Sternverzeichnisse, welche, nachdem man Fernröhre mit jenen Instrumenten verband, einen höheren Grad von Genauigkeit erlangen mußten, als die bloßen Dioptern zu gewähren im Stande waren. Hevelius hatte die Absicht einen neuen Sternkatalog für seine Zeit zu entwerfen und bestimmte in der That eine große Anzahl von Sternörtern; allein er weigerte sich dabei der Annahme von Fernröhren, woher es kam, daß diese umfassende Arbeit durch den bald nachher erschienenen Catalog des englischen Astronomen Flamsteedt verdrängt wurde. Darauf entwarfen für das Jahr 1750 der große englische Astronom Bradley mit verbesserten Hülfsmitteln, und für das Jahr 1800 Piazzini unter dem hellern Himmel Siciliens einen neuen, auch ging aus den Königsberger Beobachtungen eine neue Bestimmung hervor. Diese Sternverzeichnisse sind es, welche eine Frage entscheiden konnten, die der bloße Anblick des Himmels wenn auch mit bewaffnetem Auge nicht zu lösen vermochte. Die Vergleichung solcher Cataloge, welche für verschiedene Epochen bestimmt waren, ließ erkennen, daß in der That oft Abweichungen zwischen den Beobachtungen eines und desselben Sterns vorkamen, zu deren Erklärung nur die einzige Annahme einer eigenen Bewegung der früher für unveränderlich fest gehaltenen Fixsterne möglich schien. Hier sehen wir, wie das geistige Auge des Menschen den Sinn des physischen zu schärfen vermag, die Bewegung ist da, aber sie kann ihrer Kleinheit wegen nicht unmittelbar erkannt werden, ähnlich wie wir, wenn auch aus andern Gründen, die erwiesene Bewegung der Erde nicht in dem gewöhnlichen Sinne sehen können; das Betrachten des gestirnten Himmels geht über in ein Begreifen. Sehr groß ist die eigene Bewegung des hellen Sterns Arcturus und der kleinen δ bis ϵ der Größe: μ in der Cassiopeja, δ im Eridanus und δ I im Schwan. Dieser letzte, ein kleiner Stern, der sich kaum mit bloßen Augen wahrnehmen läßt, hat seit Christi Geburt einen Weg an der Himmelkugel beschrieben, der ungefähr 5 Monddurchmesser beträgt ($2^{\circ}4'$). Wenn man also an vielen Sternen eine eigene Bewegung erkannt hat, so sind drei Fälle zur Erklärung möglich. Entweder ist diese Bewegung in der That eine wirkliche, d. h. die Körper haben ihren Ort im Weltraume wirklich geändert, oder sie ist eine scheinbare, indem die Erde mit der Sonne und dem ganzen Planetens-

system sich im Raume nach entgegengesetzter Richtung fortbewegt, so wie feststehende Gegenstände auf der Erde sich zu bewegen scheinen, wenn wir an ihnen vorüberfahren, oder endlich die Bewegung ist aus beiden angeführten Arten zusammengesetzt. Die neueren Untersuchungen haben nicht nur entschieden, daß der letzte Fall in der Wirklichkeit stattfindet, sondern auch den Punkt des Himmels bestimmt, gegen welchen unser Planetensystem in einer fortschreitenden Bewegung begriffen ist; er liegt sehr nahe da, wo schon Herschel ihn vermuthete, im Sternbilde des Herkules links vom hellen Sterne Gemma der Krone.

Um die Methode anschaulicher zu machen und zugleich den Grad der Sicherheit anzudeuten, bemerke ich, daß man diejenigen Sterne, deren Bewegungen zu den größten gehören, zuvor ausgesucht, es sind deren 390, und auf ihre Ortsveränderung die angestellte Rechnung gegründet hat. Denken wir uns diese Sterne auf eine künstliche Himmelkugel aufgetragen, etwa so, wie sie für das Jahr 1800 ihre Stelle einnahmen, ferner so, wie sie dem Jahre 1850 entsprechen, und verbinden wir durch größte Kreise die beiden Dertter eines jeden Sterns, so zeigt sich, daß diese Verbindungskreise sich für die meisten in einem und demselben Punkte schneiden. Dieser Punkt wird derjenige sein, nach welchem sie sich zu bewegen scheinen; der ihm auf der Kugel diametral gegenüberliegende ist also der, nach welchem die Sonne und das ganze Planetensystem sich wirklich bewegen muß, um jene scheinbare Bewegung der Sterne zu erklären. Aber nicht alle geben denselben Punkt, einige weichen davon entschieden ab, doch ist die Mehrzahl der andern überwiegend. Hiernach tritt die Sonne, der Centralkörper unseres Systems, vielleicht in die Kategorie eines Planeten zu einem höheren Systeme. Wie der Mond sich um die Erde, diese mit ihm zugleich sich um die Sonne dreht, so hat auch die Sonne möglicher Weise wieder eine rotirende und fortschreitende Bewegung um einen Centralpunkt. Wie klein erscheint der eigene Schauplatz unserer Leiden und Freuden dem All gegenüber, und dennoch ist er mit jenen glänzenden Sternen in enger Verbindung! Angezogen von der Kraft der Sonne, und getrieben von einer andern, die den Ball in den Weltenraum schleuderte, vollendet der Erdkörper seine jährliche Bahn, aber er nimmt Theil an einer großen Bewegung, die zu erkennen dem Sterblichen vergönnt wurde. Bald werden wir uns überzeugen, daß dieselben Kräfte, welche die Erde in ihrer Bahn erhalten, keine andern sind als die, durch welche die Bewegung der Sonne selbst hervorgebracht wird. Aber wir dürfen diese Kräfte nicht nur in fernen Räumen bewundern, sind sie doch keine andern als die, welche

uns in nächster Nähe begegnen! Der geworfene Stein entgleitet unserer Hand und beschreibt seine Bahn, er würde seine Bewegung fortsetzen, aber die anziehende Kraft der Erde macht ihn fallen. Auch hier waltet ein Gesetz, nicht minder groß und bewundernswürdig als dort! — „Der Wunder höchstes ist, daß uns die wahren, ächten Wunder so alltäglich werden können.“ —

Nachdem der Mensch die natürliche Kraft des Organs durch das Fernrohr bedeutend gesteigert hatte, bot der Anblick des gestirnten Himmels ein neues und nicht geahntes Schauspiel dar. Nicht nur daß tausende, nie gesehene Welten an scheinbar dunkeln Stellen im Strahlenglanze hervortraten, das große Ganze sonderte sich ab in Partialsysteme und die früheren Ansichten über den Bau des Himmels erhielten ihre Erweiterung und Berichtigung. Sterne, welche mit bloßem Auge betrachtet einfach erscheinen, lösen sich in zwei, drei, vier und mehrfache auf; es zeigen sich Doppelsterne nicht in geringer Anzahl; der ältere Herschel hat über 500 aufgefunden, die weniger als eine halbe Minute von einander abstehe, und spätere Beobachter haben mehr als anderthalbtausend solcher hinzugefügt. Zunächst entsteht hier aber die Frage, ob diese Doppelsterne wirklich physisch zu einander gehören, oder nur optisch einander nahe zu stehen scheinen, denn der Zufall könnte mit sich bringen, daß sie nur nahe in dieselbe Gesichtslinie fielen, und dabei doch unermesslich weit von einander entfernt wären; so wie Gegenstände auf der Erde in weiter Entfernung von uns scheinbar ganz nahe nebeneinander sind, in der Wirklichkeit aber weit von einander abstehe. — Es gehört zu den schönsten Eigenthümlichkeiten der neuern Beobachtungs-Methode im Gebiete nicht nur der Astronomie, sondern auch anderer auf Mathematik basirter Naturwissenschaften, daß man die Sicherheit der erlangten Resultate einer strengen Prüfung zu unterwerfen bemüht ist, wozu französische und deutsche große Mathematiker die aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgenden Vorschriften entwickelten. Die scheinbare Nähe der Doppelsterne fand sich für verschiedene Sternpaare sehr verschieden, weshalb man sie je nach ihrer größern oder kleinern Entfernung in Klassen theilte. Die erste Klasse enthält alle diejenigen, bei denen der Abstand so klein ist, daß er weniger als eine Secunde beträgt, die 8te begreift alle die zwischen 24 bis 32 Secunden liegen. Wenn alle Sterne zufällig im Raume vertheilt wären und die Doppelsterne nur optisch einander nahe zu stehen schienen, so ergiebt die Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß zu der ersten Klasse höchstens einer gehören könnte; eine Zählung der in dieser Klasse

wirklich wahrgenommen ergibt aber eine Anzahl von 29, weshalb unter ihnen physisch doppelt wenigstens 28 sein müssen; und ähnlich hat man die Untersuchung auf die andern Klassen ausgedehnt.

Diesem Beweise von der überwiegenden Mehrzahl physischer Doppelsterne über die zufällig und nur scheinbar einander nahe stehenden fehlt nicht mathematische Schärfe, indessen wird auch der leiseste Zweifel dadurch beseitigt, daß unter den Sternen mit starker eigener Bewegung eine nicht geringe Anzahl von Doppelsternen vorkommt. So hat z. B. der vorhin genannte 61 im Schwan einen ihm nahe stehenden Begleiter, welcher stets an seiner bedeutenden Ortsveränderung mit Theil nimmt, welches nicht wohl der Fall sein könnte, wenn beide ohne zu einander zu gehören nur durch die Richtung der Gesichtslinien optisch einander nahe ständen. In den neuesten Verzeichnissen kommen 41 Doppelsterne vor, bei welchen die eigene Bewegung außer Zweifel ist. Von diesen haben 40 dieselbe eigene Bewegung, und nur bei einem, δ im Kleinen Pferde, ist dies nicht der Fall; dieser einzige ist also entschieden nur ein optischer Doppelstern, während die übrigen physische sind.

Die einfachen Sterne zeigen nur in sehr geringer Anzahl eine Färbung. Die wenigen farbigen neigen sich dem Rothem zu. Schon Herschel fand 10 rothe, 9 dunkel granatfarbige; bei manchen spielt die Farbe ins Gelbliche, wie bei Procyon, oder ins Bläuliche wie bei η in der Leyer. Bei den Doppelsternen dagegen kommen Farbenmischungen aller Art vor: Goldgelb, Roth, Blau, Grün, Purpur und Schwarz. Die Feststellung der Farben kann natürlich nicht ohne die größte Vorsicht erfolgen, indem der Beobachter hier mannigfachen Täuschungen ausgesetzt ist. Die Beschaffenheit der Luft kann, wenn der Stern niedrig steht, ihn röthlich erscheinen lassen, die eigenthümliche Färbung der Metallspiegel kann sich geltend machen, vor allem aber können die subjectiven Farben einen Irrthum erzeugen. Es ist bekannt, daß Roth und Grün, Blau und Orange, Gelb und Violet in der Beziehung zu einander stehen, daß, wie Göthe sich ausdrückt, eine dieser Farben die andere fordert, d. h. wenn das Auge lange den Eindruck z. B. des Rothem erhalten hat, und dann auf einen weißen Gegenstand blickt, so erscheint derselbe grün. Bei einigen Doppelsternen hat man in der That sich überzeugt, daß ihre Färbung nur durch die Farbe des Begleiters hervorgerufen, nicht wirklich war, die Mehrzahl hat man jedoch als objectiv verschieden farbig erkannt.

Wenn die beiden einen Doppelstern bildenden Sterne wirklich zu einander gehören, so können dieselben, wie die Mechanik lehrt, nur dann

von einander getrennt bleiben, wenn sie sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen. Diese drehende Bewegung ist in der That nicht nur erkannt, sondern bei vielen Sternpaaren gemessen, und es ist gelungen die Umlaufzeiten nicht nur, sondern auch die anderen Elemente der Bahn zu bestimmen! Die Aufgabe, die Bahn eines Planeten um die Sonne zu berechnen, ist also auf den Fixsternhimmel übertragen, da dieselben Annahmen über das Gesetz der Attractionskraft, welche der Berechnung der Planetenbahnen zum Grunde liegen, auch die Basis jener Rechnungen bilden und die Erscheinung der Ortsveränderung zu erklären vermöchten, so ist dieses Gesetz das allgemeine für die uns sichtbare Welt. Aber gestatten Sie, daß wir diese in unseren Betrachtungen jetzt verlassen und uns der unsichtbaren zuwenden. Fürchten Sie nicht, daß ich den wissenschaftlichen Boden verliere und das Reich der Phantasie betrete. Bald werden die einzelnen Fäden, welche in diesem Vortrage auseinander liegen, weit auseinander liegen, sich zu einem verschlingen lassen. Keine künstliche Einheit ist es, der ich entgegenstrebe, sondern eine organische, die auf kräftigem Boden emporblühend nicht geschaffen, sondern gefunden werden will. Groß und erhaben ist der Anblick des Sternhimmels, wunderbar der Bau des Fernrohrs, welches nur wenigen von der Natur versagt oder später entzogen wurde, des Fernrohrs, welches einst einem Dollond die Gedanken gab, die seiner Erfindung vorangingen; aber nicht an das Auge ist die Kenntniß des Weltalls gebunden. Bewaffnet vermag es, wie wir uns überzeugen werden, die Tiefe jenes schimmernden Lichtgürtels zu durchdringen bis zu den unscheinbarsten Nebelgebilden; — der Geist dringt weiter, hinauf zu unsichtbaren Gebilden, von denen keine Ströme des Lichts zu uns herüberglänzen. Wir haben vorhin einer Eigenschaft gedacht, welche viele Sterne mit einander theilen, nämlich der eigenen Bewegung, wir haben früher von den mit veränderlicher Helligkeit leuchtenden und den plötzlich erscheinenden, dann wieder verschwundenen gesprochen, und endlich der Doppelsterne erwähnt. Erst zwölf Jahre sind verflossen, seit dem die eigene Bewegung des Sirius, durch die große Unregelmäßigkeit, welche sie in Folge lange fortgesetzter Beobachtungen auf der Königsberger Sternwarte erkennen ließ, einer genauen Prüfung unterworfen wurde. Während bei anderen Sternen diese eigene Bewegung mit der Zeit zunimmt, und zwar der Zeit proportional, so daß sie z. B. in 20 Jahren doppelt so groß ist als in 10, war dies bei Sirius nicht der Fall. Diese unregelmäßige eigene Bewegung des Sterns blieb räthselhaft, bis sich die Annahme barbot, sie durch die Anziehung eines unsicht-

baren Begleiters zu erklären. Es versteht sich von selbst, daß die Erklärung jeder Bewegung nur durch eine Vergleichung der angenommenen Hypothese mit den Beobachtungen auf mathematischem Wege durch Rechnung versucht werden kann, indem jede andere Art außerhalb der Wissenschaft liegt. Die Rechnung ergab nun wirklich das überraschende Resultat, daß jene scheinbar unregelmäßige Bewegung vollständig erklärt wird durch die Anziehung, welche ein dunkler Nebelstern auf den Sirius ausübt, so daß wir ihn als einen Doppelstern ansehen dürfen, von welchem der eine unsichtbar ist. So mußte der hellste aller Sterne auf die Annahme dunkler Himmelskörper hinführen*)! Da die Wirkung eine sehr bedeutende ist, so darf man dem dunklen Begleiter keine geringe Masse zuschreiben; es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß der Weltraum, wofür auch später folgende Erfahrungen sprechen, mit großen Körpern angefüllt ist, die zur Kategorie der Fixsterne gehörig kein Licht ausstrahlen. Die veränderlichen Sterne und die neuen erscheinen uns also vielleicht auch bisweilen dadurch dunkel, daß ein unsichtbarer mit ihnen einen Doppelstern bildender Stern zwischen sie und das Auge tritt. Der Sirius ist nicht der einzige, welcher einen dunklen Begleiter durch die Veränderlichkeit eigener Bewegung vermuthen läßt; auch Procyon zeigt ähnliche Anomalieen, die am vollkommensten nur durch eine gleiche Annahme erklärt werden können.

Von den Doppelsternen steigen wir auf zu den drei-, vier-, und vielfachen Sternen, oder den Sterngruppen. Schon bei den drei- noch mehr aber bei den vierfachen Sternen bedarf es kräftiger optischer Hilfsmittel um die einzelnen Theile des Systems von einander getrennt zu erblicken. Der Stern 11 des Einhorn's ist aus drei glänzend weißen Sternen zusammengesetzt, der größte ist von der 5ten, der zweite von der 5ten bis 6ten, der dritte von der 6ten Größe. Der Stern ϵ in der Leyer zeigt sich in Fernröhren von geringer optischer Kraft als Doppelstern; die lichtstärkeren aber zeigen, daß jeder einzelne der beiden selbst ein Doppelstern ist. Diese Mannigfaltigkeit läßt erkennen, daß wir uns nicht sowohl ein großes Sternsystem als vielmehr viele von einander abgeforderte Partialsysteme zu denken haben. Dabei ist nicht unmöglich, daß diese sämmtlich die untergeordneten Glieder eines großen Systems sind, in welchem vielleicht eine Centralsonne den Mittelpunkt bildet. Wo aber sollen wir diesen Mittelpunkt annehmen, und wenn wir ihn gefunden hätten, wer sagt uns, daß er der Mittelpunkt der Schöpfung und nicht vielleicht nur eines höheren

*) Man vergleiche den 2. Zusatz: Dunkle Sterne.

Partialsystems ist. Daß unser Sternsystem, in welchem die Sonne den Rang eines Fixsterns einnimmt, nicht das einzige ist, dafür sprechen die Gebilde, welche, wie wir sehen werden, uns aus der Milchstraße entgegen glänzen. Das Planetensystem giebt einen Anhaltspunkt zur Vereinfachung der Vorstellungen über den Bau eines Fixsternsystems. Wie sich um den Centralkörper dieses Systems, den wir die Sonne nennen, die Erde mit dem Monde, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun mit ihren Trabanten bewegen, so bewegen sich Sonnen, wie die unfrige, theils isolirt, theils mit andern gleichartigen Körpern zu zwei, drei und mehreren verbunden, um eine Centralsonne.

In der nächsten Vorlesung werden die optischen Hilfsmittel, deren man sich bedient hat, um in die Tiefe des Himmels einzubringen, und die Milchstraße den Gegenstand der Betrachtung bilden; wir werden sehen, wie das Genie eines in seiner Jugend vom Schicksal wenig begünstigten Mannes muthig eine Bahn durchbrach, die vor ihm noch niemals war betreten worden, und nach ihm von keinem mit größerem Erfolge.

Zweite Vorlesung.

Das Fernrohr. — Refractor und Reflector. — William Herschel. — Caroline Herschel. — Nebelflecken. — Nebelsterne. — Milchstrasse.

Nur unsichere Nachrichten finden sich über die Entdeckung des Fernrohrs, welche nach einigen unerwiesenen Behauptungen bereits im sechszehnten Jahrhundert soll gemacht sein. Die Annahme, daß sogar die Alten Fernrohre gekannt hätten, ist längst durch die Untersuchungen ausgezeichneter Hellenisten, welche die betreffenden Stellen interpretirt haben, widerlegt. Man wird nicht bedeutend irren, wenn man diese Entdeckung den Holländern zuschreibt und dieselbe in das erste Decennium des siebenzehnten Jahrhunderts verlegt, da die Archive zu Haag ergeben haben, daß im Jahre 1608 ein Brillen-Fabrikant, Johann Lippershy zu Middelburg den Generallstaaten die Bitte vortrug, seine Erfindung zu patentiren. Daß nicht mathematische Speculation, sondern der Zufall auf die Construction eines Fernrohrs geführt habe, ist im höchsten Grade wahrscheinlich, wenn auch Galilei 1609, nachdem er von der Erfindung gehört hatte, ohne ein solches Instrument gesehen zu haben, selbstständig ein Fernrohr zusammensetzte und die Kraft desselben am Jupiter prüfte, wobei er durch Entdeckung der 4 Trabanten dieses Planeten für die angewandte Mühe in hohem Grade belohnt wurde. Ob ein Unbekannter bei Lippershy erschienen sei und sich zwei Linfen, eine in der Mitte dicker als am Umfange, die andere dagegen dünner, also wie wir jetzt sagen, eine convexe und eine concave bestellt, nachdem er sie darauf später abgeholt und geprüft, scheinbar absichtslos durch beide von einander entfernte einen Blick gethan und darauf sogleich den Laden verlassen habe, wodurch der Verfertiger veranlaßt worden sei das Experiment zu wiederholen, oder ob Lippershy's Kinder, indem sie mit solchen Linfen spiel-

ten, und durch beide zugleich nach dem Gahne des Kirchturms zu Mid-
delburg gehend, denselben vergrößert erblickten, kann nun einmal nicht
entschieden werden.

Das Prinzip, welches jedem Fernrohre zum Grunde liegt, stützt sich
ganz einfach darauf, daß die Lichtstrahlen von einem entfernten Punkte
hinflüchlich in einen Punkt vereinigt werden, und man diesen Punkt durch
eine Linse, die man in seine Nähe bringt, betrachtet. Wenn das Licht
aus der Luft ins Glas übergeht, so wird es im Allgemeinen an der Ober-
fläche gebrochen, und zwar so, daß der im Glase befindliche Strahl dem
Lothe näher liegt als der andere, tritt es alsdann aus dem Glase kom-
mend abermals in die Luft ein, so findet das Gegentheil statt; nur der
senkrecht auffallende Strahl geht ungebrochen durch. Hierbei findet aber
ein bestimmtes Gesetz statt, welches zuerst durch Versuche ermittelt, später
aus der Theorie als nothwendig bewiesen wurde, so daß es, wenn die
nöthigen Data vorhanden sind, möglich ist, den Weg eines Lichtstrahls
nicht nur, wenn er durch Glas, sondern auch durch ein beliebiges anderes
Medium geht, zu berechnen. Hat der Glaskörper zwei parallele Seiten-
flächen, wie z. B. gut geschliffene Fensterscheiben, so tritt der Lichtstrahl
nach erfolgter Brechung ganz auf dieselbe Weise aus dem Glase heraus,
wie er auf dasselbe auffiel, weshalb wir dann die Gegenstände außerhalb
genau so erblicken, wie sie bei geöffnetem Fenster sichtbar sind, ohne alle
Verzerrung ihrer Umrisse. Anders verhält sich die Sache, wenn der Glas-
körper eine krumme Begrenzungsfläche hat. Nehmen wir zuerst eine an
beiden Seiten erhabene, die doppelt convexe Linse, und lassen wir von
weit entfernten Gegenständen das Licht auf dieselbe fallen, so werden alle
Strahlen gebrochen, aber sie sammeln sich nach ihrem Durchgange in
einem Punkte, wo ein deutliches verkleinertes Bild des Gegenstandes sicht-
bar wird. Dieser Punkt heißt der Brennpunkt. Nichts hindert aber jenes
Bild durch eine kleine Linse für das Auge zu vergrößern und so giebt
diese Zusammenstellung uns ein offenes Fernglas. Es ist klar, daß die
Deutlichkeit des Bildes im Brennpunkt durch das zwischen beiden und
ringsum vorhandene Licht leiden muß, es ist daher natürlich alles fremde
Licht abzusperren, wir fassen beide Linsen, die größere und kleinere, durch
ein Rohr zusammen; das Fernrohr ist da; und zwar, da dieses Fernrohr
durch Brechung der Lichtstrahlen entstanden, das dioptrische. Die klei-
nere der beiden Linsen heißt, da das Auge ganz in ihrer Nähe liegen
muß, das Ocular, die größere, welche das von dem Gegenstande auf sie
fallende Licht in einem Punkte vereinigt, das Objectiv.

Eine solche Vereinigung kann aber auch noch auf eine andere Weise zu Stande gebracht werden. Bekanntlich haben die Lichtstrahlen, welche auf eine polirte Fläche fallen, die Eigenschaft zurückgeworfen zu werden. Der Umstand, daß wir einen Gegenstand im Spiegel eben so weit hinter der Spiegelfläche sehen, als er in der Wirklichkeit sich vor derselben befindet, findet seine Erklärung in dem Gesetze der Reflexion. Ueberhaupt nennen wir eine Oberfläche eine spiegelnde, wenn sie die Eigenschaft besitzt, die auf sie fallenden Strahlen zurückzuwerfen. Der auffallende Strahl wird allemal unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem er auffällt; der zurückgeworfene bleibt dabei mit dem auffallenden und dem Lothe immer in einer Ebene, wodurch sein Weg ein bestimmter wird. Dieses Reflexionsgesetz ist ebenfalls, sowie das der Refraction nicht nur durch Versuche geprüft, sondern auch aus der Theorie als nothwendig nachgewiesen, und gilt sowohl für gerade als krumme Spiegelflächen. Wenn die spiegelnde Fläche der hohle Theil einer Kugelfläche ist, so haben wir einen Hohlspiegel, und wenn aus weiter Entfernung Lichtstrahlen auf denselben fallen, so werden sie immer nach diesem Gesetze so reflectirt, daß sie im Raume ein kleines Bild desjenigen Gegenstandes geben, von welchem das Licht herkommt; der Punkt, wo die hier zurückgeworfenen Strahlen sich vereinigen, heißt ebenfalls der Brennpunkt. Nähert man diesem ein Ocular, so hat man ein katoptrisches Fernrohr, ein Spiegeltelescop. Die vorhin betrachteten nennt man auch bei größeren Dimensionen Refractoren, diese aber Reflectoren, und die beobachtenden Astronomen bedienen sich, je nach dem Zwecke, den sie zu erreichen streben, bald dieser, bald jener. Bevor wir die Einrichtung der Spiegeltelescope genauer betrachten, kehren wir jetzt zu den dioptrischen zurück.

Da das weiße Licht die Eigenschaft besitzt, wenn es durch einen Glaskörper hindurchgeht, in farbige Strahlen gebrochen zu werden, so ersieht man, daß die Vereinigung im Brennpunkte immer nur eine unvollkommene bleiben wird, denn es müssen, genau genommen, in der That so viele verschiedene Brennpunkte entstehen, als verschieden farbige Strahlen vorhanden sind; man erhält also durch die Vereinigung kein deutliches Bild und sieht durch das Fernrohr die Gegenstände stets mehr oder minder von farbigen Säumen umgeben. Nachdem zuerst Newton durch Verbindung von Glaskörpern verschiedener Brechbarkeit einen farblosen Brechungsstrahl zu erhalten bemüht war, gelang es später diese Idee zu verwirklichen, indem man Kronglas und solches Krystallglas, zu dessen Bereitung eine merkliche Menge Blei verwandt wird, nämlich das soge-

nannte Flintglas, unter bestimmten Winkeln an einander befestigte, einen Körper herzustellen, welcher die durchgehenden Strahlen farblos zu brechen im Stande ist. Hierauf lag der Gedanke nahe, das Objectiv des Fernrohrs aus zwei Linsen, einer Kron- und einer Flintglaslinse zusammenzusetzen, welcher im Jahre 1758 von Dollond durch Herstellung eines farblosen oder achromatischen Fernrohrs zum größten Vortheil der Beobachtungskunst wirklich ausgeführt wurde. Bei diesen Objectiven ist die Kronglaslinse nach beiden Seiten erhaben, die unmittelbar mit ihr verbundene natürlich an der anschließenden Seite hohl und an der andern gewöhnlich plan oder convex. Die Form, welche man beiden Linsen zu geben hat, ist annähernd zuerst durch Versuche bestimmt, später aber auf dem Wege der Theorie ermittelt worden. Da gegenwärtig an allen astronomischen Fernrohren achromatische Objective angebracht sind, so nennt man die größern Refractoren auch Achromaten.

Die astronomischen Fernröhre zeigen, wenn man durch sie hindurch sieht, die Gegenstände umgekehrt. Das durch das Objectiv entstehende Bild im Brennpunkte ist nämlich ein umgekehrtes und bleibt ein solches, auch wenn es durch die Lupe, das Ocular, betrachtet wird. Das holländische Fernrohr oder Galilei'sche kehrt die Gegenstände nicht um, indem die Strahlen, welche durch das Objectiv gehen, noch vor ihrer Vereinigung durch eine doppelt concave Ocular-Linse aufgefangen werden; es hat sich in dem Theater-Perspective erhalten. Das Erdfernrohr oder terrestrische hat zwischen dem Objectiv und dem Oculare wenigstens noch eine Linse, um die Umkehrung aufzuheben und die Gegenstände in ihrer natürlichen Stellung erscheinen zu lassen; man wendet jetzt aber gewöhnlich Oculare mit 4 Linsen an, von denen die beiden dem Objective nächsten die Umkehrung aufheben, die dritte als Sammelglas und endlich die dem Auge nächste als einfaches Vergrößerungsglas dient. Da für den astronomischen Gebrauch die Umkehrung des beobachteten Gegenstandes ganz gleichgültig und unschädlich ist, so hat man nicht nöthig sie aufzuheben. Je größer endlich das Objectiv ist, um so zahlreicher werden die Strahlen sein, die von jedem Punkte ausgehen, und um so heller wird offenbar das Bild erscheinen. Ferner wächst die Größe des Bildes im Brennpunkte mit dem Abstände desselben vom Objective, der Brennweite; hieraus ergiebt sich, wie vortheilhaft für die Wirkung eines Fernrohrs eine bedeutende Länge, also große Brennweite, und eine große Oeffnung sein müssen. Die Vergrößerung eines Fernrohrs bezieht sich immer auf den Gesichtswinkel, unter welchem die Gegenstände uns erscheinen. Er wird um so größer, je

größer die Brennweite des Objectivs im Verhältniß zur Brennweite des Oculars ist; dasselbe Fernrohr kann also verschieden vergrößern, wenn man Linsen von verschiedener Brennweite als Oculare in dasselbe einschraubt, welche auch bekanntlich den größern Fernröhren beigegeben werden. Beträgt z. B. die Brennweite des Objectivs 12 Zoll, also 144 Linien, die des Oculars dagegen nur 2 Linien, so vergrößert das Fernrohr 72 Mal. Beträgt die Brennweite bei einem Fernrohre 5 Fuß also 720 Linien, die des Oculars aber nur 2 Linien, so vergrößert das Fernrohr 360 mal; ist aber die Brennweite des Oculars 3 Linien, so giebt die Division, daß dasselbe Fernrohr nur 240 mal vergrößert.

Bevor man den Achromatismus herzustellen verstand, stellten sich dem Gebrauche größerer astronomischer Fernröhre bei wissenschaftlichen Beobachtungen, wo es sich um absolute Deutlichkeit handelt, bedeutende Schwierigkeiten entgegen, indem die farbige Umsäumung der Bilder ihrem störenden Einfluß geltend machte; um so freudiger mußte das oben bereits genannte Spiegeltelescop, da es von solchen Fehlern frei bleibt, von den Astronomen aufgenommen werden; es wurde etwa 50 Jahre später als das dioptrische Fernrohr, im Jahre 1663, von Gregory in England construirt.

Wir haben zuvor gesehen, wie hier der Hohlspiegel die Sammlung der reflectirten, (nicht gebrochenen) Lichtstrahlen bewirkt und die kleine Vergrößerungs-Linse am Auge sowie das Ocular am dioptrischen Fernrohr benutzt wird; es fragt sich nur noch, wie die Zusammenstellung des Ganzen getroffen wird. Es ist klar, daß wenn der Beobachter das Bild im Brennpunkte unmittelbar betrachtet, er mit seinem Kopfe einen Theil des Spiegels verdeckt und daß dadurch, wenn dieser nicht eine sehr bedeutende Größe hat, die Deutlichkeit des Bildes beschränkt werden muß, ja daß die Beobachtung unmöglich werden kann. Deshalb war man zunächst darauf bedacht, diesem Uebelstande durch ein geeignetes Mittel abzuhelfen. Gregory gab dem Telescope folgende Einrichtung: Er befestigte den Spiegel an die Grundfläche einer an einem Ende offenen Röhre, nachdem er zuvor in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung in den Spiegel hineingebracht, also ihn durchbrochen hatte. Der Brennpunkt fällt nun, wenn das offene Ende des Rohrs nach dem zu betrachtenden Gegenstande gerichtet wird, nahe an das Ende der Röhre. Hier fängt ein kleiner Sammelspiegel die convergirenden Strahlen vor ihrer Vereinigung auf und wirft sie zurück, so daß sie abermals aber nun in der Nähe der Oeffnung des großen Spiegels zusammentreffen, und hier ein Bild des

Gegenstandes liefern, welches durch ein in diese Oeffnung eingeschobenes Ocular betrachtet werden kann. Ich habe hier dieser Einrichtung zuerst erwähnt, weil sie bei kleinern Spiegeltelescopen die gewöhnliche ist, und der Beobachter das Instrument ganz so gebraucht wie ein anderes Fernrohr. Hat der Objectivspiegel eine einigermaßen bedeutende Größe, so bedient man sich der von Newton nicht bloß vorgeschlagenen, sondern auch ausgeführten Zusammenstellung. Der große Spiegel ist nicht durchbrochen, und anstatt das Bild in seiner ursprünglichen Lage zu beobachten, lenkt man es, bevor es zur Wirklichkeit gekommen, durch einen kleinen seitwärts angebrachten Planspiegel ab, der die Lichtstrahlen auf eine in der Seitenwand angebrachte Oeffnung leitet, wo denn das Bild wieder durch ein an dieser Stelle angebrachtes Ocular betrachtet wird. Man sieht hier also nicht in der Richtung, in welcher der Gegenstand liegt, sondern von der Seite rechtwinklig gegen die ursprüngliche Richtung. Da der große Spiegel nicht durchbrochen ist, so geben die Newton'schen Fernrohre mehr Licht als die andern; der kleine Planspiegel hat eine so geringe Dimension, daß von einer durch ihn zu befürchtenden Lichtabnahme nicht die Rede sein kann. Es ist merkwürdig, daß der Entdecker des allgemeinen Gesetzes der Attraction auch als optischer Künstler auftrat. Die Königl. Gesellschaft der Wissenschaften bewahrt das Instrument noch jetzt als Reliquie, durch welches der große Denker diese gelehrte Körperschaft im Jahre 1671 überraschte. Das Gestell der Newton'schen Spiegeltelescope ist so eingerichtet, daß sie bequem nach allen Richtungen regiert werden können; der Umstand, daß man zur Seite hineinsteht, ist mit großen Vortheilen verbunden, besonders dann, wenn der Gegenstand hoch am Himmel steht; der Beobachter ist dann nicht genöthigt eine unbequeme und ermüdende Stellung einzunehmen. Was ich vorhin über den Gebrauch des Oculars und über die Vergrößerungen zu sagen mir erlaubt habe, gilt ohne Veränderung auch von den Spiegeltelescopen.

Wenn die Erscheinungen, welche Fernrohr und Mikroskop im großen Gebiete der Körperwelt zeigen, unser Staunen erregen, die zahllose Menge nicht geahnter Schöpfungen, sei es am Sternenhimmel oder im Wassertropfen, uns entgegen tritt, wenn wir verworren scheinende Bewegungen auf ihren einfachsten Ursprung zurückführen, den Schleier des Geheimnißvollen zu zerreißen vermögen, so bleiben doch die größten Wunder der innern Welt ungelöst und die Gesetze, nach welchen diese Welt beherrscht wird, uns fremd. Ein Blick auf die Entwicklungsgeichte der Wissenschaft lehrt mir so viel, daß ein progressives Fortschreiten nicht stattfindet;

auf Stillstände folgen Rückschritte, die so bedeutend werden können, daß die Hoffnung sinkt, aber nach kürzerer oder längerer Zeit sehen wir wieder den Himmel minder bewölkt, ja oft erleuchten plötzliche Sonnenstrahlen die dunkle Nacht und in neuer Klarheit beginnt ein heller Tag. Mit Sorgfalt haben cultivirte Staaten sich bemüht die Wissenschaften aufrecht zu erhalten, Anstalten gegründet, welche dem aufblühenden Geschlechte das bewahren sollten, was eine ruhmwürdige Vorzeit erstrebte, Verbindungen kenntnißreicher Männer begünstigt, welche die Aufgabe freier Forschung auf ihrem Gebiete zur Aufgabe ihres Lebens machten, und dennoch ist der Erfolg oft weit zurückgeblieben hinter dem Erwarteten. Weder Universitäten noch Akademien sind bei allem Nutzen, den sie leisten, als solche im Stande dem Verfall einer Wissenschaft vorzubeugen oder den Aufschwung derselben glorreich herbeizuführen. Einzelne von der Vorsehung besonders begabte Männer haben namentlich in den mathematischen Naturwissenschaften, auf eigene Kraft gestützt, ohne fremde Hülfe sich selbst ein Feld großartiger Thätigkeit erkämpft und sind die bewunderten Eroberer neuer Wahrheit geworden. Wenn dabei das rein Menschliche in ihnen nicht gelitten, wenn vielmehr das Ursprüngliche ihres Seins unverkümmert blieb, so werden sie um so mehr noch das Interesse der Nachwelt zu fesseln vermögen. Zu diesen seltenen Menschen gehört Herschel. Wir werden sehen, wie ihm der Bau großer Instrumente gelang, welche über den Bau des Weltalls neue Aufschlüsse gaben, wie er nicht erzogen in philosophischen Schulen, dennoch, freilich mit der höchsten Denkkraft begabt, niemals die Grenzen verließ, welche das Sichere und Wahrscheinliche vom bloß Möglichen trennen, und mit Scharffinn an seine eigenen Arbeiten die strengste Kritik anlegte, so daß er einen ganz neuen Theil, die Physik des Himmels, schuf, aber wir werden in ihm noch mehr als den großen Denker und kühnen Entdecker, den Menschen zu bewundern haben, oder vielmehr die Macht der Gottheit, welche sich auch durch ihn offenbaren wollte.

William Herschel wurde am 15. November 1738 zu Hannover geboren, wo sein Vater als geachteter Musiker in beschränkten Verhältnissen lebte. Da die ganze Familie aus 6 Knaben und 4 Mädchen bestand, so konnte ihm eine vollständige Erziehung im väterlichen Hause nicht zu Theil werden, die Ausbildung in der Musik blieb das vorzügliche Augenmerk des Vaters, und in der That brachte seine Sorgfalt es dahin, daß alle seine Kinder diese Kunst erlernten, freilich mit ungleichem Erfolge; doch erlangte der älteste, Jacob, eine so seltene Fertigkeit, daß er Musik-

direktor eines Hannoverschen Regiments wurde, mit welchem er nach England hinüberzog. William, der dritte Sohn, unterschied sich aber von seinen Brüdern schon in früher Jugend durch entschiedene Neigung zu wissenschaftlicher Thätigkeit; weshalb der Vater für die Erziehung dieses Sohnes doch etwas mehr als das unumgänglich Nothwendige zu veranlassen sich bewogen fand; er ließ ihn wenigstens in der französischen Sprache unterrichten, da er für diese besondere Vorliebe zeigte. Hier trat nun ein sehr glücklicher Umstand ein. Der Lehrer war ein auch in andern Fächern erfahrener und dabei denkender Mann, ja ein so großer Freund abstracter Studien, daß er mehr that, als er zu thun äußerlich verpflichtet war, indem er den jungen Herschel mit den Anfangsgründen der Logik, Sittenlehre und Metaphysik bekannt machte. Diese Unterhaltungen, wie wenig tief sie auch mögen gewesen sein, regten doch zum selbstständigen Denken an, und beförderten jene in unsern Tagen bei der angenommenen Nivellirungssucht sehr vernachlässigte eigene Thätigkeit, welche ohne Rücksicht auf fremde Autorität zur sorgfältigen Prüfung des Ueberlieferten auffordert. Diese Vorkenntnisse und einige Noten waren Alles, was er aus dem Vaterhause mitnahm, als sein Bruder ihn im Jahre 1759 nach England hinüberholte, wo dessen Bekanntschaften den ersten Anfang erleichtern sollten. Aber man hatte sich trügerischen Hoffnungen hingegeben, denn weder in London noch in den Grafschaften eröffneten sich Erwerbsquellen, und groß waren die Kämpfe, welche der Jüngling mit dem Mangel zu bestehen hatte, hart die Prüfungen, die das Geschick ihn durchleben ließ. Aber auch hier kam wie so oft in Menschengestalt die Vorsehung ihrem Lieblinge zu Hülfe. Die Geschichte der Astronomie wird nie vergessen, daß Lord Durham es war, der dem jungen mittellosen Musiker Herschel aus freier Entschliebung die Stelle eines Instructors bei dem Musikkorps eines englischen Regiments verschaffte, das an der schottischen Grenze in Garnison lag. Von dieser Zeit an erwarb sich der Musiker einen immer größern Ruf und wurde im Jahre 1765 zum Organisten in Halifax gewählt.

Die trüben Sorgen waren nun durch ein bestimmtes wenn auch kleines Einkommen verscheuht, und freier durfte der Geist die Bahnen wieder aufsuchen, welche er bis dahin nur mit gewaltigen Hindernissen hatte betreten dürfen. Der Trieb nach Totalität, welcher ein Hauptzug seines Characters war, hatte ihn nämlich zur Theorie der Musik geführt, und er unternahm es das gelehrte und schwierige Werk von Smith zu studiren. Doch hier traten ihm Zeichen entgegen, die er nicht zu deuten wußte, man

sagte ihm, dies seien algebraische Formeln, — mancher andere würde das Studium des Werks deshalb aufgegeben haben, er unterbrach es nur. Hatte er doch ohne Unterricht, allein durch die Grammatik und das *Sericon*, die lateinische und italienische Sprache erlernt, ja sich sogar mit den Anfangsgründen des Griechischen bekannt gemacht, weshalb sollte ihm die mathematische Sprache, diese kürzeste und allgemeinste Art die Vorstellungen zu fixiren, fremd bleiben. Aus Büchern machte er sich in unglaublich kurzer Zeit mit der Algebra und Geometrie vertraut und wandte sich darauf zur Analysis des Unendlichen. Nicht lange weilte er in Halifax, er wurde schon 1766 zum Organisten der Bauhall-Kapelle zu Bath berufen, welche Stelle zwar einträglicher als jene, doch mit neuen Verpflichtungen verbunden war. Hier mußte er in den Versammlungszimmern der Badegäste, auf dem Theater, in öffentlichen und Privat-Concerten sich hören lassen, auch ließ der Unterricht, welchen die Söhne vornehmer Familien begehrten, sich nicht rückwärts zurückschicken. Nach einem Tage mühevoller Arbeit kehrte er in der Nacht zu seinen mathematischen Büchern, die seine einzigen Lehrer blieben, zurück, und oft kämpfte die Morgendämmerung schon mit dem Lichte der Lampe, als der kühne Forscher sich in der Analysis des Unendlichen eine neue Welt eroberte. Jetzt endlich hatte er das Instrument errungen, welches bei ihm nicht nur bestimmt sein sollte, die Theorie der schwingenden Saiten zu ergründen; er wandte sich zur Theorie des Lichts und von dieser zur Astronomie! Ein Freund hatte ihm ein zweifüßiges Spiegeltelescop geliehen. Die Betrachtung des Fixsternhimmels und einiger Planeten erregt ihn in so hohem Grade, daß der Wunsch entsteht, ein solches zu besitzen, und mit dem Preise unbekannt, ersucht er einen Bekannten in London ein solches für ihn zu kaufen. Der Beauftragte erstaunt über die Summe, welche man fordert, und hält eine Mißfrage an den Besteller für nothwendig. Die Verwunderung Herschels ist nicht minder groß, und seine Kasse glücklicher Weise nicht ausreichend um die Kosten zu tragen; er kann das Teleskop nicht kaufen. Oh sage glücklicher Weise! Das Instrument konnte zwar nicht in seinen Besitz kommen, aber in der Beschränkung zeigt sich erst der Meister; er kommt auf den Gedanken sich selbst ein solches zu verfertigen. Bald wird der Gedanke zur That. Er beginnt sogleich mit zahlreichen Versuchen über diejenigen metallischen Verbindungen, die das Licht am besten reflectiren, über das Verfahren den Spiegeln die zweckmäßigste Form zu geben, über das Poliren der Oberflächen, und wirklich wird die seltene Ausdauer durch günstigen Erfolg belohnt, denn schon im Jahre 1774 hat er die unendliche

Freude den Saturn mit seinem Ringe durch ein fünffüßiges Newtonsches Spiegel-Telescop, welches in allen Theilen ganz seiner Hände Arbeit ist, zu betrachten. Ermuthigt durch solches Gelingen wagt er sich kühn an die Verfertigung größerer Telescope, und bringt im Laufe der Zeit 7, 10 ja 20füßige Reflectoren zu Stande. Um einen freilich nur sehr unvollkommenen Begriff von seiner Beharrlichkeit zu erhalten, braucht man nur zu wissen, daß er nach seiner eigenen Angabe nicht weniger als 200 Objectiv-Spiegel verfertigt hatte, bevor er mit ihren Leistungen zufrieden war, denn er hatte sich zugleich vorgenommen die Verbesserung dieser Instrumente so weit zu treiben als möglich. „So wie ich nun“, schreibt er im Jahre 1783 an Lichtenberg, „diese Haupt-Instrumente nach und nach vollendete, machte ich auch jedesmal Gebrauch von denselben bei Beobachtungen am Himmel, an dem ich mir vorgenommen hatte kein Fleckchen ununtersucht zu lassen. Dies führte endlich zur Entdeckung des neuen Planeten (Uranus), nicht zufälliger Weise, sondern weil der Stern gerade an der Stelle stand, an der an jenem Abend die Reihe der genauesten Untersuchung nach meinem Plane war. Hätte ich ihn damals nicht gesehen, so hätte ich ihn doch gewiß bald nachher finden müssen, denn mein Telescop war so vollkommen, daß ich, so wie ich ihn erblickte, gleich sagen konnte, das sei kein Fixstern“. Er sah nämlich die Scheibe des Planeten. Herschel erweiterte um das Doppelte den Maßstab für unser Sonnen-System, indem er den Uranus entdeckte, den ersten Planeten, der mit Bewußtsein durch planmäßiges Verfahren gefunden wurde.

Von dieser Zeit an verbreitete sich der Name des großen Optikers und glücklichen Entdeckers über Europa und drang auch in die Palläste der Großen. Georg III. ertheilte ihm eine besondere Audienz, in welcher die Antworten auf vorgelegte Fragen so klar, die Mittheilungen über die gemachten und ferner beabsichtigten astronomischen Arbeiten so einfach und anschaulich ausfielen, daß der damals noch mit ungelähmter Geisteskraft begabte, die Wissenschaft achtende König ihm in Folge dieser ersten Unterredung eine lebenslängliche Pension von 300 Guineen, und außerdem eine Wohnung in der Nähe des Schlosses Windsor, zuerst in Clapham, später in Slough bewilligte. Hier sah er sich unter dem unmittelbaren Schutze des Königs in den Stand gesetzt, die kühnen Pläne, welche er schon in Bath gefaßt hatte, ins Leben treten zu lassen, und als wollte das Geschick, welches ihm in seiner Jugend nicht lächelte, das Füllhorn reichster Gaben über ihn ausschütten, zu der öffentlichen Anerkennung, die von allen Seiten ihm zu Theil ward, traten die schönen Freuden, welche

dem Herzen des Menschen die Familie bietet. Caroline Herschel verließ Hannover und ging nach England hinüber, wo sie als astronomischer Gehülfe ihres Bruders eine Anstellung erhielt. Später fand er an seiner Gattin, Maria, der Wittwe des John Pitt, die liebevollste Gefährtin während eines langen und glücklichen Lebens. Sein Sohn John Herschel hat den Glanz des berühmten Namens zu erhalten vermocht, und ist bekanntlich einer der ersten jetzt lebenden Astronomen. Keine Voraussagung William Herschels ist besser eingetroffen, als die über die Zukunft seines Sohnes, dessen Talent schon frühe in Erstaunen setzte. Das Opfer, welches Caroline dem geliebten Bruder und der Wissenschaft brachte, wird der Nachwelt für alle Zeiten bewundernswerth erscheinen, wenn man erwägt, daß sie als Beobachterin nicht nur, sondern auch als astronomische Rechnerin zu selbstständigen Arbeiten befähigt, wie die von ihr entdeckten Kometen, deren Berechnung, und die glückliche Lösung anderer Aufgaben bezeugen, einen großen Theil ihres Lebens damit zubrachte, Nachts die ihr obliegenden mechanischen Ablefungen der Uhr, welche sich oft auf tausende beliefen, ohne daß sie die Sterne zu sehen bekam, mit dem Bleistifte in der Hand aufzuschreiben, und während des Tages die Reduction der von ihrem Bruder gemachten Beobachtungen auszuführen. Solche Entfagungen können nur erklärt werden durch eine uneigennütige Hingebung an ein geliebtes Wesen, deren vielleicht nur das weibliche Herz fähig ist. Ihr Glück war allein der Ruhm des Bruders. Mit Erstaunen sah die gelehrte Welt die Veröffentlichungen der Herschelschen Arbeiten, welchen oft große Rechnungen vorangehen mußten, sich in unglaublicher Schnelligkeit auf einander folgen, Niemand wußte, wer das Unerhörte möglich zu machen verstand. Die Lebensgeschichte solcher Männer wie Herschel findet sich aufgezeichnet in den Arbeiten, welche sie hinterlassen; Leben und Arbeiten fallen zusammen; das Leben des Einzelnen geht auf in der Geschichte der Wissenschaft. Wenn man Herschels Thätigkeit verfolgt, seitdem der König von England ihm die Möglichkeit geboten hatte, sich ausschließlich der Astronomie zu widmen, so sieht man ihn zunächst beschäftigt mit der Construction von Spiegeltelescopen, welche in Hinsicht auf Größe die bis dahin gefertigten weit hinter sich zurücklassen sollten. Ein früherer Versuch ein Telescop von 30 Fuß zu bauen, er zwar mißlungen, allein dies hielt ihn nicht ab ähnliche zu wiederholen, und es entstand sein berühmtes 40füßiges. Als der französische Astronom Lalande bei seiner Anwesenheit in London im Jahre 1792 dem König vorgestellt wurde, und die Unterhaltung auf astronomische Gegen-

Rände übergang, sagte Georg III., daß er es sei, der gewünscht habe, daß Herschel das Telescop bis auf 40 Fuß triebe, und da der gewandte französische Gelehrte ihm sogleich im Namen der Wissenschaft seinen Dank ausdrückte, war die Erwiderung des Königs: „Ist es nicht besser sein Geld auf solche Dinge zu verwenden, als auf Menschen todtschlagen lassen?“—

Dieses große Instrument ist aber nur selten wirklich gebraucht worden*). Die Ungleichheiten im Spiegel und überhaupt die Unmöglichkeit allen Theilen des massiven Rohrs eine mathematische Genauigkeit zu geben, erschwerten die Anwendung. Es ist ein ziemlich allgemein verbreiteter Irrthum, daß Herschels Entdeckungen die Frucht der außerordentlichen Vergrößerung dieses 40füßigen Telescop's gewesen. Sehr starke Vergrößerungen sind weder nöthig noch nützlich. Er hat die wichtigsten seiner Entdeckungen mit Reflectoren von 7 bis 20 Fuß Länge und mit 60 bis 300maligen Vergrößerungen gemacht. Man hat jene seiner seltenen Beharrlichkeit, seinem mathematischen Geiste und nicht der Wirkung des großen Reflectors zu danken. Aber für die praktische Optik ist die Herstellung so großer Fernröhre von höchstem Nutzen geworden, indem nur die Erfahrung selbst über die Grenze Aufschluß zu geben vermochte, bis zu welcher sich Deutlichkeit des Bildes mit starker Vergrößerung noch vereinigen läßt. Nachdem er sich die größern optischen Hülfsmittel selbst verschafft hatte, setzte er in Slough die begonnenen planmäßigen astronomischen Arbeiten fort, welche in den Schriften der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London der gelehrten Welt in rascher Aufeinanderfolge bekannt wurden. Die Entwicklung der Milchstraße und der Lichtnebel, die Ansichten über die Sternnatur, der Bau des Himmels, die Natur der Sonne, die Physik des Planeten-Systems bilden die Hauptgegenstände der reichhaltigen, immer auf unmittelbares Anschauen der Natur gegründeten Untersuchungen. Nur wenige Jahre vor seinem Tode konnte die körperliche Kraft mit seiner geistigen Thätigkeit nicht mehr Schritt halten, und er sah sich genöthiget auf Beobachtungen zu verzichten; am 25. August 1822 entschlief er sanft bei vollem Bewußtsein um hier nicht wieder zu erwachen. Da man die Liebenswürdigkeit und Gleichmäßigkeit seines Benehmens von allen rühmen hörte, die ihm nahe standen oder mit ihm in Berührung kamen, so dürften die Zeitgenossen versucht sein, den Eingang des Menschen mehr noch als des Himmelsforschers zu beklagen,

*) Siehe Zusatz 3: Die Riesen-Telescope Herschels, Lassalls und des Lord Rosse und Zusatz 4: Fraunhofer.

wenn, nachdem ein so hohes Lebensziel erreicht wurde, nicht jede Klage verstummen müßte.

Caroline Lucretia verließ England bald nach ihres Bruders Tode und ging nach Hannover zurück zu Johann Dietrich Herschel, einem geachteten Musiker, der allein von allen Brüdern den Astronomen überlebt hat. Hier, wo der Zauber früher Jugenderinnerungen sie umgab, wollte die 72jährige Greisin den Rest der Tage, deren nach menschlicher Berechnung ja nicht mehr viele übrig sein konnten, in stiller Zurückgezogenheit dem Andenken ihres Bruders weihen. Auch sie hatte ihre wissenschaftliche Laufbahn geschlossen. Die Entdeckung von acht Kometen, unter denen sich auch, wie man später sah, der Endesche befindet, die Berechnung der Bahnen derselben und anderer, die Entdeckung von 9 neuen Nebeln, die Berechnung des Catalogs von 560 von Flamsteed beobachteten Sternen, die Berechnung des Britischen Catalogs, — Arbeiten, welche die Königliche Societät von England in zwei besondern Werken herausgab, — der Zonen-Catalog und viele selbstständig gemachte Beobachtungen waren Resultate der Muße, welche ihr übrig blieb, wenn sie nicht als Gehülfin ihres Bruders beschäftigt war; nicht unbefriedigt durfte sie auf ein der Wissenschaft gewidmetes halbes Jahrhundert (sie ging 22 Jahre alt nach England hinüber) zurückblicken. Solcher Thätigkeit konnte Anerkennung nicht fehlen, und wenn schon die goldene Medaille, welche die astronomische Societät in London ihr zuerkannte, ein ehrendes Zeichen für sie sein mußte, so war doch die ganz ungewöhnliche Auszeichnung, welche die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften ihr zu Theil werden ließ, nämlich die Aufnahme in die Reihe ihrer Ehrenmitglieder, das Bedeutendste, was einer Frau widerfahren konnte. Obgleich sie nach ihrer Rückkehr in die Heimath nicht mehr practisch mit der Astronomie beschäftigt war, so hörte sie doch nicht auf, der ferneren Entwicklung dieser Wissenschaft zu folgen. Die Arbeiten eines Bessel, Olbers, Struve und anderer Astronomen interessirten sie fortwährend, wenn auch die Berührung gegen ihren dahingeschiedenen Bruder so groß war, daß sich die Meinung festgesetzt hatte, jener stehe so hoch da, daß an eine auch nur annähernde Erreichung seiner Leistungen niemals zu denken sei. Im persönlichen Umgange mußte daher diese Saite nicht angeschlagen werden, wenn nicht sogleich Verstimmung und Empfindlichkeit eintreten sollte. Die vielen Ehrenbezeugungen, welche ihr von Gelehrten der verschiedensten Fächer und später vom Hofe in Hannover zu Theil wurden, hatten nicht den mindesten Einfluß auf ihr bescheidenes, rein weibliches Benehmen.

Im Laufe der vielen Jahre war die Erinnerung an sie im großen Publikum bereits in den Hintergrund getreten, als vor 7 Jahren die astronomischen Nachrichten und die Zeitungen ihr am 9. Januar 1849 erfolgtes Dahinscheiden im 98sten Lebensjahre meldeten.

Wenn auch die Arbeiten späterer Astronomen in Beziehung auf den gestirnten Himmel den Herschelschen Entdeckungen wichtige Zusätze und Weiterungen verschafften, so ziehen sich doch bis auf die Gegenwart die Untersuchungen des genannten Himmelforschers wie ein Faden durch das Labyrinth, dessen verwickelte Gänge aufgedeckt zu haben für alle Zeiten sein unbestrittenes Verdienst bleiben wird. Wir haben in der ersten Vorlesung von den Doppelsternen ausgehend uns zu den aus 3, 4 und mehrfachen Sternen gebildeten Systemen erhoben, und steigen, gestützt auf die Kenntniß der Werkzeuge, durch welche die natürliche Sehkraft in nicht geahnter Weise erhöht wurde, zu den Sternhaufen und Nebelflecken, von diesen zur Milchstraße auf. Ein Blick nach der Plejadengruppe zeigt dem kurzfristigen Beobachter eine undeutliche verwaschene Lichtmasse; scharft er aber seinen Blick durch das einfachste künstliche Hülfsmittel, so strahlen ihm die einzelnen Hauptsterne entgegen und er sieht getrennt, was früher in einander floß. Ähnliches gilt von der Hyadengruppe an der Stirn des Stiers, in der Nähe des Aldebaran, welcher, ein Stern erster Größe, die benachbarten kleinen überglänzt. Noch gedrängter stehen die verschiedenen Sterne in der Gruppe des Krebses, welche auch das beste Auge nicht getrennt zu erblicken im Stande ist. Aber außer diesen leicht auflösbaren Sterngruppen zeigt der Himmel noch zahlreiche andere Flecken, die sich nur durch lichtstarke Fernröhre in ihre Bestandtheile zerlegen lassen, und selbst hier machen die Vergrößerungen einen bedeutenden Unterschied, so daß geringere Vergrößerungen die Auflösung oft nicht bewirken, wohl aber stärkere, bis zu der stärksten hinauf, welche überhaupt noch anwendbar sind. Als Herschel mit seinen 10, 20füßigen Spiegeltelescopien, zuletzt mit dem 40füßigen Nebelhüllen zu sprengen vermochte, an welchen die Kraft aller anderen Fernröhre, auch der besten gescheitert war, gab er sich der Annahme hin, daß alle ohne Ausnahme auflösbarer Natur seien, und der einzige Unterschied zwischen den deutlichsten und schwächsten Nebelflecken in der geringern oder größern Entfernung von uns zu suchen sei. Diese Ansicht wurde aber bald von ihm selbst als irrthümlich erkannt, denn fortgesetzte Durchforschung der Himmelsräume führte ihn zu solchen Gebilden, welche nicht nur sich jeder Zerlegung widersetzen, sondern auch durch ihre eigenthümliche Formation und die Art ihres Glanzes sich als

Zusammenballungen einer im Welttraume verbreiteten feinen Lichtmaterie kund gaben. Noch niemals waren diese Gebilde der Schöpfung gesehen worden, eine neue Welt glänzte dem erstaunten Forscher entgegen und erhöhte den wunderbaren Reiz eifriger Betrachtung. Aber auch die philosophische Speculation über das Sein und das Werden der Welten gewann einen Anhaltspunkt. Die Fragen wurden laut: Ist die Schöpfung fertig, oder entwickeln sich aus einem im unendlichen Raume verbreiteten formlosen Lichtstoffe durch Anziehung und Abstoßung einzelner Theile allmählig im Laufe der Zeit immer neue Körper? Sind jene unauslösbaren Nebel noch in dem Anfange ihrer Verdichtung werdende Welten, die einst eine feste Masse wie die andern Himmelskörper gewinnen sollen, wenn ihr Verdichtungsprozeß beendet ist? So wirkt die Stärkung des körperlichen Organs zurück auf die Erweiterung geistiger Forschung! Ausgesprochen waren ähnliche Fragen schon längst, doch hatte die Natur selbst den Reichthum ihrer Gebilde noch nicht aufgedeckt. Die Beantwortung kann nur dann erfolgen, wenn einst eine hinreichende Anzahl von der Zeit nach weit aneinander liegenden Beobachtungen eine Vergleichung eines und desselben Nebelflecks, wie er frühern Beobachtern erschien, mit spätern Wahrnehmungen gestatten wird, denn dies ist der einzige Weg, auf welchem wir physische Veränderungen, falls sie wirklich eintreten, an Himmelskörpern zu erkennen vermögen. Eben so kann auch über die räumliche Veränderung der Nebelflecke, ihre eigene Bewegung, nur durch fortgesetzte Ortsbestimmung entschieden werden. Erwägt man, daß die erste wissenschaftliche Beobachtung eines Nebelflecks im Jahre 1612, und die des bekannten schönen, großen im Orion vor jetzt gerade 200 Jahren gemacht wurde, daß der Messiersche Catalog vom Jahre 1771 etwa 100 beobachtete enthält, so muß man den Fleiß und die Ausdauer Herschels bewundern, wenn er im Jahre 1786 schon 1000 und endlich 1802 bereits 2500 Nebelflecke beobachtet und beschrieben hat. — Später hat der jüngere Herschel auch diesem Theile der Astronomie seine Thätigkeit gewidmet, zuerst am nördlichen, dann am südlichen Himmel, als er mehre Jahre am Cap der guten Hoffnung auf seiner Sternwarte zu Feldhausen beobachtete. Unter den reichen Schätzen, welche er nach Europa zurückbrachte, nehmen auch die Bestimmungen neuer Nebelflecke unsere Bewunderung in Anspruch. In neuester Zeit ist Herr Professor d'Arrest in Leipzig mit einer umfassenden Beobachtungsreihe beschäftigt. Vor wenigen Wochen erhielt ich die erste Abtheilung der abgeleiteten Resultate; er hat bereits 600 neu bestimmt. — Hiernach scheint die Zukunft dieses wichtigen und interessanten

Theiles der Stellar-Astronomie gesichert, und die Beantwortung der obigen Frage vorbereitet, so daß kommenden Geschlechtern die nöthigen Hülfsmittel nicht fehlen werden, vorausgesetzt, daß sie den einzigen Weg, um zur Kenntniß der Natur zu gelangen, nicht etwa wieder verlassen sollten.

Mannigfach sind die Formationen jener auf den ersten Blick so unscheinbaren Gebilde. Die auflösbaren Nebelflecke, welche also ihren Namen eigentlich nicht verdienen und nur enge Sternhaufen sind, zeigen sich theils lang gestreckt und sehr dünn, so daß sie wie gerade und krumme Lichtlinien erscheinen, theils öffnen sie sich fächerförmig, ähnlich dem electrischen Lichte, welches von einer Metallspitze ausströmt. Einige sind ganz unregelmäßig begrenzt, andere haben die Kreisform. Diese kommt am häufigsten vor. Die Sterne sind aber nicht neben einander in einer Ebene, sondern in einem Kugelraume vertheilt; diese Kugel zeigt sich nur als Kreis. Die Stärke des Lichts nimmt in dem Maße zu nach dem Mittelpunkte hin, daß man erkennt: „die Sterne sind nicht gleichmäßig in dem Kugelraume vertheilt, sondern befinden sich in der Nähe des Mittelpunkts in größerer Anzahl als an andern Stellen“. Dieser Umstand ist deshalb bemerkenswerth, weil er auf eine verdichtende Kraft hinweist, die auf den Mittelpunkt der ganzen Gruppe gerichtet ist. Obgleich an eine genaue Zählung aller einzelnen Sterne einer solchen Gruppe nicht gedacht werden kann, so ergeben doch ungefähre Schätzungen, daß ein Nebelfleck, dessen scheinbare Kreisfläche etwa nur den zehnten Theil von derjenigen beträgt, unter welcher sich uns der Mond zeigt, wenigstens 20,000 einzelne Sterne darbietet. Wenn wir in der ersten Vorlesung zugeben mußten, daß die Doppelsterne zusammenfallen würden, wenn sie nicht eine gemeinschaftliche Bewegung um den Schwerpunkt des Systems besäßen, so gilt gleiches auch hier: sollen diese Sternhaufen nicht zusammenstürzen, so muß dafür gesorgt sein, daß die Bewegungen aller einzelnen dieser Tausende von Sternen so geordnet sind, daß keiner mit einem andern zusammenstößt. Wenn der Schöpfer, wie die erkannten und berechneten Bahnen der Doppelsterne zeigen, dort ein Zusammenstürzen verhindert hat, so läßt sich auch gleiches bei den Sternhaufen annehmen, die Schwierigkeit des Ausweichens der großen Anzahl scheint minder bedeutend als man glauben sollte, da wir für die absolute Entfernung des Haufens von uns keinen Maßstab haben, also die scheinbar große Nähe der einzelnen Sterne noch keineswegs ein physisches Nahebeisammensein mit sich bringt. In der Leyer befindet sich ein Nebelfleck, der bei genauer Betrachtung sich als länglich gestreckter Lichtkranz zeigt, wo die einzelnen Blumen durch

Sterne vertreten werden; ob er in der Wirklichkeit kreisrund ist, und die elliptische Form nur durch Projection erhält, läßt sich nicht entscheiden. — In den Jagdhunden ist ein Nebel, der durch große Fernröhre betrachtet, sich als glänzende planetarische Scheibe darstellt, umgeben, doch in bedeutendem Abstände, von einem feinen Lichtkreise. Die größten Fernröhre zeigen bei ihm eine Formation, die bis jetzt nur noch einmal vorkam, nämlich der Ring ist nicht kreis- sondern spiralförmig gewunden; als eine ähnliche Spirale sieht man auch einen Nebel im Sternbilde der Jungfrau. — Unter den Nebelflecken, welche im Innern einen leeren Raum enthalten, der nur mit einem sehr schwachen Lichtschleier bedeckt ist, muß der von John Herschel am Kap während der Zeit von 2 Monaten untersuchte, und in Beziehung auf seine Sterne gemessene, neben γ Argus liegende, noch besonders hervorgehoben werden. Er ist in viele unregelmäßige Massen vertheilt und umschließt ein sonderbar geformtes, leeres Oval. Herschel hat in ihm 1216 Sterne gefunden und deren Orter bestimmt. Zu den räthselhaften Gebilden gehören diejenigen Nebelflecken, welche man planetarische Nebel genannt hat. Sie sind in der Regel genau kreisförmig und scharf begrenzt, ohne jedoch nach dem Mittelpunkte hin heller zu sein als am Rande; um diese Eigenschaft zu erklären wird man genöthigt anzunehmen, daß das Licht nicht aus der ganzen Tiefe des Nebelfleckens hervortritt, sondern vielmehr die Strahlung nur an der Oberfläche stattfindet. Der merkwürdigste unter diesen ist der im Sternbilde des großen Bären, ebenfalls vom jüngern Herschel beobachtet und gemessen. Man ist veranlaßt diese planetarischen Nebel entweder für hohle Kugeln oder für Kreisscheiben zu halten.

Die Nebelflecken treten aber auch, so mannigfaltig sind die Combinationen in jenen fernen Räumen, in Verbindung mit Sternen. Im Jahre 1785 bemerkte Herschel einen hellen, weit von einem Nebel umgebenen Stern, wobei der Nebel mit wachsender Entfernung vom Mittelpunkte sich schwächer zeigte. Einige Jahre darauf entdeckte er noch drei ähnliche. Offenbar entsteht hier die Frage, ob bei diesen Nebelsternen Stern und Nebel wirklich zu einander gehören, oder nur durch ein Spiel des Zufalls der Stern sich uns in der Mitte zeigt, während er vielleicht sehr von der Nebelhülle entfernt ist. Dies letztere ist jedoch im höchsten Grade unwahrscheinlich, Gewißheit können aber erst lange fortgesetzte Messungen geben, die anzeigen werden, ob der Ort des Sterns sich gegen die ible Umhüllung verändert, oder nicht. Diese Beobachtungen allein entscheiden, ob man Sterne mit Atmosphären annehmen darf.

Vielleicht sind auch andere hellere Sterne der ersten, zweiten Größe bis zur vierten von einer Atmosphäre umgeben, die nur durch den Hauptkörper überglänzt wird. Arago hat den Vorschlag gemacht, dies dadurch zu prüfen, daß man das Licht des Sterns durch ein Diaphragma entferne, wobei denn vielleicht der umgebende Schimmer wie bei den Nebelsternen zum Vorschein kommen dürfte. Auch Doppelsterne gehen gleich den einfachen ähnliche Verbindungen mit Nebelflecken ein, ja sogar zwei Paare, von denen jedes sich an einer Seite der Lichthülle befindet.

Wenn wir mit solchen Sterngruppen beginnend, die, sich dem bloßen Auge als Lichtnebel zeigend, durch Fernröhre in einzelne Sterne getrennt werden konnten, zu den höheren nicht so leicht aufzulösenden gelangten, so ist jetzt nicht schwer das Betrachtete noch einmal wieder zu finden in dem großen Lichtgürtel, welcher den Himmel beinahe in einem Kreise, nur mit wenigen Unterbrechungen umschließt, und seit Jahrtausenden durch seinen glänzenden Schimmer das Auge des Beschauers entzückte. Die Vorstellungen der Alten über die Natur der Milchstraße haben zwar ihre Bedeutung verloren, dennoch sind sie zum Theil hochpoetisch und werden als schöne Bilder einer jugendlich frischen Einbildungskraft nicht der Vergessenheit anheimfallen; gleichviel ob wir an den Mythos denken, nach welchem dem Herkules als Säugling ein Milchtropfen entfiel, den Zeus nicht Preis geben wollte, sondern an den Himmel setzte, oder ob wir sie als die Spur betrachten sehen, die Phaetons Wagen hinterließ. Daß Democrit das Richtige traf, indem er den Lichtschimmer durch eine Menge einander sehr nahe stehender Sterne erklärte, darf nicht unbeachtet bleiben, da es ein Zeugniß ablegt, wie der Mensch bisweilen befähigt ist, durch ein unerklärliches Gefühl die Einrichtung der Außenwelt aus sich selbst heraus zu construiren. Wenn wir vorhin dem Galilei den Ruhm nicht lassen konnten als ersten Erfinder der Fernröhre zu gelten, so bleibt ihm doch der nicht geringere, jenes Mittel zur Erforschung des Himmels in Anwendung gebracht zu haben. Ihm verdankt man auch die Durchdringung der Milchstraße und die Auflösung des Schimmers in Sterne, welche dem bloßen Auge verborgen bleiben. Nur klein war das Fernrohr, dessen er sich bediente, die Brennweite noch nicht 3 Fuß, Objectivöffnung $1\frac{1}{2}$ Zoll, die Vergrößerung nur 7 bis 8 mal, nicht 50 bis 60 wie man geglaubt hat, denn er spricht immer von der Flächenvergrößerung, nicht von der linearen; gewiß ein merkwürdiges Beispiel, wie geringe Mittel über Thatfachen entscheiden können, die nicht länger verborgen bleiben sollen. In Verbindung mit den vorhergehenden Betrachtungen erscheint

die Milchstraße nicht mehr abgefordert von den übrigen Gegenständen des Weltalls; sie zeigt sich als ein großer Sammelplatz zahlloser Sterne, zu denen auch die Sonne als Fixstern gehört. Die optische Kraft der größten Fernröhre hat die Menge der Sterne, welche die Milchstraße enthält, in sofern erkennen lassen, als eine Schätzung des Sichtbaren möglich geworden, da eine genaue Zählung unmöglich ist. Mit bewaffnetem Auge erblickt man, abgesehen von ihr, von der ersten bis zur 9ten Größe etwa 200,000 Sterne. Steigt man von der 9ten Größe zu den kleineren herab, so ergiebt die Schätzung für alle außerhalb der Milchstraße dem bewaffneten Auge erreichbaren Sterne die Zahl von etwa 12 Millionen. In der Milchstraße finden sich allein mindestens 18 Millionen; die Pracht des Anblicks wird erhöht durch das mannigfaltigste Farbenspiel, unter dem die einzelnen Sterne funkeln; ja es giebt Stellen, wo sie in großer Anzahl nahe zusammengedrängt als vielarbiger Edelstein erscheinen. Herschel aber beruhigte sich nicht bei der bloßen Betrachtung, er wagte einzubringen in die Tiefen jenes Sternlagers und da, wo jeder Maasstab zu versagen scheint, dennoch die verschiedenen Entfernungen zu messen. Dabei ging er von dem Grundsatz aus, daß, wenn die Sterne im Allgemeinen an sich von gleicher Helligkeit sind, die weniger hellen uns wegen ihrer größeren Entfernung schwächer erscheinen, und indem er die Helligkeiten unter einander verglich, konnte er auch auf die verhältnismäßigen Entfernungen einen Schluß ziehen. Nach 40jährigen Bemühungen stellte sich ihm die Annahme als unabweisbar heraus, daß die Milchstraße ein linsenförmig mit Sternen ausgefüllter Raum ist, welcher von concentrischen Ringen umgeben wird, die durch leere Zwischenräume getrennt sind. Diese Ansicht geht als Resultat aus Beobachtungen hervor und hat große Ähnlichkeit mit der von Kepler ohne Beweis ausgesprochenen, indem er sagt: „Der Ort, welchen die Sonne einnimmt, liegt in der Nähe des Sternringes, aus dem die Milchstraße besteht. Diese Stellung wird durch den Umstand angezeigt, daß die Milchstraße nahezu den Anblick eines größten Kreises darbietet, und daß in allen ihren Theilen ihre Lichtintensität wesentlich dieselbe ist“. Wie großes auch seit Herschel in der Astronomie geleistet worden, die aufgestellte Theorie der Milchstraße ist bis jetzt noch durch keine wahrscheinlichere gestürzt worden. Wenn man bedenkt, daß die meisten Nebelflecken ebenfalls jene Linsenform zeigen, welche für die Milchstraße sich aufdrängt, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß jene unscheinbaren Gegenstände des Himmels von keiner niedrigeren Ordnung sind, als dieser uns nächste Sternhaufen.

Dritte Vorlesung.

Photometrie. — Milchstrasse. — Die Magellanischen Wolken. — Centralsonne. —
Sternschwankungen. — Beobachtende und messende Astronomie. — Absolute Ent-
fernung der Fixsterne von der Erde.

~~~~~

Nachdem wir die Verbindung der Milchstraße mit den auflösbaren Nebelflecken insofern annehmen dürfen, daß jene in viel größere Entfernung gerückt sich als Nebelfleck zeigen kann, wird die Betrachtung der Messungen, welche den ferneren Schlüssen zum Grunde liegen und diesen den Schein des Illusorischen nehmen, nicht länger verschoben werden dürfen. Es ist bekannt, daß ein leuchtender Körper, je weiter er vom Auge absteht, desto mehr an Helligkeit verliert; von dieser Thatsache ausgehend haben die Physiker das Gesetz zu ermitteln gesucht, nach welchem die scheinbare Lichtabnahme sich richtet, und gefunden, daß die Abnahme der Helligkeit nicht den Abständen proportional ist, d. h. die Helligkeit ist, wenn die Lichtquelle in die doppelte Entfernung gerückt wird, keinesweges nur halb so groß, oder in dreifacher Entfernung ein Drittel u. s. w. Denkt man sich z. B. den leuchtenden Gegenstand zuerst in einem Abstände von etwa 10 Fuß vom Auge und merkt sich den Eindruck in Bezug auf die Helligkeit, rückt darauf denselben leuchtenden Gegenstand in eine Entfernung vom Auge, die 20, darauf in eine, die 30 Fuß beträgt, u. s. fort, immer um 10 Fuß weiter, so ist die Helligkeit respective 4, 9, 16, u. s. w. mal kleiner als in dem ersten Abstände von 10 Fuß. Da bekanntlich das Quadrat einer Zahl entsteht, wenn man dieselbe mit sich selbst multiplicirt, also 4 das Quadrat von 2, 9 das Quadrat von 3 u. s. w. ist, so läßt sich das Gesetz, um welches hier es sich handelt, ganz einfach so aussprechen: die Helligkeiten nehmen ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen, oder, was genau dasselbe sagt, sie verhalten sich umgekehrt wie

die Quadrate der Entfernungen. Weiß man also von zwei leuchtenden Körpern, welche an sich dieselbe Helligkeit besitzen, daß der eine vom Auge etwa 7mal so weit absteht als der andere, so wird die scheinbare Helligkeit des entfernteren nur den 49sten Theil von der des nächsten betragen, ist aber der andere 12mal so weit entfernt als der erste, so wird jener für unser Auge nur den 144sten Theil der Helligkeit des ersten haben. Umgekehrt muß also die Vergleichung der Helligkeit zweier an sich gleich heller Körper uns sagen, in welchem Verhältnisse die Entfernungen vom Auge sich befinden. Kann man z. B. ermitteln, daß die Helligkeit, unter welcher der eine erscheint, 25mal so groß ist als die des andern, so weiß man auch, daß der letztere 5mal so weit entfernt ist als der hellere, oder wenn wir den einen 100mal schwächer leuchten sehen, so ist er 10mal so weit entfernt u. s. w. Der Theil der Optik, welcher sich mit der Abmessung der Lichtstärke beschäftigt, heißt bekanntlich die Photometrie. Es ist aber schwer unmittelbar anzugeben, wie viel mal die Helligkeit eines Gegenstandes in der eines andern enthalten ist, schätzen kann man es allenfalls, allein solche Schätzung ist unsicher. Deshalb ist man bemüht gewesen, die ungefähre Schätzung auf eine Messung zurückzuführen, die auf eine Fähigkeit des Gesichtsinnes sich gründet, welche ungleich größer ist als die unmittelbare Abschätzung. Man kann nämlich mit sehr großer Genauigkeit erkennen, wenn zwei Gegenstände gleich hell erscheinen und diese Fähigkeit, welche jeder mit gesunden Augen Begabte hat, ist es, die man benutzt. Auf dieses einfache Princip gründet sich die von Herschel angewandte Methode, um die Helligkeiten der Sterne gegen einander abzumessen\*). Um zu erfahren, wie viel mal z. B. der Sirius heller als ein anderer Stern ist, stellte er zwei ganz gleiche Spiegelteleskope neben einander und überzeugte sich, indem er abwechselnd durch beide nach einem und demselben Stern sah von ihrer gleichen optischen Kraft. Darauf stellte er das eine nach dem Sirius, das andere nach dem in Hinsicht auf seine Helligkeit zu prüfenden Sterne, und brachte durch Schirme mit kreisförmigen Oeffnungen, die er vor den Objectivspiegel setzte, das Licht des Sirius so weit herab, daß dieser helle Stern zuletzt nur genau so hell erschien, als der andere unmittelbar durch das zweite Telescop betrachtete. Nun maß er die Größe des vorgesezten Schirmes und konnte durch eine leichte Rechnung den Betrag des Lichtverlustes finden, den Sirius durch

\*) Ausführlicheres hierüber in dem 5ten Zusätze: Photometrie — Herschels Beobachtungen.



diese Operation für das Auge erlitten hatte, um nur so hell zu werden wie der andere Stern; hieraus aber ergab sich, wie vielmal heller jener als dieser leuchtet. — In neuerer Zeit sind die Hülfsmittel der Photometrie vervollkommenet worden, aber das Princip der Gleichstellung des Lichts ist dasselbe geblieben. Es ist nach dem hier Mitgetheilten die Möglichkeit klar geworden, durch directe Beobachtung zu ermitteln, wie vielmal heller ein Stern als ein anderer unserm Auge erscheint, also auch, indem man das oben aufgestellte Gesetz heranzieht, wie vielmal näher ein hellerer Stern als ein minder heller uns ist. Obgleich nun unter allen 30 Millionen dem bloßen Auge sichtbaren, und dem bewaffneten erreichbaren Sternen gewiß auch solche vorhanden sind, die in schwächerem Lichte leuchten, nicht wegen größerer Entfernung von uns, sondern weil sie an sich weniger hell sind, so daß auch einzelne weniger helle immerhin näher sein können als hellere, so ist doch im Allgemeinen die Annahme gestattet, daß im Durchschnitte die Sterne von gleicher Helligkeit sind. Die photometrischen Messungen geben daher in der That einen Maßstab für die relativen Entfernungen von uns. Gelingt nun, — wir werden sehen, daß und wie es gelungen ist, — von einigen Sternen ihre Abstände durch Meilen ausgedrückt zu ermitteln, so müssen auch aus jenen relativen Entfernungen sich die absoluten oder wahren leicht berechnen lassen. Um ungeheuer große Zahlen zu vermeiden, welche bei unmittelbarer Angabe in Meilen sich einstellen würden, nimmt man den Weg, welchen das Licht während einer Secunde zurücklegt, als Einheit an. Da hier 42,000 Meilen zur Einheit herabsinken, so wird nur die Zahl der Jahre genannt werden dürfen, welche das Licht eines weit entfernten Sterns braucht um zur Erde zu gelangen, wenn man von dem Abstände des Himmelskörpers eine Vorstellung erhalten will.

In der zweiten Vorlesung wurde angeführt, wie bei vielen Nebelflecken sich der Gedanke aufdrängt, daß sie sich in einem Zustande zunehmender Verdichtung befinden, so daß aus ihnen im Laufe der Zeit feste Himmelskörper entstehen können, worüber nur lange fortgesetzte Beobachtung und Messung zu entscheiden vermögen. Jetzt nachdem ich mir erlaube habe, die Methode der photometrischen Messungen ihrem Wesen nach auseinanderzusetzen, wird auch der Einwurf, den Einige von vorn herein gegen die Möglichkeit solcher werdenden Welten gemacht haben, seine Erwägung finden. Man sagte, die im Weltenraume vorhandene Materie könne unmöglich jemals zu einem so hohen Grade von Verdichtung gelangen, daß ihre Zusammenballungen, nämlich jene Nebelflecke, in feste Körper

übergehen könnten, da sie selbst von einer äußerst geringen Dichtigkeit sei. Alles kommt hier offenbar darauf an, daß man von der wirklich räumlichen Ausdehnung der Nebelmasse eine Vorstellung gewinne. Diese wird aber dadurch erhalten, daß man sich zuerst durch photometrische Messungen die Entfernung der Nebel von der Erde zu verschaffen und dann mittelst einer leicht anzustellenden Beobachtung des Winkels, unter welchem sie erscheinen, ihr wahres Volumen zu berechnen sucht. Dies ist geschehen und man hat gefunden, daß viele, selbst die kleineren dieser Nebelflecken, ihrem körperlichen Inhalte nach so groß sind, daß sie 2 Trillionen von Körpern, deren jeder die Größe unserer Sonne hat, in sich würden aufnehmen können; so vielmal kann sich also die große, wenn auch an sich nur wenig dichte Masse verdichten, wenn ein Fixstern, der weder zu den größten noch kleinsten gehört, aus ihr gebildet werden soll. Von dieser Seite steht daher der Möglichkeit eines Verdichtungs-Prozesses nichts entgegen. Daß es hierbei darauf ankam, das schwache Licht eines Nebelflecks mit dem eines Sterns von bekannter Entfernung nach der Methode der Gleichstellung des Lichts genau zu vergleichen, liegt am Tage, eben so, daß man zum Vergleichsterne einen der milder hellen wählen mußte. In diesem Falle zeigte sich jedoch die vorhin angegebene Abschwächung des Lichtes durch die dem Objective vorgesezten Schirme nicht praktisch, und glücklicher Weise konnte dieselbe auf andere Art bewirkt werden. Wenn man nämlich das Ocular eines Fernrohrs so stellt, daß der betrachtete Stern dem Auge deutlich erscheint, und es dann allmählig herauszieht, so sieht man das Bild nach und nach wachsen, bis sich ein matter Lichtschimmer verbreitet, der dem durch ein anderes Fernrohr gesehenen Nebelfleck gleichkommt. Wenn man nun die Verschiebung, welche dem Oculare gegeben werden mußte, unmittelbar mißt, so läßt sich daraus sehr genau berechnen, wie vielmal schwächer der Nebelfleck als der Vergleichstern leuchtet, also auch das Verhältniß seiner Entfernung von der Erde zu der des Sterns ermitteln. Auf eine ähnliche Methode ist nun auch das Eindringen in die Tiefe der Milchstraße gestützt, und man hat sich überzeugt, daß die entferntesten Sterne derselben anderthalbtausend Jahre brauchen, um ihr Licht zu uns zu senden, also wird ein Lichtstrahl um von einer Stelle der Milchstraße an die entgegengesetzte zu gelangen, diesen Weg erst in dreitausend Jahren zurücklegen können! —

Es gab eine Zeit, da man die Erde für den Hauptkörper des Weltalls ansah. Als das Anstaunen des Himmels sich in ein Betrachten, darauf in ein Messen verwandelt, der Geist des Menschen die Gesetze der

Bewegung, welchen die Erde und die Planeten gehorchen, glücklich aufgefunden hatte, und diese Gesetze durch anhaltende Beobachtungen ihre stete Prüfung und Bestätigung erhielten, die Sonne selbst nur als einzelner Fleckern sich kund gab, die Milchstraße in zahllosen Sonnen aufflammend sich als großes Sternlager zeigte, da durfte man glauben das Ende der Forschung erreicht zu haben; und dennoch — wie sehr erinnert die Annahme, daß wir zu der größten Sterngruppe gehören, an das kindliche Vorurtheil jener seit Jahrhunderten dahingegangenen Geschlechter, — wer sagt uns, daß die Milchstraße mit ihren Millionen von Sternen nicht durch viele andere noch größere Sternlager übertroffen wird, die uns aus fernen Regionen als unscheinbare Gebilde ihren matten Sättimmer herabsendenden und von allen Seiten zuzurufen scheinen: „auch hier ist ein Sammelplatz zahlloser Sonnen, auch hier entströmte der Hand des Ewigen ein Lichtmeer noch herrlicher als das, an dessen Gestade dein Auge weilt.“ Versäumen wir nicht diesem leisen Rufe zu folgen. Rücken wir in Gedanken die Milchstraße hinaus bis dort hin, wo jene auflösbaren Nebel schimmern, und sie wird sich schon in einen solchen zusammenziehen, wenn sie nur 300mal weiter als jetzt von uns absteht. Aus dieser Entfernung wird das Licht schon über eine Million Jahre brauchen um zu uns zu kommen, keine längere Zeit als die, in welcher es von mehr als einem Sternhaufen zu uns gelangt. Und wer zählt sie, die Milchstraßen, welche vielleicht an Stellen des Weltalls glänzen, wohin noch nie ein Bild des Sterblichen gebrungen?

Lange bevor die Beobachtungen des Himmels die Ausdehnung und Gränzblichkeit unserer Tage gewonnen, und das Weltall als Sammelplatz vieler größerer und kleinerer Milchstraßen zu betrachten wenigstens gestattet hatten, war derselbe Gedanke durch Lambert ausgesprochen. Merkwürdig ist dabei, daß dieser Gelehrte auch die Wissenschaft, durch welche später dem geistigen Auge das Eindringen in die fernsten Räume des Weltalls möglich geworden, die Photometrie, man darf wohl sagen, geschaffen hat. So unterstützten sich Thätigkeiten auf ansehnend entlegenen Gebieten nicht selten in kaum geahnter Weise.

Groß und erhaben ist für das bloße wie bewaffnete Auge der Anblick der Sterngruppe, zu der wir gehören, besonders in diesem Monate (November). Keine Beschreibung vermag die Pracht des Anblicks wiederzugeben, wenn ein klarer Himmel der Betrachtung günstig ist. Schon die kleinen Fernrohre mit großem Gesichtsfelde und mäßiger Vergrößerung, Kometensucher genannt denen Fraunhofer einen hohen Grad von Vollendung gab, sind ganz be-

sonders geeignet in der Milchstraße die Auflösung des Schimmers zu bewirken und die zahlreichen Sterne hervortreten zu lassen. Am stärksten und glänzendsten zeigt sie sich in der Gegend des Schwanz, welches Sternbild für unsere Breite in diesem Monate Abends hoch am Himmel steht. Von hier geht sie durch den Kopf des Cepheus, die Cassiopeja, den Perseus, Fuhrmann, am Stier und den Zwillingen hindurch, am Orion vorüber zum Einhorn durch das Schiff Argo, die Karls-Sche, das südliche Kreuz; den Triangel und Altar. Am Scorpion theilt sie sich in zwei Arme, deren einer den Scorpion und Ophiuchus außer andern weniger bedeutenden Sternbildern, deren anderer den Adler, Pfeil und Luchs durchzieht, endlich vereinigen beide Arme sich wieder im Sternbilde des Schwanz. Außer den genannten Hauptarmen finden sich noch andere, die nicht zur Vereinigung mit dem Hauptgürtel gelangen. Der schimmernde Streifen wird bisweilen, als wollte die Natur auch durch schroffe Gegensätze den Reichthum ihrer Gebilde entfalten, von ganz dunkeln Stellen unterbrochen, die inselartig im Lichtstrome auftauchen, und sich noch schwärzer zeigen als der übrige Nachthimmel. Die Breite ist in der Nähe des Nordpols beträchtlicher als am Südpole, wo sie sich am Centauren und vor dem Eintritt in das südliche Kreuz sehr vermindert. Bald darauf dehnt sich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Masse aus, in deren Mitte ein durchaus schwarzer birnförmiger Theil liegt, von den Seefahrern mit dem die Form und Schwärze bezeichnenden Namen: Kohlsack genannt. Eine ähnliche breite dunkle Leere zeigt sich im Schwan, ein Centrum bildend, von welchem drei Lichtströme sich ergießen. — Der Grund des Himmels endlich an der Stelle der Milchstraße bleibt auch in den stärksten Fernröhren ein weißlich schimmernder, der vielleicht eine noch unvollständige Auflösung andeutet. Einen gleich großen Reichthum an telescopischen Sternen, wie er in der Milchstraße vorkommt, finden wir an andern Stellen des Himmels zwar nicht, dagegen sind die hellen auch mit bloßem Auge sichtbaren Sterne in ihr in geringerer Anzahl vorhanden als an den von ihr weit entfernten Theilen des Himmels.

Wenn die Menge der Gegenstände, und ihre Mannigfaltigkeit das Auge des Beobachters an den verschiedenen Stellen des Himmelsgewölbes überrascht, so sehnt sich der Geist aus diesem großen Ganzen wieder zurück zu dem leichter Fassbaren, und wünscht einen Ruhepunkt zu gewinnen, von welchem das Große noch einmal, doch übersichtlich im Kleinen geordnet, uns entgegentritt. Humboldt und der jüngere Herschel sind es, die uns Kunde gebracht haben, jener als reisender Beschauer, dieser

als astronomischer Beobachter, von der Pracht des südlichen Himmels und seinem Reichthume. Längst schon hatte das südliche Kreuz die Aufmerksamkeit der Piloten erregt, welche einen südlichen Polarstern auffuchten, der ihnen wie der in unsern Breiten bekannte als Wegweiser durch das Weltmeer dienen sollte, nicht minder jene dunkeln scharf begrenzten Stellen, deren vorhin Erwähnung geschah. Die Erweiterung des geographischen Horizonts gegen Süden mußte der beschauenden, später beobachtenden und messenden Astronomie einen neuen Himmel eröffnen. Weniger beachtet blieben jedoch die beiden Lichtwolken, welche schon wegen ihrer Größe und wenig bestimmten Grenzen kein Gegenstand für die Ortsbestimmung auf dem Meere sind, also auch den Seefahrer, als solchen, nur beiläufig zu beschäftigen vermochten. Nachdem Magellan auf seiner Weltumsegelung auch diesen Gegenständen seine Theilnahme zugewandt hatte, wurden sie häufiger beobachtet. Diese Magellanischen Wolken fesselten in neuerer Zeit, durch ihren Lichtglanz, ihre sie individualisirende Isolirtheit, ihr gemeinsames Kreisen um den Südpol auf das lebhafteste das Interesse des berühmten Reisenden, der sie für einen Gegenstand erklärte, welcher in der Welt der Gestaltungen, die das gesammte Firmament darbietet, einzig ist, ja „die landschaftliche Anmuth der südlichen Himmelsgebilde“ erhöht. Ohne die scheinbare Größe beider in Quadratgraden anzugeben, wird man sich den Theil des Himmels, welchen sie einnehmen, durch Vergleichung mit dem Raume versinnlichen können, welchen der Vollmond bedeckt. Die größere erscheint etwa 224, die kleinere 53mal größer als der Mond. Beide lassen dem bloßen Auge nach dem Berichte der Beobachter allerdings auf den ersten Anblick denselben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchstraße von eben solcher Größe machen würden, wenn sie isolirt ständen. Bei hellem Mondescheine verschwindet indeß die kleine Wolke gänzlich, während die große nur beträchtlich von ihrem Lichte verliert. Der anstrengenden Arbeit John Herschels verdankt die Astronomie die erste Analyse eines so wunderbaren Aggregats der verschiedenartigsten Elemente. In der großen Wolke fand er nicht weniger als 582 Sterne, 291 Nebelflecken und 46 Sternhaufen; in der kleinen 200 Sterne, 37 Nebelflecken und 7 Sternhaufen. Nicht befriedigt mit der Entdeckung, bestimmte er auch die Positionen dieser Gebilde durch messende Beobachtungen und berechnete darauf einen vollständigen Catalog der zahlreichen und höchst mannigfaltigen Objecte. Diese Cap-Wolken sind es, welche uns ein verkleinertes Bild des großen Ganzen wiedergeben; in ihnen zeigt sich dem überraschten Beobachter wie in

einem Vertleinerungsspiegel noch einmal das Universum mit jenen zur Consistenz gediehenen isolirten Sternen, den Sterngruppen und unauflösbaren Nebeln und den vielleicht im Verdichtungs-Prozesse begriffenen Nebelkernen, ja selbst die Wolken finden sich in diesem Miniaturbilde wieder. Wohl lag der Gedanke nicht fern, sie für abgerissene Theile der Milchstraße zu halten, auch haben selbst Astronomen denselben ausgesprochen, doch ist solche Annahme vollständig widerlegt, nicht minder die von einer fortrückenden Bewegung, welche man ihnen ganz grundlos zugeschrieben hat, da die früheren von La Caille gemachten Messungen wegen Unvollkommenheit der Fernröhre keine sicheren Vergleichungspunkte gewährten.

Bei einer so reichen Anzahl von Weltkörpern, wie der gestirnte Himmel uns darbietet, ist die Frage nach dem Gleichgewichtszustande der einzelnen Fixstern-Systeme unter sich und in gegenseitiger Verbindung zu natürlich, als daß sie nicht längst ihre Erwägung hätte finden sollen. Der Ideen-Gang war hier wieder, wie so oft, von dem Besondern zum Allgemeinen fortschreitend. In nächster Umgebung zeigt sich im Weltall ein System von Himmelskörpern, welche von einem, an Masse ihnen allen weit überlegenen angezogen, ihre Bahnen um ihn beschreiben; ja es ist gelungen diese geschlossenen krummen Linien, in welchen die Planeten sich um die Sonne als ihren Centrakörper bewegen, ihrer Form, Größe und Lage nach genau zu ermitteln. Aehnliches auch in Beziehung auf die Sonnen zu leisten, welche in so großer Menge als Fixsterne glänzen, ist ein Wunsch, dessen Erfüllung nicht unmöglich scheint, auch hat man von verschiedenen Seiten Versuche gemacht den Ort im Weltraume aufzufinden, welcher als Mittelpunkt der ganzen sichtbaren Schöpfung sich herausstellen dürfte. Um den Weg, welchen die Wissenschaft hier allein betreten durfte, genau zu bezeichnen, wird das Planeten-System uns einen Ausgangspunkt darbieten, wir werden zu der Ueberzeugung kommen, daß selbst bei den reichen Hülfsmitteln der neuen Beobachtungskunst kaum noch die ersten Schritte zur Beantwortung jener schon in der ersten Vorlesung aufgestellten Frage nach einer Centralsonne gethan sind. Die Darstellung vieler durch mächtige Instrumente, durch mathematische Speculation und an diese sich knüpfende verwickelte Rechnungen gewonnenen Resultate ist nicht das einzige Ziel dieser Vorträge, auch die Beurtheilung der Sicherheit des als wahr erkannten, und die Angabe offenerer Irrthümer dürfen nicht ausgeschlossen bleiben. Dadurch kann die Würde der Wissenschaft nichts einbüßen, im Gegentheil ihr Ansehen kann sich nur steigern,

wenn man erkennt, daß, worauf doch zuletzt alles ankommt, auch die kühnsten Forschungen, ich möchte sagen, eine sittliche Basis haben. Wenn der Geist des Menschen minder unvollkommen wäre, als er wirklich ist, so dürften die Beobachtungen keinen langwierigen Rechnungen unterworfen werden, wenn man von der unmittelbaren Messung zur Erkenntniß der wahren Einrichtung des Weltalls gelangen wollte; von der Bestimmung dreier Punkte, in welchen sich zu gegebenen Zeiten ein Planet dem Auge des messenden Beobachters zeigt, zu der Größe und Lage der wahren im Raume beschriebenen Bahn würde für geistig höher begabte Wesen nur ein Gedanke mit Blitzesschnelligkeit ausreichen. Nicht so leicht ist die Aufgabe dem Sterblichen gemacht, er vermag diesem Gedanken nur durch etae, auf mathematische Untersuchungen gegründete und dadurch ganz mechanisch gewordene Zahlenrechnung einen Ausdruck zu geben, er berechnet, wie man dies nennt, eine Planetenbahn, und gewinnt nur auf mühevollen Wege dasselbe Resultat. So haben die Bewegungen der zu unserm Systeme gehörenden Weltkörper im Laufe der Zeit allmählig erkennen lassen, daß hier die Sonne der Centralkörper ist, und da alle Beobachtungen zeigen, daß, wenn man von dieser Hypothese ausgehend den Ort am Himmel berechnet, wo in irgend einem Augenblicke der Wandelstern erscheinen muß, er wirklich genau dort gesehen wird, wo er der Rechnung zufolge stehen muß, so ist man auch berechtigt die Hypothese als im Einklange mit der Wirklichkeit — für unsere Begriffe als wahr zu betrachten. Nun wurde in der ersten Vorlesung die eigene Bewegung der Fixsterne in Betracht gezogen und dieselbe ihrem größten Betrage nach als eine nur scheinbare, durch Fortrückung unserer Sonne im Weltenraum bewirkte erkannt, ein Ergebnis der messenden Beobachtung und Rechnung, an welches sich von selbst die Frage nach einer Centralsonne anknüpfte. Soll diese gefunden werden, so befindet sich der Mensch zwar in einer ganz ähnlichen Lage wie damals, als es sich um die längst erledigte Frage nach dem Centralkörper des Planeten-Systems handelte, indem nur die gemessenen Ortsveränderungen jetzt nicht der Planeten, sondern der Sterne eine Auskunft erteilen können, doch tritt hier noch eine Verschiedenheit ein, die ihnen nicht entgangen sein wird. Die Doppelsterne nämlich zeigten, daß die Mittel, deren die Natur sich bedient, um Fixstern-Systeme vor dem Zusammenstürzen zu sichern, eine größere Mannigfaltigkeit besitzen, als wir von unserm Sonnen-System ausgehend erwarten sollten. Dort sehen wir zwei Sonnen sich bewegen, ohne daß eine dritte größere, im Mittelpunkte vorhanden ist, und ähnliches zeigt sich in dem Sternhaufen,

was kein vorzugsweise glänzender Stern sich als Centralsonne des Partial-Systems ankündigt. Es wird daher eine zwiefache Hypothese über die Beschaffenheit der Bewegungen gestattet sein. Entweder ist ein durch seine Masse alle andere Sonnen weit übertreffender Körper vorhanden, um welchen sich das Weltall im Großen, wie die Planetenwelt im Kleinen um unsere Sonne, bewegt, oder ein solcher Körper existirt nicht, und die Bewegung geschieht in einer Weise, die sich mit der in unserm Sonnensysteme nicht vergleichen läßt. Setzt man den ersten dieser beiden gleich möglichen Fälle, so nöthiget diese Annahme noch nicht, sich die Centralsonne zugleich als die glänzendste aller andern zu denken, denn die Entdeckung der veränderlichen eigenen Bewegung einiger Sterne hat, wie bereits früher erörtert wurde, das Dasein von dunkeln Himmelskörpern, die durch eine bedeutende Anziehungskraft sich als im Weltraum vorhanden kund geben, ermitteln lassen, und die beträchtliche Wirkung, welche man aus den Störungen erkennt, denen die sichtbaren Begleiter durch sie ausgesetzt sind, läßt vermuthen, daß gerade die größten und massenhaftesten Körper des Universums kein Licht entwickeln; demnach bleibt auch in dem Falle, daß eine wirkliche Sonne im Mittelpunkt des uns nächsten Stern-Systems die Bewegungen der ihr untergeordneten Sonnen leitet, noch ganz unerwiesen, daß sie unter den hellsten und glänzendsten Sternen gesucht werden müsse. Nachdem der Königsberger Philosoph die Hypothese aufgestellt hatte, daß Sirius die Centralsonne sei, vergingen Jahre, bevor der Gegenstand auf dem Felde, wohin er gehört, eine Beachtung und nähere Prüfung erfahren konnte; die Astronomen kannten damals die eigenen Bewegungen der Fixsterne nur noch sehr mangelhaft und entbehrten daher auf diesem Gebiete der einzigen Grundlage ernster Forschung. Vielleicht ist beachtenswerth, daß in der östlichen Metropole deutscher Wissenschaft, wo jene Hypothese ihren Ursprung hatte, sie auch ihre Widerlegung finden sollte. Die genaue und ausgebehnte Beobachtung des Himmels auf der Königsberger Sternwarte gab zuerst die veränderliche Bewegung des Sirius zu erkennen, und ließ den Satz aufstellen, daß dieser Stern der sichtbare Component eines Doppelsternes sei, dessen an Masse nicht geringerer Begleiter zu den dunkeln gehöre. Er ist demnach nur ein Glied eines engern Verbandes und kann nicht als Centralsonne, die man sich unbewegt vorstellen muß, gelten.

Nachdem der verdienstvolle Astronom Argelander schon damals, als er noch Direktor der Sternwarte in Altona war, die bekannten eigenen Bewegungen der Fixsterne untersucht und später in Bonn einen neuen



Catalog solcher Sterne auf seine Beobachtungen gegründet hatte, war die Frucht dieser Anstrengungen eine neue Bestätigung für die fortschreitende Bewegung der Sonne und des ganzen Systems im Weltraum nach dem Sternbilde des Hercules, wie in der ersten Vorlesung bereits angegeben wurde. Die erkannte Bewegung des Sonnen-Systems umfaßt aber nur einen kurzen Zeitraum, da die Beobachtungsreihen kaum ein Jahrhundert auseinanderliegen; während dieser Zeit ist die fortrückende Bewegung so klein gewesen, daß wir, wenn auch die Sonne mit den Fixsternen zugleich sich um eine Centralsonne kreisförmig bewegt, nur die Richtung eines sehr kleinen Theiles dieses Kreises angeben können. Bekanntlich ist aber jeder Schluß, den man von einem kleinen Theile einer ihrer Lage und Größe nach ganz unbekanntem Figur auf diese selbst zu machen wagt, oder allgemein das Große aus dem Kleinen ins Große mit einer solchen Unsicherheit verbunden, daß man der Gefahr ausgesetzt wird, zu ganz illusorischen Resultaten zu gelangen. Einem Argelander konnte die Unmöglichkeit einer genauen Bestimmung des Ortes, wo die Centralsonne zu suchen ist, nicht entgehen, wenn auch die karglichen und unzureichenden Data vermuthen ließen, daß jener Körper im Sternbilde des Perseus vorhanden sei, und bald kam er zu der Ueberzeugung der Unzulänglichkeit des vorhandenen Materials, in Folge deren er die ganze Untersuchung fallen ließ, die man bei ihm sich nur als einen kleinen Zusatz zu den erlangten zweifellosen Resultaten zu denken hat, ohne daß er ihr einen selbstständigen Werth beilegte.

Die Sternwarte in Dorpat hatte durch die Arbeiten Struves einen europäischen Ruf erlangt, als sich diesem Astronomen durch die Gunst des Kaisers Nicolaus ein noch geeigneterer Wirkungskreis eröffnete. Die neue Sternwarte in Bullowa bei St. Petersburg war mit einer so wahrhaft kaiserlichen Freigebigkeit ausgestattet worden, daß die Leitung derselben nur dem ausgezeichnetsten Himmelsforscher im Lande übergeben werden konnte. Struves Sternwarte in Dorpat blieb aber nach seiner Ueberführung nicht lange verwaist, sie wurde durch den Professor Mädler besetzt, der damals sich schon durch seine wichtigen Beobachtungen des Mondes einen Ruf erworben hatte. Er benutzte dann auch alsbald seine neue Stellung und den großen Fraunhofer'schen Refractor der Dorpater Sternwarte zu neuen Beobachtungen der Doppelsterne. Diese Arbeiten führten ihn zur Untersuchung der eigenen Bewegungen der Fixsterne, und diese endlich zu derjenigen über die Centralsonne. Groß war das Erstaunen der Astronomen, als die Entdeckung, welche er gemacht zu haben glaubte, zuerst

angekündigt wurde und die betreffende Abhandlung selbst bald in den astronomischen Nachrichten folgte. Die eigenen Worte des Dorpater Astronomen lauten so: „Die Plejadengruppe bildet das Gravitations-Centrum der gesamten Fixsternwelt, die Milchstraßentränge miteinbegriffen. Dieses Centrum ist kein überwiegend materielles, sondern zunächst nur ein virtuelles: der Schwerpunkt, in Beziehung auf welchen die Gesamt-Anziehungen der Fixsterne im Gleichgewichte stehen. Der Mangel einer überwiegenden Masse im Centro bewirkt, daß die Anziehungen mit der Entfernung vom Central-Punkte wachsen. Derjenige einzelne Stern jedoch, in welchen mit größerer Wahrscheinlichkeit als irgend wo sonst der Schwerpunkt gesetzt werden kann, ist *Mecrone*“.

Wäbler ist demnach der Vertreter der oben ausgesprochenen zweiten Ansicht, nach welcher nicht, wie Argelander anfangs annahm, ein Körper von überwiegender Masse im Centro steht; sondern der Schwerpunkt des ganzen Systems gilt ihm als Centralsonne; und nur zufällig ist es, wenn in dessen Nähe sich ein Stern findet. Er machte die Annahme, daß alle Sterne sich in Kreisen um einen Schwerpunkt bewegen und daß der Erfolg in Beziehung auf die eigene Bewegung im Raume alsdann der umgekehrte von dem sei, welcher aus der Annahme einer im Mittelpunkte befindlichen großen Masse hervorgeht. Während nämlich in diesem Falle die dem Centrakörper näheren Weltkörper sich rascher bewegen müssen als die von ihm weiter entfernten, müssen nach jener Hypothese die von diesem Punkte entfernten Körper in der Wirklichkeit eine schnellere Bewegung als die ihm näheren besitzen. Der berühmte Astronom suchte daher eine Stelle am Himmel, an welcher die eigene Bewegung der Sterne nur unbedeutend ist, und da die Plejadengruppe diese Eigenschaft in der That besitzt, wie besonders aus Königsberger Beobachtungen am Heliometer hervorging, so glaubte er in diesem Sternbilde den Ort des Schwerpunkts, welchen er mit dem Namen einer Central-Sonne belegte, annehmen zu dürfen. Alles kam jetzt darauf an, die eigene Bewegung der von der Plejadengruppe weiter entfernten Sterne zu untersuchen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß sie, wie die Theorie zu fordern schien, sich bis  $90^\circ$  Abstand in verschiedenen Zonen in der That immer schneller bewegen. Wäbler führte diese Untersuchung und kam nach seiner Meinung zu dem Resultate, daß sich dies Gesetz in der That bestätigte, worauf er, nachdem noch andere Betrachtungen hinzugetreten, zu dem oben wörtlich angeführten Ausspruche geleitet wurde. Es ist bereits früher erinnert worden, welchen Zuwachs die beobachtende und rechnende Astronomie durch die An-

wendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Bestimmung der Grenzen, innerhalb welcher die gewonnenen Resultate liegen, erhalten hat. Mädler übersah, daß die Unsicherheit der Behauptung einer Bewegungszunahme viel zu groß ist, um sie als erwiesen anzunehmen, ja es ist sogar möglich, ohne die Grenzen der Unsicherheit zu überschreiten, die eigene Bewegung der Sterne in einer den Plejaden nahen Zone ganz gleich zu machen mit der in einer weit abstehenden.

Wenn aber auch dem nicht so wäre, so würde die erwähnte Zunahme nicht einmal das Behauptete unterstützen, da sie genau genommen in keinem Zusammenhange mit der Hypothese steht. Er nimmt, und dazu ist er auch in Folge seiner Hypothese genöthigt, alle mögliche Richtungen der Kreisbewegung für sämtliche Sterne an; daraus folgt aber unter andern, daß große eigene Bewegungen nur bei solchen bemerkt werden können, welche sich in einer der Sonnenbewegung entgegengesetzten Richtung bewegen; solche Sterne können aber für uns eben so wohl in der Nähe der Plejaden als anderswo stehen; mithin weder für noch gegen die Hypothese ein Zeugniß ablegen. Diese Darstellung, die im Wesentlichen den Kern der Methode enthält, nach welcher die Auffuchung der Central-Sonne unternommen wurde, wird nun leicht zu der Ueberzeugung führen, daß die Zahlenangaben, welche Mädler aus seinen Rechnungen ableitet, nicht einmal als Folgen einer übrigens unerwiesenen Theorie betrachtet werden können. Wohl nur um Erstaunen beim Leser zu erregen, haben die Verfasser populärer Schriften diese Zahlen als Resultate einer wissenschaftlichen Entdeckung den arglosen Lesern vorgeführt; wenn sie hier genannt werden, so liegt am Tage, welchen Werth man ihnen beilegen muß. Die Umlaufzeit der Bahn, in welcher unsere Sonne sich bewegt, soll 20 Millionen Jahre betragen, die Entfernung vom Centrum der Plejaden-Gruppe so groß sein, daß das Licht um diesen Abstand zu durchlaufen 540 Jahre gebraucht, die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung 8 Meilen in der Secunde!

Nicht ohne Besorgniß, vor diesem gewählten Zuhörerkreise als Gegner eines ausgezeichneten Astronomen zu erscheinen, habe ich mich bemüht, die von ihrem Urheber als Entdeckung in die Welt geschickte Untersuchung einer Prüfung zu unterwerfen, insoweit dies ohne Vorlegung von Rechnungen mir möglich geworden. Der Gegenstand ist an sich zu wichtig, als daß er, wie ich gewünscht hätte, mit Stillschweigen übergangen werden konnte. Noch oft wird in diesen Vorlesungen von den großen Verdiensten des genannten Astronomen die Rede sein, der mir persönlich be-

freudet in mannigfacher Hinsicht Aufklärung und Belehrung über verschiedene Gegenstände seiner Wissenschaft hat zu Theil werden lassen, auch ist der Inhalt seines größeren Werkes mit schätzbaren Untersuchungen durchflochten, welche schon jetzt eine Theilnahme erregen, die ihnen auch später nicht fehlen wird, und am besten den Beweis liefern, daß unsere nur eine kurze Zeit umfassende Beobachtungen noch nicht gestatten, eine Hypothese über den Ort einer Central-Sonne durch Rechnung zu verfolgen. Ob die Zahl der Welten endlich ist? Wir vermögen dies nicht zu beantworten, denn dem Menschen ist nach beiden Seiten, nach Anfang und Ende, sei es im Raume, sei es in der Zeit, das Auge verschlossen. Zwischen diesen geheimnißvollen Grenzen ist ihm Schönes und Erhabenes geboten, er suche es nur, und kein kleines Geschenk ist die Sehnsucht das zu erforschen, was darüber hinausliegt, wenn sie auch unbefriedigt bleibt, vielleicht unbefriedigt bleiben soll.

Nachdem die eigene Bewegung der Sterne, welche, dem bloßen Auge niemals merkbar, durch Messungen mit genauen Instrumenten gefunden wurde, zu der wichtigen Erkenntniß der Doppelstern-Systeme und einer fortschreitenden Bewegung der Sonne geführt hatte, wird auch die Erwähnung einer viel größeren und keineswegs nur dem bewaffneten Auge sichtbaren sporadischen Ortsveränderung eines Sterns an das Vorhergehende sich in natürlicher Weise anschließen. Am 20. Januar 1851, Abends zwischen 7 und 8 Uhr, vor Aufgang des Mondes sahen zu Trier ein Ober-Primaner des Gymnasiums Namens Keune, und der Sattlermeister Herr Thugutt, zwei durchaus zuverlässige Personen, nebst des letztern Familie unfern des Horizonts den Sirius in einer wunderbar schwankenden Bewegung, indem der Stern bald auf- bald abwärts ging, bald nach der rechten bald nach der linken Seite hinschwankte, bisweilen auch in einem Kreise sich zu bewegen schien. Diese verschiedenen Bewegungen des Sterns wurden während einer halben Stunde anhaltender aufmerkamer Betrachtung wiederholt und in jedem Zeitpunkt von allen Beobachtern stets in demselben Sinne wahrgenommen. Keune sah, mit dem Kopf an eine Mauer fest angelehnt, den Sirius in geringer Höhe über einem benachbarten Hause stehen, und hinter dem Dache desselben bald verschwinden, bald wieder zum Vorschein kommen. Die Bewegungen des Fixsterns waren so bedeutend, daß die Beobachter lange glaubten, jenes Spielwerk der Knaben, einen fliegenden Drachen, der mit einer brennenden Laterne versehen sei, vor Augen zu haben. Auch schien der Stern an Glanz bald zu- bald abzunehmen, bisweilen sogar auf Augenblicke verschwunden zu sein,

obgleich der Himmel heiter war. Als sich die Beobachter von der wahren Natur des Phänomens überzeugt hatten, konnten sie bei fortgesetzter Beobachtung desselben, ihrer Aussage nach, eines unheimlichen Gefühls sich nicht erwehren. Ähnliche Erscheinungen sind zwar schon früher, aber äußerst selten wahrgenommen worden, zuerst von Humboldt, aber auf allen seinen Bergbesteigungen nur einmal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22. Juni 1799. Ungefähr in einer Höhe von 11,000 Fuß über dem Meere sah er mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte jedoch nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Horizont; dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar, und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten. Hierauf verging etwa ein halbes Jahrhundert, bis ähnliches wieder gesehen wurde, genau an demselben Orte, und zwar von dem Prinzen Adalbert von Preußen zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohre. Die oben angegebene Beobachtung in Trier ist die dritte und letzte, welche über diesen Gegenstand gemacht wurde. Sie unterscheidet sich von den beiden früheren aber sehr wesentlich durch ihre lange Zeitdauer. Es ist zu bedauern, daß keiner der drei Beobachter über die Größe der scheinbaren Ortsveränderung, wenn nicht eine Messung, so doch wenigstens eine Schätzung nach Augenmaß angegeben hat. Nach den in der Beschreibung des zuletzt angeführten Phänomens erwähnten Thatsachen wird man vielleicht die Ausweichung des Sterns von seinem Normalorte nicht zu klein anschlagen, wenn man sie 4 bis 5 Grade annimmt. Daß die Ortsveränderung nur als eine optische angesehen werden darf, wird Niemand bezweifeln, eben so wenig, daß hier eine seitliche Strahlenbrechung gewirkt haben muß. Dennoch ist die Sache in tiefes Dunkel gehüllt. Die Sternschwankungen müssen sich, wie es scheint, wirklich äußerst selten ereignen, da vor Humboldt keine und seit 50 Jahren erst im Ganzen drei bemerkt worden sind. Die anhaltende und aufmerksame Betrachtung des Sirius mit bloßen Augen würde erkennen lassen, ob jenes räthselhafte Schwanken im Laufe der Zeit sich öfter ereignet, als man hiernach glauben möchte. Die Schätzung des Ausweichungswinkels wird durch das Ausstrecken des Arms sehr leicht, indem dann die Breite der Hand mit Ausschluß des Daumens nahe 5 Grade beträgt, so daß durch dieselbe 10 neben einander gedachte Vollmonde sich würden bedecken lassen. Nach einiger Übung bringt man es leicht dahin, Winkelgrößen

am Himmel, wenn sie nicht sehr klein sind, auf diese Weise mit ziemlicher Sicherheit abzuschätzen.

Die Bemühungen, denen man sich in Bezug auf den Fixsternhimmel seit Jahrhunderten hingegeben hat, sind offenbar aus mehr als einem Gesichtspunkte zu betrachten. Die Erforschung der fernen Räume, weit über die Grenzen des Sonnen-Systems hinaus, ist an sich von hohem Interesse; indem die Natur in ihren reichen und mannigfaltigen Schöpfungen dem Beobachter entgegentritt, wird auch der geistige Blick erweitert; dem Urquell des Lichts zugewandt, empfindet der Sterbliche das hohe Bewußtsein einer ihm geschenkten Fähigkeit, die Thaten der Allmacht auch dort zu ahnen, wo unerreichbar fern eine Welt von Welten sich aufthut, und die Erde nicht nur, sondern auch die mächtige Sonne mit allen Planeten zu einem Punkte wird. Die Kenntniß des Fixsternhimmels führt aber auch wieder zurück auf die Ergründung der Gesetze, nach welchen die uns näheren Himmelskörper, die Planeten und das Heer der Kometen, ihren Lauf um die Sonne vollenden, denn hier ist alles in Bewegung, und diese Bewegung, wie regellos sie auch erscheine, eine vorgeschriebene. Es gilt also zunächst, dieselbe zu erkennen, wie sie sich zeigt, und dazu bedarf man fester Punkte, welche der Himmel uns darbietet. Diese Feststellung der Punkte kann aber durch bloße Fernröhre nicht erfolgen; ein getheilter Gradbogen oder ein ganzer Kreis muß mit dem Fernrohre in die Verbindung gebracht werden, daß es möglich wird, die Winkel zu messen, unter welchen Planeten und Fixsterne von einander abstehen. Aber bald bewegen sich jene Himmelskörper schneller, bald langsamer, — die Messung der Räume fordert gebieterisch auch die der Zeit, und ein anderes Instrument, dessen Regelmäßigkeit verbürgt werden kann, die astronomische Uhr, tritt als nothwendiges Hülfsmittel dem mit einem Fernrohr versehenen getheilten Instrumente hinzu. Die feste Aufstellung der Apparate, ohne welche an genaue messende Beobachtungen nicht zu denken sein wird, macht eine Ueberdachung nothwendig, — die Sternwarte ist da.

Zu der Zeit, als der ältere Herschel seine Teleskope auf den Himmel richtete, blühte in England längst die beobachtende Astronomie. Der große Bradley hatte zwar seine Laufbahn geschlossen, aber Maskelyne war sein Nachfolger und die Greenwicher Sternwarte damals die berühmteste nicht nur jenseits des Kanals, sondern in Europa. Wie kam es, daß die rasch auf einander folgenden Entdeckungen und großartigen planmäßigen Musterungen des Himmels nicht schon längst auf dieser Sternwarte waren gemacht und unternommen worden? Woher der Auf, dessen sie

sich erfreute? Warum legte der thätige Maskelyne seine Instrumente nicht nieder, um dem neuen Himmelforscher Platz zu machen, oder weshalb ließ sich nicht wenigstens eine Vereinbarung treffen? Der königliche Astronom in Greenwich war weit entfernt den Arbeiten Herschels die Bewunderung zu versagen, die ihnen gebührte, aber er dachte nicht einmal daran, seine eigenen Beobachtungen für überflüssig zu halten, sondern widmete ihnen unbeirrt die gewohnte regelmäßige Thätigkeit, keinesweges entmuthigt durch die glänzenden Erfolge des Astronomen in Slough. Wer könnte noch zweifeln, daß hier eine innere Nothwendigkeit das Bestehen der astronomischen Beobachtungen bei einem neben denen des andern mit sich brachte; diese Nothwendigkeit lag darin, daß der eine sich eine ganz andere Aufgabe als der andere in Beziehung auf den Himmel gestellt hatte. Auf wohlgesichertem Fundamente erhob sich in der Greenwicher Sternwarte ein großer messingener Quadrant von 6 Fuß Radius, in Grade, Minuten und kleinere Theile von einem ausgezeichneten Künstler, Bird, getheilt, mit achromatischem Fernrohre versehen. Das Instrument war im Meridiane aufgestellt; an der daneben befindlichen Uhr, von Shelton verfertigt, wurden die Durchgangszeiten der Gestirne an seinen Fäden beobachtet (auf den Bruch der Zeitsecunde genau), und die jedesmaligen Abstände vom Scheitel auf der Theilung abgelesen. Diese Meridianbeobachtungen bezogen sich täglich auf die helleren Fixsterne, die Sonne und die Planeten und in außergewöhnlichen Fällen auch auf die Kometen. Dabei wurden weder die Sonnenfinsternisse, noch die Sternbedeckungen, noch andere merkwürdige Erscheinungen am Himmel versäumt, sondern vom Astronomen und seinem Gehülfen mit beweglichen Instrumenten, d. h. solchen, deren Ort beliebig geändert werden kann, in den vom Meridian verschiedenen Himmelsrichtungen beobachtet. Auf diese Art vermehrte Maskelyne die Schätze, welche sein Vorgänger hinterlassen hatte, indem er eine Beobachtungsreihe hinterließ, die noch jetzt für die Wissenschaft ihren Nutzen hat; er pflegte die messende Beobachtungskunst. Herschel dagegen benutzte die Meßapparate nur zur Angabe des Ortes der von ihm so zahlreich entdeckten neuen kosmischen Gebilde, damit dieselben später wieder sogleich könnten aufgefunden werden, und nicht, wie der Sprachgebrauch uns sagen läßt, verloren gingen. Nach allen Richtungen des Himmels drehte er seine mächtigen Reflektoren um Neues zu erblicken und das Bekannte, wie wir gesehen haben, im Einzelnen zu ergründen. Sie werden selbst erkannt haben, daß er sich der Messungen

und Rechnungen nur insofern bediente, als die Art seiner Thätigkeit dies nothwendig machte, ohne die messende Astronomie zum Gegenstande derselben zu machen, wodurch er würde gezwungen worden sein, das von ihm eröffnete ganz neue Gebiet zu verlassen. Um den Gegensatz kurz auszudrücken, und die Reciprocität zwischen den Beschäftigungen beider Astronomen deutlich hervortreten zu lassen, kann man sagen: während Maske-lyne neben seiner Hauptbeschäftigung mit messenden Beobachtungen nicht verschmähte, auch andere zu machen, die sich über die physische Beschaffenheit der Himmelskörper darboten, schritt Herschel zu Messungen, wenn sich diese bei seiner Durchforschung des Weltalls als unabweisbar herausstellten.

Wenn hier nun an dem Beispiele der Greenwicher Sternwarte zu Herschels Zeit die Aufgabe des Astronomen deutlich zu machen versucht wurde, so darf man doch, ohne Wesentliches zu ändern, aus dem Besondern ins Allgemeine gehen und die Meridian-Beobachtungen als die Hauptbeschäftigungen des Vorstehers einer Sternwarte bis in die neuere Zeit hinein betrachten. Erst seitdem Fraunhofer seine großen nach allen Seiten hin beweglichen Refractoren verfertigt hatte, die einen Vergleich mit den besten Spiegeltelescopen aushielten, sind auf größeren Sternwarten noch besondere Thürme mit Dachkuppeln, die nach jeder Richtung eine freie Aussicht gewähren, hinzugekommen. Die Arbeit des Astronomen ist in solchem Falle auf Meridian- und Refractor-Beobachtungen vertheilt, und da der Einzelne seine Kraft zersplittern würde, so nimmt der Direktor der Sternwarte eines der beiden Haupt-Instrumente für sich in Anspruch, während er das andere dem Gehülfen überläßt. Nun besteht aber der Vorzug der aus der Münchner Anstalt hervorgegangenen großen Achromaten nicht allein in der optischen Kraft des Fernrohrs, sondern auch in der Vollendung des daran befindlichen Meßapparats, welcher, da er ausschließlich nur zur Messung kleiner Entfernungen zwischen Sternen benutzt werden darf, ein Mikrometer genannt wird\*).

Diese Mikrometer haben in neuerer Zeit mittelbar unsere Kenntnisse über die eigene Bewegung der Sterne und die Natur der Doppelsterne in der Weise erweitert, wie auseinanderzusehen ich mir bereits gestattet habe. Es bleibt mir nun nur noch übrig anzugeben, wie man im Stande

\*) Siehe Zusatz 6: über Mikrometer.



gewesen ist, eine Aufgabe, deren Lösung längst den Astronomen als wünschenswerth, zuletzt, da ein Versuch nach dem andern fehlschlug, als frommer Wunsch erschien, glücklich zum Abschlusse zu bringen; nämlich die Messung des wahren Abstandes eines Fixsterns von der Erde. Die Geschichte der Astronomie zeigt, daß man diese schwierige Aufgabe im Laufe der Zeit zu verschiedenen Malen eifrig, aber immer für den ganzen übrigen Zustand der Astronomie zu früh angegriffen hat. Den Grundlagen, auf welchen das Gebäude sich erheben sollte, fehlte die erforderliche Festigkeit, bis endlich in diesem an Entdeckungen in der Astronomie so reichen Jahrhundert die Lösung nicht nur glücklich zu Stande gebracht, sondern auch, was nie fehlen darf, die Grenzen ermittelt wurden, zwischen welchen das gewonnene Resultat Vertrauen verdient. Wenn zwei entfernte Gegenstände nahe neben einander gesehen werden, und man nicht weiß, welcher von beiden der entferntere ist, so läßt diese Frage sich leicht entscheiden. Richtet man nämlich den Blick fest auf den einen und bewegt sich nach einer Seite, indem man mehrere Schritte rechts oder links geht, so ist allemal derjenige der entferntere Gegenstand, welcher in demselben Sinne mitzugehen scheint. Geht man nämlich von der Rechten zur Linken, und scheint der eine Gegenstand nur auch von rechts nach links fortzurücken, so ist er weiter entfernt als der andere, tritt das Gegentheil ein, näher. Wenn wir dieses Beispiel auf den Himmel übertragen und zwei einander scheinbar nahe Sterne in gleicher Weise untersuchen wollen, so wird, wenn der eine uns wirklich bedeutend näher steht als der andere, die Veränderung unseres Standpunktes auf der Erde den scheinbaren Abstand beider Sterne nicht ändern, wenn wir auch von einem Punkte bis zu dem diametral entgegengesetzten gingen oder zwei Beobachter gleichzeitig in einer Entfernung von 1719 Meilen stationirt wären; denn selbst der Durchmesser unserer Erde ist eine viel zu kleine Distanz um auch nur die geringste Ortsveränderung des einen Sterns gegen den andern hervorzutreten zu lassen. Nur für die Bestimmung der Entfernung des Mondes hat eine Standlinie auf der Erde mit Erfolg benutzt werden können, indem an den Endpunkten einer großen Basis, von Berlin nach dem Cap der guten Hoffnung, die Richtungen der Gesichtslinien von zwei Beobachtern gleichzeitig gemessen wurden. — Aber da die Erde sich in ihrer Bahn bewegt, so kann der Beobachter sich eine viel größere Basis dadurch verschaffen, daß er den scheinbaren Abstand zweier Sterne von einander zu zwei verschiedenen Zeiten mißt, welche um ein halbes Jahr auseinander liegen;

die Entfernung beider Standpunkte beträgt dann über 40 Millionen Meilen. Diesem Principe folgend hatte schon Bradley in der Mitte des vorigen Jahrhunderts mit seinem Zenith-Sector, einem getheilten Kreis-  
auschnitte von 24 Fuß Radius, der nur wenige Grade enthielt, zu verschiedenen Jahreszeiten die Abstände eines Sterns vom Zenith gemessen, doch nur so viel gefunden, daß der Stern nach einem halben Jahre noch nicht um 2 Sekunden seinen Ort verändere, d. h. daß der Durchmesser der ganzen Erdbahn vom Sterne aus gesehen noch kleiner erscheinen würde, als uns eine Linie von 2 Fuß in dem Abstände von  $8\frac{1}{2}$  Meilen. Diese Beobachtungen gaben nur ein negatives Resultat und eben so sind spätere Versuche anderer Astronomen als mißlungen zu betrachten, da sie keinen Fortschritt begründeten. Hiernach schien es, als sollte die angestrebte Lösung der Aufgabe: bis zum Fixsternhimmel eine lineare Größe zu messen, für alle Zeit erfolglos und dies nur innerhalb der Grenzen der kleinen Planetenwelt möglich bleiben, aber dennoch gelang die Lösung.

Bessel wählte als den Stern, dessen Abstand von der Erde er bestimmen wollte, denjenigen im Schwan, den das Flamsteedsche Verzeichniß mit 61 bezeichnet, weil dieser eine starke eigene Bewegung besitzt, und im Allgemeinen anzunehmen ist, daß solche der Erde näher sind, als andere mit geringerer Bewegung. Die Methode, die er anwandte, ist von allen früheren verschieden. Anstatt die Abstände des Sterns vom Zenith zu messen, benutzte er einen scheinbar nahe stehenden Stern, der eine geringe Eigenbewegung hatte und außerdem lichtschwächer war, so daß man annehmen durfte, er wäre viel entfernter, als Ansehlpunkt und maß nun während eines ganzen Jahres mit dem Mikrometer die Abstände beider Sterne von einander. Dabei überzeugte er sich, daß die Entfernung der beiden Sterne sich allerdings änderte und daß der entferntere wirklich sich um den andern in demselben Sinne bewegte, wie die Erde sich um die Sonne bewegt. Der Stern ging von rechts nach links, wenn die Erde von rechts nach links ging und wieder zurück, wenn die Erde sich in entgegengesetzter Richtung bewegte, wobei immer der helle Stern als fester Punkt galt. Aus 402 Messungen dieser Art konnte Bessel mit Anwendung der nöthigen Correctionen die Parallaxe des Sterns auf etwas mehr als  $\frac{1}{3}$  Bogensecunde berechnen ( $0''{,}3483$ ) d. h. unter diesem Winkel würde der Durchmesser der Erdbahn vom Sterne aus gesehen erscheinen. Diese kleine Parallaxe entspricht einem Abstände von 13 Billionen 400,000 Millionen Meilen, welche zurückzulegen das Licht 9 Jahr 3 Monate braucht.

Die zweite genau nach derselben Methode bestimmte Entfernung eines Sterns von der Erde hat Struve gemacht. Derselbe wählte dazu den hellen Stern  $\alpha$  in der Leier (Wega) und fand eine Parallaxe von etwas mehr als  $\frac{1}{4}$  Secunde ( $0''{,}2613$ ) mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur  $0''{,}02$ . Der kleine Vergleichstern ist 11ter Größe und  $43''$  vom Hauptstern entfernt. Die Rechnung ergibt daraus, daß Wega 16 Billionen Meilen entfernt ist, welche das Licht in 12 Jahren und 1 Monat durchläuft.

---

## Vierte Vorlesung.

Die Sonne. — Copernicus. — Sonnenflecken. — Photosphäre. — Sonnenfackeln. —  
Selbendrehung der Sonne. — Entfernung der Sonne von der Erde.

---

Wenn wir bis jetzt die Sonne als einzelnen Fixstern eines großen Sternlagers betrachtet haben, und nur ihre fortschreitende Bewegung im Weltraume als aus den Beobachtungen folgend hervorging, so hat sie, im großen All nur ein einzelner von vielen Millionen Körpern gleichen Ranges, für uns doch eine höhere Bedeutung, denn sie ist die Quelle des Lichts und der Wärme, ohne welche Leben nach unsern Begriffen nicht gedacht werden kann. Ohne sie würden die dem Organismus nothwendigen Bedingungen fehlen, die Ernährung der Thier- und Pflanzenwelt würde gehemmt und großen Theils unmöglich gemacht sein; nicht nur dem sinnlichen, sondern auch geistigen Genuße wäre das Meiste von dem verjagt, wodurch das arme Menschenleben verschönert wird, der blaue Himmel, das Grün der Bäume und Felder, der Farbenschmelz der Blumenwelt, der Glanz des Schnees mit seinen abwechselnden Schattirungen in einer Winterlandschaft würde das Auge nicht erfreuen, der in Nacht gehüllten Erde könnte nur der Sternhimmel ein spärliches Licht herabsenden, und wohin der Mensch sich auch wenden wollte, nirgends wäre ihm vergönnt diese stete Einförmigkeit zu unterbrechen. Geheimnißvoll ist der Zauber, von dem jetzt, da sie dort thront, diese Weltleuchte, wie Copernicus sie nennt, der Sterbliche gefesselt wird, das Herz des Universums erwärmt auch das seinige, sei es, daß sie emporsteigt über den dunkelen Horizont, oder sich hinabsenkt, um für den Verlust des Tages durch die Ruhe der Nacht einen Ersatz zu bieten, dort ein Bild neu beginnenden Lebens, hier des Dahinscheidens, die Grenzen bezeichnend, welche die Grenzen des Weges sind, den der Pilger bald in kürzerer, bald in längerer Zeit zu

durchwandern bestimmt ist. Der bedeckte Tageshimmel wirkt mehr abminder schon entmuthigend auf den Geist, der klare erhebt ihn, und nicht zufällig ist selbst das Wort, wenn man von der Heiterkeit des Himmels spricht. Jahrtausende hindurch hat die Sonne durch ihre Bewegung am Himmel, sowohl durch die jährliche als tägliche, die Beobachter beschäftigt. Diese Beobachtungen waren nicht erfolglos, sie dienten, nachdem das Copernicanische System angenommen war, die Bewegung der Erde um die Sonne einer Prüfung zu unterwerfen, denn die Gesichtslinie von der Erde nach der Sonne ist von der nicht verschieden, welche von diesem Körper zu jenem gelangt, und giebt darüber Aufschluß, wie einem auf der Sonne befindlichen Auge die Ortsveränderung der Erde im Weltraume erscheinen muß. Obgleich Copernicus selbst anführt, daß schon Cicero und Platon der täglichen Umbrehung der Erde erwähnt hätten, so ist doch in Folge neuerer Forschungen gezeigt, daß Platons und Aristoteles Aeußerungen nur so zu deuten sind, daß sie sich die Erde „weder rotirend noch fortschreitend, sondern im Raume feststehend“ vorstellten\*). Wäre dem aber auch nicht so, so würde doch das Verdienst des Copernicus ungeschmälert bleiben, da er durch Beobachtung und Rechnung, nicht in Form einer beiläufigen Bemerkung sein System zu stützen suchte. Ihm war vorbehalten, die Frage, welche einst der große Philosoph des Alterthums an die Astronomen richtete: wie sie wohl das Stillstehen und Rückwärtschreiten der Planeten erklären wollten, zu beantworten. Durch die Annahme, daß die Sonne feststeht, während die Erde und die Planeten es sind, die sich gemeinschaftlich um jene bewegen, folgten, sobald die Umlaufzeiten bekannt waren, alle Erscheinungen des Stillstehens und Rückwärtsgehens aus optischen Gründen auf ganz natürliche Weise, so daß jenes System sich seinem Urheber wie ein Gewölbe darstellt, welches fähig war, sich selbst durch eigene Schwere zu tragen. Auf diese innere Bollendung machte er in seiner Dedication seines Werkes an den Papst dieselbe aufmerksam, indem er sagt: „Alles hängt so nothwendig zusammen, daß man nichts auslassen kann, ohne daß das Ganze zusammenfällt“. Copernicus griff einen Irrthum an, der das Zeugniß der Sinne für sich, und stellte eine Wahrheit auf, die es gegen sich hatte. Dies that er zu einer Zeit, da kaum die ersten Strahlen besserer Kenntniß aus der Nacht einer scholastischen Philosophie hervorzubrechen anfangen, — zu einer Zeit, da die künstlichen Steigerungen des Gesichtsinnes noch nicht gelungen,

\*) Siehe Zusatz 7: Ansichten der Alten über die Bewegung der Erde.

noch keine Pendelversuche angestellt, die Abplattung der Erde und die Aberration der Fixsterne noch unbekannt waren. Die Aendrehung, besonders aber die Bewegung der Erde um die Sonne war ein Original-Gebanke, von dem keiner der Zeitgenossen eine Ahnung hatte, und nicht geringer Muth gehörte dazu, den Astronomen, Philosophen und Theologen ein System hinzustellen, von welchem sich voraussehen ließ, wie heftig man es bestreiten würde. Die Ueberzeugung, welche der tiefe Denker von der Wahrheit, für die er auftrat, in sich trug, einer Wahrheit, die, nicht überliefert, sich in seinem Geiste entfaltet hatte, gewährte ihm jene edele Zuversicht selbst in der Form seiner Behauptungen. Der Adel der Gesinnung, welcher als Folge selbstständiger Forschung auch minder Begabten zu Theil wird, hatte bei ihm seinen Höhepunkt erreicht, und trat selbst da hervor, wo die Angriffe einer Macht zu fürchten waren, mit welcher, wie der Dichter sagt, selbst Götter vergebens kämpfen. Wie schön sagt er am Schlusse jener Zuschrift an Paul III.: „Wenn aber leere Schwäger, die von der Mathematik nichts verstehen, sich dennoch ein Urtheil herausnehmen und auf Grund irgend einer absichtlich verdrehten Stelle der heiligen Schrift wagen sollten, meine Ansichten anzugreifen und zu verfolgen, so werde ich mich um diese Menschen nicht kümmern, und ihr Urtheil als eine Annahmung verachten. Es ist ja bekannt, daß Lactantius, ein sonst angesehener Schriftsteller, aber schwacher Mathematiker, recht kindisch über die Gestalt der Erde spricht, indem er diejenigen verspottet, welche die Kugelgestalt der Erde behauptet haben; daher darf es keinem Einsichtigen Wunder nehmen, wenn dergleichen Leute auch mich verspotten werden“. — In der Einfachheit seines Gemüths mochte er wohl nicht ahnen, daß die Kämpfe um eine Wahrheit auch hier das Gebiet verlassen würden, auf welchem allein sie geführt werden sollten, wenn nicht Leidenschaft so oft den Gegner dahintrisse sich solcher Waffen zu bedienen, die zwar für kürzere oder längere Zeit das Aussprechen einer Ueberzeugung verhindern, niemals aber dieselbe, wenn sie Lebenskraft in sich trägt, zu vernichten im Stande sind. Der Mund eines Galilei konnte zum Schweigen gebracht werden, — doch es gab eine Zeit, da tausend und aber tausend Stimmen dem Märtyrer nachriefen: „und sie bewegt sich doch“!

Nicolaus Copernicus wurde zu Thorn im Jahre 1473 geboren. Den Tag der Geburt mit Sicherheit zu bestimmen ist nicht gelungen; man setzt ihn auf den 19. Februar; das Haus, in welchem er das Licht der Welt erblickt haben soll, selbst das Zimmer wird noch heute gezeigt. Sein Vater, Niklas Koppernigk, denn so lautete der Familienname, dem

der große Forscher später nach Sitte seiner Zeit die lateinische Endung gegeben hat, war Großhändler und bekleidete das Ehrenamt eines Schöppen bei dem altstädtischen Gerichte in Thorn. Seine Mutter, Barbara Wapelrode, war einem alten und angesehenen Thorner Geschlechte entsprossen. Den ersten Unterricht erhielt Nicolaus Copernicus auf der Schule seiner Vaterstadt, die er im 18ten Jahre verließ, um die Universität zu Krakau zu beziehen. Nachdem er dort 4 Jahre, ohne das Studium der Theologie zurückzusetzen, sich doch mit großer Vorliebe den mathematischen Wissenschaften zugewandt hatte, kehrte er auf kurze Zeit in das Vaterhaus zurück und begab sich dann auf eine Reise nach Italien, zuerst nach Bologna, wo der zu seiner Zeit berühmte Dominicus Maria aus Ferrara die Astronomie lehrte. Hier fand er bald die freundlichste Aufnahme, da der große Wissensdrang des jungen Preußen dem ausgezeichneten Lehrer nicht lange verborgen bleiben konnte. Demungeachtet waren die mathematischen Studien nicht die einzigen, welche ihn anzogen. Die Naturwissenschaften, die, freilich damals noch wenig entwickelt, sich vorzugsweise in der Heilkunst ein Plätzchen erobert hatten, führten ihn zu dieser, und bald sehen wir ihn auf der Universität zu Padua Medizin studiren, ja sogar nach mehrjährigem Aufenthalte daselbst in dieser Wissenschaft den Doctorgrad erwerben. Schon früher muß er durch Vermittelung seines Oheims, des Bischofs von Ermeland, Lucas Wapelrode, zu einer höhern kirchlichen Würde gelangt sein, denn bereits im Jahre 1499 findet sich sein Name unter den Domherren der Ermeländischen Kirche verzeichnet. Nachdem er in diesem Jahre sich in Frauenburg nur auf kurze Zeit aufgehalten zu haben scheint, ist er im folgenden in Rom, wo er 27 Jahre alt eine Professur der Mathematik erhält und zahlreiche Zuhörer, nicht nur Studierende, sondern auch ältere und vornehme Männer, Gelehrte und Künstler um sich versammelt. Im Jahre 1503 ist er vermuthlich aus Italien nach Frauenburg zurückgekehrt, um daselbst seinen bleibenden Wohnsitz zu nehmen. Einige kleinere Reisen abgerechnet, ist er nun stets bei der Kathedrale Kirche anwesend, wo er die Ruhe theils mit ärztlicher Hülfe, wenn Leidende dieselbe begehren, vorzüglich aber mit der Fortsetzung mathematisch-astronomischer Studien ausfüllt. Von dem Streben beseelt, seine aufgestellte Theorie mit der Wirklichkeit zu vergleichen, versucht er die dürftige Anzahl vorhandener Beobachtungen durch neue zu vermehren, und mißt Höhen und Abstände der Sonne, Planeten und Fixsterne mit freilich sehr unvollkommenen hölzernen Instrumenten, die er sich selbst verfertigt hatte und auf welchen die Grad-

eintheilung mit Tintenstrichen gemacht war. Noch war nicht die Zeit gekommen, da sein System auf diese Weise eine Stütze erhalten sollte, ohne welche es stets nur ein geistreicher Einfall geblieben wäre. Viele Jahre mußten vergehen, bevor diese Stütze ihm durch einen seiner Gegner, den großen Tycho de Brahe, zu Theil wurde und Kepler am 15. Mai 1618 nach Berechnung der Tycho'schen Beobachtungen die Gesetze der Planetenbewegung glücklich entdeckt hatte. Das Leben eines Einzelnen war auch hier zu kurz, um die Frage zum Abschlusse zu bringen. Die Entwicklung von Wahrheiten, wie die betreffende, ist in ihrer Vollständigkeit nicht immer an die Leistungen eines Menschen, sei er auch der geistvollste und thätigste seiner Zeit, geknüpft, und wohl muß man sich hüten das persönliche Interesse für hochbegabte Männer einen Einfluß ausüben zu lassen, der den klaren Blick des Geschichtsforschers trüben und den wahren Entwicklungsgang geistiger Thätigkeit verbunkeln könnte. Das große Verdienst des Copernicus besteht darin, sein System ausgesprochen und die vorhin erwähnten früher unerklärlichen Erscheinungen, welche sich bei der Bewegung der Planeten zeigen, einfach erklärt zu haben, aber bewiesen hat er die Umdrehung um die Sonne nicht, er hat sie nur wahrscheinlich gemacht. Tycho und Kepler müssen immer mit ihm zugleich genannt werden, ja man kann noch weiter gehen und behaupten, daß der aufgestellte Satz von einer ruhenden Sonne erst im 18ten Jahrhundert seinen vollständigen Beweis erhielt, als Bradley, mit ähnlichen Untersuchungen wie die am Schlusse der letzten Vorlesung angegebenen beschäftigt, seinen vorgeetzten Zweck, die Entfernung eines Sterns von der Erde zu bestimmen, zwar verfehlte, aber bei dieser Gelegenheit eine unerwartete Entdeckung machte, nämlich die Aberration der Fixsterne, worauf denn allerdings der ganze Sternhimmel die Behauptung des Copernicus bestätigte. Unmöglich wird man annehmen können, daß sich der große Denker bei mangelnder Bestätigung seiner Theorie, der Brücke, geschlagen von der Wahrscheinlichkeit zur Wahrheit, nicht bewußt gewesen, da wir gesehen haben, wie er selbst bemüht war jene Fragen an die Natur zu thun, die man Beobachtungen nennt, Fragen, ohne deren Beantwortung kein aufgestelltes Naturgesetz, sei es am Himmel oder in nächster Umgebung, eine unumstößliche Gewißheit erlangen kann. Das Zögern mit der Herausgabe seines großen Werkes: „de revolutionibus orbium coelestium“ ist allgemein durch eine sehr natürliche Scheu vor dem mit der Kirche zu befürchtenden Streite erklärt worden; vielleicht lagen noch dem Angeführten noch ganz andere innere Gründe vor, welche den begeisterten Anhän-



geru der neuen Lehre verborgen blieben. Als endlich das Werk in Nürnberg auf Antrieb des Professors in Wittenberg, Rheticus, 1543 gedruckt war, und dieser das erste Exemplar seinem verehrten Lehrer nach Frauenburg sandte, empfing der tiefe Forscher und kühne Entdecker die Frucht seiner der Welt nun mitgetheilten Untersuchungen mit zitternden Händen auf seinem Sterbebette. Wenige Tage darauf stieg der Geist empor, um dort bestätigt zu sehen, was ahnungsvoll er schon hier errathen hatte. Wie der Tag der Geburt hat auch der des Todes sich nicht ermitteln lassen. Copernicus starb 70 Jahre alt um die Mitte des Mai 1543. Die Geschichtsforscher früherer Zeit haben sich um das Leben des großen Mannes nur mit geringem Eifer bemüht, und manche Nachrichten sind später theils als zweifelhaft bezeichnet, theils als falsch zurückgewiesen worden. Wären alle von dem Eifer eines Ludwig Broue befeelt gewesen, so würden wir Zuverlässigeres berichten können. Dieser thätige, ja rastlose Gelehrte hat die wichtigsten Beiträge zum Leben des berühmten Mannes gesammelt und in werthvollen Monographien die Resultate selbstständiger Forschung niedergelegt, die er, wie ich glaube, noch nicht als abgeschlossen betrachtet.

Wenn die Erklärung für die scheinbare Bewegung der Sonne von Westen nach Osten aus Beobachtungen gefolgert werden konnte, die mit unbewaffnetem Auge an getheilten Instrumenten mittelst bloßer Dioptern gemacht wurden, so blieb doch die natürliche Beschaffenheit des Sonnenkörpers ganz unbekannt, bevor Galilei das Fernrohr benutzte. Zwar kann er nicht als der eigentliche Entdecker der dunkeln Stellen angesehen werden, die sich von Zeit zu Zeit auf der Sonne zeigen, doch wird man auch hier zwischen dem bloßen Bemerken und dem planmäßigen Forschen den Unterschied nicht übersehen dürfen. Die Sonnenflecken haben die kreisrunde Sonnenscheibe als Projection einer leuchtenden Kugel erkennen lassen, die Zeit kennen gelehrt, während welcher dieselbe sich regelmäßig um eine Axe dreht, die Stellung dieser Axe im Weltraume und die Richtung der Linie, in welcher der Sonnenäquator die Ebene der Erdbahn durchschneidet; ohne sie würden die Rotations-Elemente des Hauptkörpers unseres Systems gänzlich unbekannt geblieben sein. Sehr verschieden ist das Aussehen dieser Flecken. Während die kleineren sich bisweilen vollkommen als Kreisscheibe zeigen, haben die größeren eine unregelmäßige Form, und lassen nicht nur eine dunkle Stelle erkennen, sondern um diese einen ausgedehnten Gürtel von geringerer Dunkelheit, der wie jene scharf begrenzt ist; diese Umgebung pflegt man jetzt den Halbschatten

ober den Hof zu nennen. Er besitzt wesentlich mehr Licht, als der schwarze Flecken, aber einen bedeutend geringern Glanz als die übrigen Theile der Sonne. Diese Flecken verändern ihren Ort in der Weise, daß sie sich auf der Sonnenscheibe bewegen; die Bestimmung ihres jedesmaligen Ortes gegen den Mittelpunkt der Sonne führte die aufmerkamen Beobachter zu der Ueberzeugung, daß man es hier nicht mit dunkeln Stellen zu thun hat, welche auf der Oberfläche, sondern tiefer als diese liegen. Denken wir uns den Verlauf einer Bewegung des von seinem Hofe umgebenen Sonnenfleckens, wie sie eintreten müßte, wenn jene dunkeln Stellen sich auf der Oberfläche der Sonne befänden, und vergleichen wir das Ergebnis mit den Beobachtungen! Befände sich der Flecken im Mittelpunkte der Sonnenscheibe, so würde, wenn wir ihn dem östlichen Rande zurückden sähen, allmählig der östliche Theil des Halbschattens schmaler erscheinen müssen; am schmalsten, wenn er den Rand erreicht hat; denn es ist bekannt, daß nach den Regeln der Perspective ein Gegenstand um so verkürzter erscheint, je schief er gesehen wird; eben so müßte ein Sonnenfleck, den wir am westlichen Sonnenrande erblicken, den östlichen Theil des Hofes größer als den verkürzt erscheinenden westlichen zeigen. Diese einfache Ueberlegung ist gewissermaßen in unserm Falle die Vorausberechnung des Phänomens. Vergleichen wir damit das, was man wirklich beobachtet, so zeigt sich dies in directem Widerspruche mit der Annahme, von welcher wir ausgingen. Anstatt daß der östliche Theil des Hofes, wenn der Flecken dem östlichen Rande zurück, schmaler wird, nimmt er im Gegentheil an Breite zu und der andere westlich gelegene gleichzeitig ab; anstatt daß, wenn ein Flecken in der Nähe des westlichen Sonnenrandes liegt, der westliche Theil des Hofes schmaler als der andere sein sollte, ist er breiter, und nur im Mittelpunkte der Sonne umgiebt der Hof den dunkeln Flecken ringsum in gleicher Breite. Die Sonnenflecken können daher nicht auf der leuchtenden Oberfläche des Sonnenkörpers selbst liegen, und da das Phänomen vollständig erklärt wird, wenn man auf dieser Vertiefungen annimmt, welche trichterförmige Höhlungen bilden, so ist auch die Annahme, daß die Sonnenkugel ein an sich dunkler Körper sei, durch die Beobachtungen bestätigt. Wenn wir in unmittelbarer Berührung mit ihm uns eine unserer Wolken ähnliche, das Licht reflectirende Schicht denken, und über dieser noch eine leuchtende Atmosphäre, welche hier Photosphäre heißen mag, so begreifen wir auch die Erscheinung in Hinsicht auf den Lichteindruck, den das Auge erhält. Endlich haben die in neuerer Zeit mit großer Aufmerksamkeit beobachteten

totalen Sonnenfinsternisse, wie wir jetzt sehen werden, die Ueberzeugung herbeigeführt, daß die Sonne mit ihrer Photosphäre keineswegs aufhört, sondern daß selbst diese in einer gewissen Entfernung wiederum von einer durchsichtigen Atmosphäre umgeben ist, die sich aber unter gewöhnlichen Umständen nicht bemerken läßt. Die totalen Sonnenfinsternisse am 7. Juli 1842, (welche für unsere Gegenden nur partial war,) und die von Ihnen gesehene am 28. Juli 1851 waren von höchst merkwürdigen Phänomenen begleitet. Auf den ersten Anblick glaubte man an mehreren Stellen des vor der Sonne befindlichen ganz dunkeln Mondes am Rande rothe Flammen hervorbrechen zu sehen, indessen merkte man nach wenigen Augenblicken ruhiger Betrachtung, daß in diesen scheinbaren Flammen keine Bewegung war; sie erschienen vielmehr als zackige in hellem rosenrothen Lichte strahlende Gipfel von Gletschern, die sich merklich über den Mondrand erhoben. Indem man, da die Totalität eintrat, das nur mit Wachs vor die Ocularöffnung angeklebte Blendglas plötzlich durch einen leichten Druck entfernte, waren die rothen Berge sogleich, ohne daß der helle Schein um den Mond im geringsten blendete, in ihrer ganzen Pracht mit voller Deutlichkeit sichtbar. Sie bildeten mit Recht den Hauptmittelpunkt aller Erscheinungen, auf welche die Astronomen bei der letzten totalen Sonnenfinsterniß aufmerksam waren, und werden auch später vorzugsweise ein Gegenstand der Forschung bleiben, da die eigenthümliche Beschaffenheit einer die Photosphäre umgebenden Schicht noch in Hinsicht auf ihre Ausdehnung nicht ermittelt ist.

Daß die physische Beschaffenheit der Sonne vor Erfindung der Fernröhre unbekannt sein mußte, liegt am Tage, nicht weniger, daß sich unter solchen Umständen der Phantasie ein reiches Feld eröffnet. Daher sind denn auch die Ansichten über diesen Himmelskörper sehr verschieden und nähern sich nur selten zufällig der Wirklichkeit. Die Meinungen der Alten stimmen darin überein, daß sie die Sonne für ein Feuer hielten, einige für ein reines, andere für einen glühenden Stein, oder auch für eine erdige, dem Bimsstein ähnliche durchlöchernte Masse in glühendem Zustande. Durch die rasche Aenderung, welche Galilei bisweilen an den Sonnenflecken wahrnahm, kam er zu der Vorstellung, daß die Sonne von einem feinen elastischen Fluidum umgeben sei, und verglich jene wegen ihrer unvollkommenen Dunkelheit mit unsicheren in dem Fluidum schwimmenden Wolken. Andere betrachteten die Sonne als ein Feuermeer mit ungestümen Bewegungen, Abgründen, Klippen und Brandungen. Die neueste Zeit hat in Folge der erweiterten Kenntniß des Lichts auch über die Beschaffenheit

der leuchtenden Sonnen-Materie früher kaum geahnte Aufschlüsse herbeigeführt. Um diese auf eine dem Gegenstande entsprechende Weise hier mittheilen zu können, muß ich an eine Eigenschaft des Lichts erinnern, welche, im Jahre 1810 von Malus entdeckt, unter dem Namen der Polarisation bekannt ist, zumal da dieselbe auch im Verlauf dieser Vorträge die Beantwortung mancher astronomischen Fragen sehr leicht machen wird. Bereits in der zweiten Vorlesung wurde bei Gelegenheit der Theorie der Spiegeltelescope angeführt, daß ein Lichtstrahl, welcher auf eine spiegelnde Masse fällt, unter demselben Winkel zurückgeworfen wird, unter welchem er auffällt, wobei es gleichgültig bleibt, ob er unmittelbar von der Sonne oder von einer künstlichen Lichtquelle ausgeht, — ebenso, daß ein Lichtstrahl, wenn er aus einem Medium in ein anderes übertritt, welches eine von jenem verschiedene Dichtigkeit besitzt, z. B. aus Luft in Glas, in bestimmter Weise gebrochen wird. Allein sowohl jene Spiegelung als auch diese Brechung erleidet unter gewissen Umständen eine wesentliche Modification. Wenn nämlich der auf eine Spiegelfläche fallende Strahl von dieser auf eine zweite fällt, so wird er von der letzteren nicht immer in gleicher Helligkeit reflectirt. Diese Helligkeit ist von der Lage der zweiten Fläche gegen die erste und von dem Winkel, unter welchem er auffällt, abhängig. Sind beide mit ihren polirten Seiten gegen einander gerichtet und parallel, so findet keine Lichtabnahme des doppelt reflectirten Strahles Statt, wohl aber, wenn die zweite Spiegelfläche gegen die andere so gedreht wird, daß der reflectirte Strahl die Umbrehungsachse bildet. Derselbe Strahl erscheint dann bei einem bestimmten Auffallswinkel immer dunkler und erreicht die größte Dunkelheit, wenn die Reflexionsebenen beider Spiegel auf einander senkrecht stehen; bei fortgesetzter Drehung nimmt er wieder an Helligkeit zu, darauf wieder ab u. s. w. Der Winkel des Strahls gegen die Spiegelfläche, für welche diese Licht-Ab- und Zunahme am deutlichsten hervortritt, heißt der Polarisationwinkel und beträgt für Glas 35°. Außer der Polarisation durch Spiegelung giebt es noch eine durch Brechung. Nicht alle durchsichtige Körper haben nämlich die Eigenschaft, daß der gebrochene Strahl nur ein einziger ist; der isländische Kalkspath oder Doppelspath z. B. hat neben dem gewöhnlichen noch einen außerordentlich gebrochenen Strahl. Der ordentlich gebrochene bleibt stets in der Ebene der gewöhnlichen Brechung, während der andere im Allgemeinen aus derselben heraustritt; nur dann, wenn der Hauptschnitt des Krystalls mit jener Ebene zusammenfällt, bleibt auch der außerordentliche Strahl in dieser Ebene. Auf diese Eigenschaft

sieht sich das von Arago erfundene Polariskop. Dasselbe besteht nur aus einem im Innern geschwärzten Rohre, an dessen einem Ende sich statt des Objectivs eine Glimmerplatte, und am andern Ende der doppelt brechende isländische Doppelspath als Ocular befindet. Sieht man mit diesem Rohre direct nach der Sonne, so erscheinen zwei Bilder von gleicher Helligkeit und gleicher Farbe: zwei weiße Bilder. Wenn dagegen die Strahlen der Sonne nicht direct, sondern von einer spiegelnden Fläche zu uns gelangen, also wenn wir das von einem Glaspiegel oder einer Wasserfläche zurückgeworfene Bild der Sonne betrachten, so giebt das Polariskop nicht wie vorhin zwei weiße Bilder von gleicher Beschaffenheit, vielmehr erscheinen beide in den lebhaftesten Farben; wenn das eine Bild roth ist, so ist das andere grün; wenn das eine gelb, so ist das andere violett; wenn das eine orange, so ist das andere blau, d. h. die eine Farbe ist immer die Ergänzungsfarbe der andern zu Weiß. Hieraus ergiebt sich, daß das Polariskop ein sehr einfaches Mittel liefert um natürliches Licht von polarisirtem zu unterscheiden; wodurch auch in jedem einzelnen Falle die Frage beantwortet werden kann, ob ein Himmelskörper durch ein eigenthümliches oder durch reflectirtes Licht sichtbar wird. Richtet man z. B. das Polariskop nach einem Fixsterne, so zeigen die beiden Bilder des Sterns nicht die geringste Farbenverschiedenheit, richtet man es dagegen nach einem Planeten, so tritt dieselbe sogleich entschieden auf, indem die beiden Bilder in ihren Ergänzungsfarben erscheinen. Das von einem glühenden Körper ausstrahlende Licht wurde lange Zeit für ein solches gehalten, welches im Zustande des natürlichen Lichts zum Auge gelangt; dies ist jedoch nicht der Fall, indem neuere Versuche gezeigt haben, daß, wenn von der Oberfläche eines festen oder flüssigen Körpers unter hinreichend kleinem Winkel Licht ausgestrahlt wird, im Polariskope zwei farbige Bilder gesehen werden. Dagegen zeigt dasjenige Licht, welches jetzt vorzugsweise unsere Straßen, Läden und zum Theil die Zimmer erleuchtet, sich stets im natürlichen Zustande, ohne eine Spur von Polarisation. Die Materie, welche uns die Sonne sichtbar macht, einer chemischen Analyse unerreikbaar, kann nun entweder fest, oder flüssig, oder gasförmig sein, welche von diesen drei Annahmen ist gestattet? Das Fernrohr hat uns die Himmelskörper räumlich näher gebracht, das unscheinbare kleine Instrument, dessen Gebrauch so eben erklärt wurde, wagt mehr, es führt uns gar bis zur Oberfläche des Hauptkörpers unseres Systems. Daß die leuchtende Materie einem festen Körper angehöre, ist eine Annahme, die sich durch das Aufbrechen der Sonnenflecken und deren schnelle Veränderung von selbst widerlegt;

es bleiben also nur noch die beiden andern Fälle zu entscheiden. Diese Entscheidung wird aber dadurch herbeigeführt, daß beide Sonnenbilder, wenn das Polarisfop mit den größten Fernröhren in Verbindung gesetzt wird, an keiner Stelle auch nur den geringsten Farbenunterschied zeigen; glühende Körper im flüssigen Zustande zeigen sämmtlich, wie z. B. geschmolzenes Eisen und Glas, merklüche Farbenverschiedenheit; — demnach ist die leuchtende Materie, welche den Sonnenkörper umgiebt, die Photosphäre, gasförmig.

Nicht ohne Grund habe ich mir erlaubt nach den Sonnenflecken sogleich die Photosphäre zu betrachten, da die noch anzugebenden übrigen Erscheinungen sich nun mit größerer Leichtigkeit auch erklären lassen.

Gewissermaßen im Gegensatz zu den dunkeln Flecken des Sonnenkörpers stehen die vielen hellen Lichtstellen, welche sich auf der Oberfläche zeigen und von Herschel Sonnenfackeln genannt wurden; sie sind beträchtlich heller als der übrige Grund der Sonne; theils aderförmig, theils mehr in größern Massen hervortretend. Die Entdeckung dieser leuchtenden Stellen, welche von größerer Helligkeit als die ganze Sonnenoberfläche, sich eben so wie die dunkeln Flecken von einem Sonnenrande an der Oberfläche über diese hinweg bewegen und am andern verschwinden, mußte die Einwürfe entkräften, welche eine alte philosophische Schule (die Peripathetiker) gegen die Achsendrehung der Sonne erhoben hatte, indem man behauptete, die Sonnenflecken seien dunkle Körper, welche dem Sonnenkörper nicht angehörten, sondern ihn umkreisten. Einem Zufall verdanken wir die Erklärung dieser hellen Stellen. Eines Abends begab sich Arago in ein Mode-Magazin auf den Boulevards in Paris. „Ich muß mich über die Gas-Direction beschweren“, sagte der Modehändler, „meine Waaren sollten von der breiten Seite der Gasflamme aus beleuchtet werden, während ich durch die Nachlässigkeit der Angestellten das Licht oft von der schmalen Seite erhalte“. „Wissen Sie denn gewiß“, erwiderte der berühmte Physiker und Astronom, „ob die Flamme in dieser Lage weniger Licht giebt, als von der breiten Seite“? — Die meisten Anwesenden fanden diesen Zweifel sonderbar, aber Arago stellte darauf sehr genaue Versuche an und überzeugte sich, daß dieselbe Menge Licht auf einen Gegenstand fällt, wenn derselbe von der schmalen, als wenn er von der breiten Seite einer Gasflamme beleuchtet wird. Hieraus folgt unmittelbar, daß die Fläche einer leuchtenden Gasmasse von begrenzter Ausdehnung, indem man nach ihr hinblickt, heller strahlt, wenn man sie unter einem schiefen Winkel sieht als bei senkrechter Ansicht. Wenn also auf

der Sonnenoberfläche wellenartige Bewegungen entstehen denen ähnlich, welche in unserer Atmosphäre jene bekannten Wollenbildungen hervorbringen, die wir Schäfchen zu nennen pflegen, so müssen diejenigen Stellen der Lichtwolken, gegen welche wir senkrecht sehen, minder hell als die erscheinen, welche unter einem schiefen Winkel gesehen werden, d. h. die gegen die Gesichtslinie geneigten Stellen müssen heller als die andern glänzen; wir haben also auf diese Weise eine vollkommen genügende und sehr naturgemäße Erklärung der Sonnensfadeln erhalten. Sie ist ungleich einfacher als die frühere, nach welcher man sich genöthigt sah auf der Sonnenoberfläche tausende von Lichtquellen anzunehmen, deren Glanz stärker ist als der übrige Theil der Photosphäre, eine Erklärung, die, streng genommen, nicht einmal eine war, sondern nur ein anderer Ausdruck für die beobachteten Phänomene.

In Verbindung mit den Sonnensfadeln stehen die vielen leuchtenden Furchen, welche sich auf der Oberfläche zeigen und Lichtadern genannt werden. Daß die Photosphäre von minder großen, aber sehr zahlreichen Wellenschlägen in allen ihren Theilen bewegt wird, scheinen die unzähligen Poren anzudeuten, von welchen der Sonnenkörper bisweilen bedeckt ist. Man wird hier an jene Kupferfläche erinnert, die in der bekannten Punktir-Manier gearbeitet sind. Diese Poren, Narben genannt, verbergen sich jedoch den Fernröhren mittelmäßiger Größe und zeigen sich nur den mächtigsten, aber in diesen auch mit einer solchen Entschiedenheit, daß der Anblick in hohem Grade überrascht. Es ist vorhin bemerkt worden, daß die nächste, den an sich dunkeln Sonnenkörper umgebende Schicht, auf welche dann die leuchtende folgt, als eine unserer Atmosphäre ähnliche, nicht selbstleuchtende erkannt worden ist. Die Narben machten, so oft ich sie durch große Fernröhre in Berlin und Königsberg zu sehen Gelegenheit hatte, den Eindruck, als sei die Photosphäre in unzähligen Punkten durchlöchert, und würde jene dunklere auf sie folgende Schicht dadurch ebenfalls in unzähligen Punkten sichtbar, doch finde ich diese Erklärung an keinem Orte von andern Beobachtern ausgesprochen.

Bevor ich mir erlaube zur Achsendrehung der an sich dunkeln Sonnenkugel überzugehen und die Vorübergänge der untern Planeten Merkur und Venus zu betrachten, die uns zunächst beschäftigen werden, wird zum Schlusse dieses Kapitels gestattet sein einer Vergleichung der Intensität des Sonnenlichtes mit irdischen Lichtquellen zu erwähnen. Wenn man eine Kerze so hält, daß sie sich auf die der Sonne nächsten Theile der Atmosphäre projicirt, so verschwindet sie vollständig, und man sieht keine Flamme,

sondern nur den dunkeln Dacht, dies tritt also noch deutlicher hervor, wenn die Kerze scheinbar einen Theil der Sonnenscheibe bedeckt. Versuche haben ergeben, daß das Licht unserer Atmosphäre in der Nähe der Sonne ungefähr nur den 500sten Theil von dem Lichte der Sonne beträgt, aber 30mal so stark ist als das einer Kerze; hieraus folgt, daß die Intensität einer Kerze höchstens den 15,000sten Theil von dem Glanze der Sonne auf der Oberfläche unserer Erde betragen kann. Bekanntlich ist das hellste Licht, welches bis jetzt zu erzeugen möglich geworden, das electriche, hervorgebracht durch kräftige galvanische Apparate. Wenn man dieses mit dem Sonnenlichte vergleicht, so ist die Vergleichung nicht unstatthaft, denn es verschwindet keineswegs gegen dasselbe. Im Durchschnitte geben die Versuche, daß es gleichkommt dem Lichte von 3000 bis 3800 Kerzen, oder, was dasselbe ist, einem Fünftel bis einem Viertel des Sonnenlichts. Es ist aber anzunehmen, daß durch noch größere Verstärkung der angewandten Apparate das electriche Licht in Hinsicht auf seine Intensität noch gesteigert werden kann. Nimmt man das Licht einer Gasflamme gleich 9 Kerzen, so würden 1666 Gasflammen unsere Räume so erhellen, wie das Sonnenlicht es thut; man wird nämlich nicht übersehen, daß hier, wie schon bemerkt, keinesweges von der absoluten Intensität des Lichts an der Oberfläche der Sonne die Rede sein kann, sondern nur von dem Glanze auf der Oberfläche der Erde. Endlich kann ich nicht verschweigen, daß die Zahlenangaben nach meiner Meinung nur als genäherte Werthe zu betrachten sind, und spätern photometrischen Versuchen eine genauere Vergleichung des electriche Lichtes mit dem der Sonne noch vorbehalten bleibt, obgleich die Anstellung derselben eine zwiefache Schwierigkeit hat, einmal weil die Photometrie überhaupt noch nicht zu den abgeschlossenen Wissenschaften gehört, vielmehr großer Erweiterungen fähig ist, dann aber auch weil die Herstellung jenes künstlichen Lichts in großer Intensität nicht geringe Kosten verursacht, zumal wenn zahlreiche Beobachtungen die Grundlage zu ganz sichern Resultaten bieten sollen.

Von der Betrachtung der Sonnenflecken schritt man auch hier wie immer zu messenden Beobachtungen. Die Wahrnehmung, daß ein Flecken am östlichen Sonnerrande erschien, in die Scheibe eintrat, am Mittelpunkte vorüberzog, sich dann weiter westlich begab und endlich am westlichen Rande verschwand, darauf nachdem er etwa 13 bis 14 Tage sichtbar gewesen, eben so lange unsichtbar blieb, nach Ablauf dieser Zeit aber wieder am östlichen Rande zum Vorschein kam und den gemachten Weg wiederholte, ging in eine Beobachtung über, indem man an bestimmten



Tagen den Ort des Fleckens auf der Sonnenscheibe in einer Zeichnung, in welcher die Sonne durch einen Kreis dargestellt war, genau markirte und das Datum, die Stunde und Minute anmerkte, wann der Flecken die beobachtete Stelle einnahm. Indem man dies an verschiedenen Tagen wiederholte, ergab sich, daß der Flecken immer nach Verlauf von  $27\frac{1}{2}$  Tagen genau wieder an derselben Stelle ankam, woraus man den Schluß ziehen durfte, daß die Sonnenkugel es sei, welche vermöge einer Drehung um sich selbst dies scheinbare Fortrücken des auf ihr befindlichen Fleckens hervorbringe, und daß diese Drehung gleichförmig stattfände. Auf den ersten Blick möchte man vielleicht noch weiter gehen und die Umdrehungszeit der Sonnenkugel auf  $27\frac{1}{2}$  Tage setzen; hier fände aber ein kleiner Irrthum statt, denn man hätte unbeachtet gelassen, daß die Sonne außer der scheinbaren täglichen Bewegung am Himmel während 24 Stunden, zugleich noch eine ebenfalls scheinbare von Westen nach Osten hat, indem sie während eines Jahres auf diese Weise einen ganzen Kreis beschreibt. Diese scheinbare Bewegung der Sonne wird hervorgebracht durch die wahre Bewegung der Erde um die Sonne während eines Jahres, und zwar in der entgegengesetzten Richtung von Osten nach Westen. Wenn wir also den Flecken an derselben Stelle der Sonnenoberfläche wie vor  $27\frac{1}{2}$  Tagen sehen, so muß die Sonnenkugel bereits etwas mehr als eine Umdrehung um sich selbst vollendet haben, denn in der genannten Zeit ist die Erde, also auch das Auge des Beobachters, um ein beträchtliches Stück nach Westen fortgerückt. Die wahre Umdrehungszeit der Sonnenkugel ist kleiner als diese Zeit. Der Unterschied beträgt fast  $2\frac{1}{2}$  Tage, d. h. die Sonne dreht sich in ungefähr 25 Tagen um sich selbst. — Achten wir nun auf die Lage des Fleckens an verschiedenen Tagen, und nehmen zugleich an, daß er bei jeder Sonnenumdrehung an einem bestimmten Tage genau im Mittelpunkte der Sonnenscheibe liegt, so werden sich in der vorhin erwähnten Zeichnung seine verschiedenen dort eingetragenen Derter durch eine Linie sämmtlich mit einander verbinden lassen. Ist diese Linie immer eine gerade, also hier ein Durchmesser des Kreises, der die Sonne vorstellt, so geht hervor, daß die Umdrehungs-Axe der Sonnenkugel auf der Ebene der Erdbahn senkrecht steht, oder, was dasselbe ist, daß der Aequator der Sonnenkugel in die Erdbahn fällt. Die Beobachtungen haben dies aber nicht bestätigt; die Verbindungslinie der einzelnen Derter ist im Allgemeinen eine krumme von regelmäßiger Form, die Ähnlichkeit mit einem zusammengedrückten Kreise hat, eine gestreckte Ellipse. Während einer Zeit von 6 Monaten im Jahre liegt die concave

Seite dieser krummen Linie nach oben, während der nächsten 6 Monate, nachdem sie, immer schmaler geworden, sich einmal in eine gerade Linie verwandelt hat, nach unten. Der Sonnenäquator liegt also schief gegen die Erdbahn; der Winkel beträgt ungefähr 7 Grade. Zahlreiche Beobachtungen haben, indem die Dexter der Sonnenflecken durch Messungen festgelegt wurden, sowohl die beiden hier angeführten als auch die übrigen Rotations-Elemente der Sonne berechnen lassen. Die Rechnung, für welche sich äußerst einfache Vorschriften aus mathematischen Betrachtungen ergeben, macht nicht die geringste Schwierigkeit, wohl aber sind die Beobachtungen mit einer innern, nicht zufälligen Unsicherheit behaftet, weshalb auch bis in die neueste Zeit hinein die Uebereinstimmung der Resultate verschiedener Astronomen hier nicht so groß ist wie in andern Theilen der Wissenschaft. Bedenkt man aber, daß zur Unregelmäßigkeit der Begrenzung sich noch der Umstand gesellt, daß bisweilen die Flecken ihre Form schon in wenigen Stunden verändern, man also nicht ganz sicher ist, stets genau denselben Punkt wahrgenommen zu haben, so wird man schon einen Grund nothwendiger Unvollkommenheit erkennen; ein zweiter ist aber noch der, daß auch die kreisrunden, also scharf zu beobachtenden Flecken auf eine freilich nur kleine, eigenthümliche Ortsveränderung hinzudeuten scheinen.

Nachdem wir die physische Beschaffenheit des Sonnenkörpers in Betracht gezogen und auch seine Umdrehung um sich selbst als unzweifelhaft erkannt haben, drängt sich uns von selbst die Frage auf nach seiner wahren Größe, dem Raumes-Inhalte jener rotirenden Kugel. Diese Frage hängt sehr nahe zusammen mit einer andern, nämlich dieser: „wie weit ist die Sonne von der Erde entfernt?“ Die Beobachtungen haben längst gezeigt, daß an eine Bestimmung dieses Abstandes durch correspondirende Höhenmessungen des Gestirns an von einander weit entlegenen Stationen nicht zu denken ist, da jede auch die größte Entfernung zweier Punkte auf der Erde im Vergleich mit dem ungeheuern Abstände zu klein ausfällt, um sie als Grundlinie benutzen zu können. Diesen Abstand der Erde von der Sonne zu ermitteln, war man bereits im Alterthume sehr bemüht. Ich denke nicht an die auf keine Beobachtungen gestützten ganz willkürlichen Annahmen, in Folge deren Pythagoras die Sonne 3mal und Plinius 12mal so weit von der Erde setzte als den Mond, wohl aber an die sinnreiche Methode des Aristarch (260 Jahre vor unserer Zeitrechnung). Da er einsah, daß jede Entfernung auf der Erde zu klein sei, so nahm er den Abstand des Mondes von der Erde zu einer idealen

Standlinie und maß in dem Augenblicke, da der Mond halb erleuchtet ist, seinen scheinbaren Abstand von der Sonne d. h. den Winkel zwischen beiden Gestirnen. Wenn das Phänomen eintritt, bilden nämlich Sonne, Mond und Erde ein rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter Winkel am Monde liegt. Aus dem gemessenen Winkel ergiebt sich aber das Verhältniß des Abstandes des Mondes von der Erde zu dem Abstände der Sonne von derselben. Obgleich seine Meß-Instrumente noch sehr unvollkommen waren, auch schwer ist die Zeit ganz genau zu schätzen, wann das erste oder letzte Mondviertel eintritt, so fand er doch schon eine gewisse Grenze, bis zu welcher die gesuchte Entfernung sich jedenfalls erstrecken muß, wenn auch der herausgebrachte Abstand der Erde von der Sonne bedeutend zu klein ausfiel, nämlich nur 19mal größer als der des Mondes von der Erde. In späteren Zeiten kam man, mit genauern Meß-Instrumenten versehen, nach Aristarch's Methode, der Wahrheit schon bedeutend näher. Die neueren Astronomen gaben aber jenes Verfahren auf und schlugen folgenden Weg ein. Sie suchten zunächst durch correspondirende Beobachtungen die Entfernung eines Planeten, des Mars, von der Erde zu ermitteln, berechneten daraus den Abstand des Mars von der Sonne und aus diesem den Abstand der Erde von der Sonne. Dennoch wichen die einzelnen Bestimmungen, selbst die von Bradley, Bianchini und de la Hire so bedeutend von einander ab, daß man die Aufgabe als nicht gelöst betrachten mußte. Hiernach schien ein für die ganze Planetenwelt so wichtiges Element sich den Beobachtungen zu entziehen, und der lineare Maßstab im Sonnen-System unerreichbar zu bleiben. Wenn man die Anordnung des Sonnen-Systems genau untersucht, so zeigt sich oft, daß diese in sonderbarer Weise so getroffen ist, daß die wichtigsten Aufschlüsse über astronomische Gegenstände uns fehlen würden, wenn sie eine andere wäre; die Benutzung des Gegebenen wird Jahrhunderte hindurch übersehen, bis ein glücklicher Gedanke die Lösung schwieriger Probleme mit nicht geahnter Leichtigkeit herbeiführt. Der Umstand, daß die Erde nicht der dem Hauptkörper nächste Planet ist, sondern daß sich zwischen ihr und der Sonne noch die beiden, Merkur und Venus, befinden, und die Bahnen derselben unter so kleinen Winkeln gegen die Erdbahn geneigt sind, daß man beide zu Zeiten auf der Sonnenscheibe bei ihrem Vorübergange erblickt, dieser Umstand mit den Eigenthümlichkeiten, die ihn begleiten, hat die wahre Entfernung der Erde von der Sonne mit großer Schärfe zu bestimmen gestattet. Wäre der Neigungswinkel der Venusbahn größer, als er ist, so würde der Planet sich niemals in angegebener Weise zeigen können,

also auch das zweckmäßigste Mittel zur Bestimmung jenes Abstandes fehlen. Bereits gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts hatte der große englische Astronom Edmund Halley auf die Vorübergänge der untern Planeten vor der Sonne hingewiesen und seine Fachgenossen eine Methode gelehrt, nach welcher die Beobachtung dieser Erscheinungen zu einer sichern Kenntniß des Sonnenabstandes führen müsse. Er durchschaute den großen Nutzen des von ihm angegebenen Verfahrens so klar, und wußte den zu hoffenden Fortschritt so gut zu schätzen, daß er ausdrücklich sein Vaterland aufforderte, niemals vergessen zu wollen, daß er es gewesen, der jenem Gedanken Worte gegeben; nicht Großbritannien allein, die Welt wird sein Andenken bewahren!

Die Vorübergänge des Merkur finden zwar ungleich öfter statt als die der Venus, allein da diese der Erde näher ist, so sind sie es vorzüglich, welche zur Bestimmung der gesuchten Entfernung mit Vortheil benutzt werden. Da der Planet, wenn er vor der Sonne gesehen wird, von ihr kein Licht erhält, so erscheint er auf der hellen Scheibe als schwarzer, ganz scharf begrenzter kleiner Kreis. Als ich am 5. Mai 1832 den ersten Durchgang in Danzig beobachtete, — seit 1802 war keiner beobachtet worden, und von diesem nur der Austritt auf der Pariser Sternwarte, — ließ ein hiesiger eifriger Freund der praktischen Astronomie mir die Mittheilung zugehen, daß sich in seinem Fernrohre auf der Sonnenscheibe ein kleiner schwarzer Kreis zeige, der doch wohl nicht der Planet sein könne, da bis zu dem Eintritte nach der Vorausberechnung noch wenigstens eine halbe Stunde verfließen müsse. Die Wahrnehmung war richtig; der schwarze Kreis war ein Sonnenfleck, der merkwürdig genug an dem genannten Tage vollkommen rund erschien. Als später Merkur zur vorausbestimmten Stunde und Minute eintrat, unterschied derselbe sich von dem nur wenig kleinern Flecken durch eine viel tiefere Dunkelheit, und ich hatte Gelegenheit mich zum erstenmale zu überzeugen, daß, wie frühere Beobachter behauptet hatten, die Sonnenflecken keinesweges schwarz sind, sondern noch Licht reflectiren, und nur in Folge des Contrastes gegen die helle Scheibe der Sonne viel dunkler erscheinen, als sie wirklich sind. Die Beobachtung besteht bei diesen Vorübergängen darin, daß die Zeiten des Ein- und Austritts der Planetenscheibe an einer durch astronomische Beobachtungen regulirten Uhr bis auf die Secunde genau angemerkt werden; sie erfordert außer einem guten Fernrohre keinen großen Apparat und kann deshalb auch von reisenden Astronomen angestellt werden. Es liegt in der Natur der Sache, daß der Eintritt immer etwas zu spät gesehen werden

muß, da der dunkle Planet sich nur zeigen kann, wenn ein Theil desselben bereits auf der Sonnenscheibe erscheint, doch läßt sich die innere Berührung seines Randes mit dem Sonnenrande sehr scharf beobachten; ebenso beim Austritte, und hier auch das gänzliche Verschwinden. Die Regulirung der Uhr d. h. die Ermittlung des Standes und Ganges kann auch von reisenden Astronomen mittelst eines kleinern, dazu geeigneten Instruments bewirkt werden; diesem Umstande hat man die zahlreichen Beobachtungen zu danken, welche in entfernten Gegenden im vergangenen Jahrhundert angeestellt wurden. Der Nutzen der Merkur-Vorübergänge besteht in der sehr wesentlichen Prüfung der Tafeln, welche man für diesen Planeten berechnet hat, und in der Verbesserung der bekannten Elemente seiner Bahn. Aus diesen Tafeln läßt sich leicht berechnen, wann für einen bestimmten Ort der Erde die Zeit des Ein- und Austritts stattfinden muß. Werden beide Zeiten darauf später wirklich beobachtet, so muß eine Vergleichung der voraus berechneten Zeiten mit den beobachteten zeigen, in wie weit die Bahn-Elemente richtig sind, oder noch kleiner Verbesserungen bedürfen; sind zahlreiche an weit von einander entlegenen Orten der Erde angestellte Beobachtungen vorhanden, so muß auf diese Weise eine sehr wünschenswerthe Controlle des bereits Bekannten möglich werden. Nach 1832 haben noch zwei Vorübergänge des Merkur stattgefunden, deren Beobachtung ebenfalls auch bei uns durch heiteres Wetter begünstigt wurde; nämlich am 8. Mai 1845 und am 8. November 1848. In diesem Jahrhundert sind noch 6 zu erwarten, der 1ste am 11. November 1861, der letzte am 10. November 1894.

Obgleich die Venus-Durchgänge im Wesentlichen sich nicht von den hier beschriebenen unterscheiden, und die Methode dieselbe bleibt, nur daß der dunkle Körper sich als größerer Kreis auf der Sonne zeigt, so fehlen mir doch über diese Erscheinung eigene Erfahrungen, da der letzte sich am 3. Juni 1769 ereignete. Der nächste wird am 8. Dezember 1874, der dann folgende und letzte in diesem Jahrhundert am 6. Dezember 1882 eintreten. Nach 18 Jahren werden also die Astronomen wieder Gelegenheit haben die Richtigkeit der ermittelten Entfernung der Erde von der Sonne zu prüfen. Wenn diese Beobachtungen in gleicher Weise wie die frühern begünstigt werden sollten, so würde man auf eine sehr wesentliche Bereicherung der Astronomie zu rechnen haben. — Am 4. Dezember 1639 erfolgte der erste Venus-Durchgang seit Erfindung der Fernröhre, der aber nur in England und unvollkommen beobachtet wurde. Auf die beiden folgenden am 6. Juni 1761, und dem oben angeführten letzten, war man in

Folge der Aufforderung Halley's besser vorbereitet, und die Regierungen verschiedener Staaten unterließen damals nicht, die mit bedeutenden Kosten verbundenen Beobachtungen an zahlreichen und weit von einander entfernten Orten möglich zu machen; besonders wetteiferten Frankreich, England und Rußland; die Beobachtung des Venus-Durchganges im Jahre 1769 gab sogar eine wesentliche Veranlassung zu Cook's Reise nach Otaheiti. Die Resultate fielen im Allgemeinen günstig aus, und die gebrachten Opfer wurden belohnt, obgleich der französische Astronom Le Gentil, von einem merkwürdigen Mißgeschick verfolgt, den Zweck seiner Sendung verfehlte. Von seiner Regierung außersehen um den Vorübergang im Jahre 1761 in Pondichery zu beobachten, war er am 10. Juli 1760 in Isle de France kaum angekommen, als ihm die Mittheilung zugeing, daß er nicht an seinen Bestimmungsort gelangen könne, da zwischen England und Frankreich ein Krieg drohe; indessen wurde später die Erlaubniß ertheilt, in Folge welcher er sich einschiffte, um im Mai in Pondichery landen zu können; allein durch widrige Winde aufgehalten war er dort noch nicht angekommen, als er schon die Nachricht empfing, die Stadt sei in die Hände der Engländer gefallen, weshalb er umzukehren gezwungen war. Der 6te Juni kam heran, hell glänzte die Sonne beim günstigsten Wetter; er aber hatte das traurige Vergnügen, den Vorübergang der Venus vom Schiffe aus zu sehen, ohne ihn mit den an Vord nicht brauchbaren, fest aufzustellenden Instrumenten, die er mit sich führte, beobachten zu können. Durch solche Widerwärtigkeit nicht entmuthigt, faßte er nun den Entschluß, den nächsten Vorübergang im Jahre 1769 in Indien abzuwarten. Die Zeit von 5 Jahren wurde mit Reisen und wissenschaftlichen Arbeiten ausgefüllt. Eine genaue Vorausberechnung hatte ihm ergeben, daß Manilla der passendste Ort für die anzustellende Beobachtung sei, schon 1766 reiste er dorthin; allein ein Befehl seiner Regierung rief ihn nach Pondichery zurück. Nachdem er hier beinahe ein volles Jahr auf die astronomischen Vorbereitungen verwandt hatte, erhob sich an dem verhängnißvollen Tage plötzlich ein Sturm, der Himmel war während der ganzen Dauer des Venus-Durchganges bedeckt, wurde aber eine halbe Stunde darauf so heiter, wie er kurz vor dem Eintritte gewesen war. Le Gentil wird stets, wenn auch ein ungünstiges Geschick seinen Bestrebungen feindlich entgegen trat, durch seine Ausdauer eine gewisse Theilnahme erregen; denn er wählte denjenigen Weg, der unter solchen Verhältnissen der geeignetste zu sein schien. Jeder Troß gegen widerwärtige und nicht zu bewältigende Hindernisse ist, wenn er durch Unthätigkeit

sich kund giebt, ein Zeichen der Schwäche. Einzelne, wenn auch seltene Beobachtungen mögen immerhin durch Regierungs-Decrete oder bewölkten Himmel vereitelt werden, die Natur mit ihren Erscheinungen, die Wissenschaft mit ihren noch nicht gelösten Problemen werden dem eifrigen Forscher ihre reichen Schätze nicht verschließen, wenn er nur den Willen und die Kraft besitzt sie zu heben. Und in der That blickt man zurück auf die Beobachtungen über Meeresströmungen und herrschende Winde, auf die zahlreichen geographischen Ortsbestimmungen in Indien und andere astronomische Untersuchungen, die er nach zehnjähriger Abwesenheit seinem Vaterlande zurückbrachte, so vermißt man bei so gebiegener und vielfältiger Thätigkeit kaum den ursprünglichen Zweck dieser wissenschaftlichen Expedition; zumal da in Manilla nach seiner Anleitung zwei junge Astronomen das Phänomen beim schönsten Wetter beobachtet hatten.

Um nun einen Blick in die Methode selbst zu thun, denke man sich auf der Erde zwei Beobachter, einen links, den andern rechts. Ihre Standlinie sei gleichlaufend mit den Schienen einer Eisenbahn, in weiter Entfernung befinde sich ein Thurm, dessen Abstand man ermitteln will. In dem der Zug von der linken Seite herandrauft, kommt er allmählig an eine Stelle, an welcher er für den Beobachter links den Thurm verdeckt; während der andere Beobachter zur Rechten ihn noch in einer gewissen Entfernung links sieht; bald darauf verdeckt er auch diesem den Thurm. Wenn nun die Länge der Standlinie und die Geschwindigkeit des Zuges bekannt sind, wenn jeder Beobachter die Zeit notirt hat, wann er die Deckung wahrnahm, so läßt sich leicht ohne einen Winkel zu messen das Verhältniß der Entfernung des Thurms von der Standlinie zu der Entfernung der Eisenbahn von dieser Linie bestimmen. Beträgt z. B. die Länge der ganzen Standlinie 6000 Fuß, der Zeitunterschied zwischen beiden Wahrnehmungen der Bedeckung 3 Minuten, die Geschwindigkeit des Zuges eine Meile in 18 Minuten, so ist der Weg, den dieser in 3 Minuten zurückgelegt hat, 4000 Fuß; also verhält sich der gesuchte Abstand des Thurms von der Standlinie zu dem Abstände des Thurms von der Eisenbahn wie 6000 : 4000, oder der Abstand des Thurms von der Standlinie zum Abstände der Eisenbahn von der Standlinie wie 6000 : 2000 = 3 : 1, d. h. der Thurm ist dreimal so weit entfernt als die Eisenbahn von der Standlinie. Bei der Bewegung der Venus von der linken zur rechten Hand haben wir denselben Fall; hier wird zuerst der Beobachter links den Eintritt des Planeten in die Sonnenscheibe bemerken, während der Beobachter rechts ihn noch nicht, sondern erst später sieht; hat die

Venus sich fortbewegt, so daß sie für den auf der rechten Seite befindlichen Beobachter eintritt, so ist sie für den andern schon in der Sonnenscheibe selbst. Wenn nun diese beiden Zeitmomente mit einander verglichen werden, so hat man den Bogen, den der Planet auf seiner Bahn zurücklegte, denn die Umlaufszeit der Venus um die Sonne ist bekannt, und eine einfache Regelbetri läßt diesen Bogen leicht berechnen. Aus jenem Bogen ist aber der Winkel bekannt, unter welchem, von der Sonne aus gesehen, die Entfernung der beiden Orte auf der Erde, wo die Beobachter sich befinden, erscheinen muß, und nur dieses Winkels bedarf man, um den Abstand der Sonne von der Erde zu berechnen. Der große Vortheil, welchen diese Methode darbietet, besteht zunächst darin, daß man, um die Richtung der beiden Gesichtslinien zu erhalten, keines getheilten Instruments bedarf, sondern nur jener beiden Zeitangaben. Anstatt daß sonst bei einem Winkel-Instrumente eine Linie um einen Mittelpunkt gedreht werden muß, so vertritt hier die Venus-Bahn die Stelle des eingetheilten Messingkreises, der Planet den Zeiger, und die beobachtenden Zeiten geben die abzulesenden Grade, Minuten und Secunden. Eben deshalb ist auch Venus allein dazu geeignet, denn für Merkur ist jener Winkel zu klein, als daß seine Bestimmung ein genaues Resultat hoffen ließe. Ferner läßt sich leicht einsehen, daß diese Beobachtungen an Sicherheit sehr gewinnen, wenn viele Beobachter an möglichst weit von einander entlegenen Stationen das Phänomen wahrnehmen, und da nicht nur die Eintritte, sondern auch die Austritte beobachtet werden, so erhält man eine große Zahl einzelner Bestimmungen für den gesuchten Winkel, welche, wenn die Beobachtungen absolut genau wären, alle dasselbe Resultat geben müßten. Dem ist aber nicht so, denn alle Beobachtungen sind mit kleinen unvermeidlichen Fehlern behaftet; aber das Mittel aus mehreren gleich guten Resultaten wird der Wahrheit schon näher kommen als ein einzelnes. Im vorigen Jahrhunderte wurde denn auch ein solcher mittlerer Werth aus vielen Beobachtungen berechnet, doch als man später durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung sämtliche Bestimmungen so zu combiniren wußte, daß man das wahrscheinlichste Resultat erhalten konnte, gab eine auf diese Weise geführte neue Berechnung der alten Beobachtungen einen ungleich genauern Werth für die gesuchte Entfernung der Erde von der Sonne. Ende fand hiernach diesen Abstand gleich 24065 Erdhalbmessern oder 20,375000 Meilen. Hieraus ergab sich, da der Winkel, unter welchem die Sonnenscheibe von der Erde uns erscheint, mit großer Leichtigkeit und Sicherheit gemessen werden kann, der wahre Durchmesser der



Sonnenkugel gleich 192700, also mehr denn 112 mal größer, als der Durchmesser der Erde ist. Aus dem bekannten Durchmesser folgt die Oberfläche der Sonne 12600 mal so groß als die der Erde, und der körperliche Inhalt der Sonne 1,400000 mal so groß als die Erde, so daß 1,400000 Erden in der Sonnenkugel Raum finden könnten.

Ist der wahre Abstand der Sonne durch die Venus-Durchgänge bestimmt, so erhalten wir auch die wahren Entfernungen aller andern Planeten von der Erde, sobald wir das gegenseitige Verhältniß derselben kennen. Dies ist aber bekannt durch die Entdeckung der Bewegungsgeetze, welche Kepler aufstellte und prüfte; der Maasstab, den wir auf der Erde zu gebrauchen pflegen, ist also ungeachtet seiner Kleinheit angelegt auf den Bau des Universums. Aber um solche Messung wagen zu dürfen, mußten mehrere glückliche Umstände zusammentreffen. Groß waren die Kämpfe, welche Tycho und Kepler zu bestehen hatten, bevor das Ideal ihres Strebens zur Erscheinung kam; jener sank dahin, müde geworden durch vielfache Kränkungen und verbannt aus seinem Vaterlande, dieser, von seinem Vaterlande wenig beachtet, mußte in Angst, Kummer und Sorgen ein trauriges Dasein ertragen. In der nächsten Vorlesung werde ich bemüht sein, diese Kämpfe, denen zuletzt ein glänzender Sieg folgen sollte, Ihnen vorzuführen. Erstaunen erregte das Sonnen-System mit seinen mannigfaltigen Gebilden und wahrlich nicht Klein war der Lohn solcher Anstrengungen, der Bau des Weltalls war nur einmal zu entdecken, und dennoch ist jene Menge mächtiger und glänzender Körper keine bewundernswerthere Schöpfung als der Mensch, — „ein Sohn des Staubs und über Staub erhaben.“

## Fünfte Vorlesung.

Kepler und die von ihm entdeckten Gesetze. — Tycho de Brahe. —  
Planet Merkur. — Venus.

---

Nachdem wir am Schlusse der letzten Vorlesung die Methode zur Bestimmung des wahren Abstandes der Erde von der Sonne erkannt hatten, bot sich von selbst die Frage dar nach der Entfernung der andern Planeten vom Centrkörper, und so wird heute meine Aufgabe sein, die Gesetze anzugeben, welchen die Abstände und Umlaufzeiten innerhalb des Sonnen-Systems unterworfen sind. Man würde aber diesen Gesetzen einen nur untergeordneten Werth beilegen, wenn man sie nur als Mittel zu dem genannten Zwecke betrachten wollte, ihre Bedeutung ist eine bei weitem höhere, denn sie allein sind ausreichend um die Bahnen neu erscheinender Weltkörper, gleichviel ob Planeten oder Kometen, aus wenigen Beobachtungen in jedem einzelnen Falle zu bestimmen, indem sie die unregelmäßige scheinbare Bahn am Himmel auf eine einfache krumme Linie zurückführen, deren Dimensionen und Lage im Raume berechnet werden. Diese Gesetze sind von Kepler, nachdem er mehrere Hypothesen über die wahren Planetenbewegungen gemacht und verworfen hatte, durch eine glückliche Divination gefunden. In Folge dieser Gesetze ließ sich von einem Planeten aus seiner Bahn um die Sonne jene scheinbare Bewegung am Himmel zurückberechnen, welche er für das Auge des Beobachters beschreiben muß, wenn die zu Grunde gelegte Hypothese ihre Richtigkeit hat, und indem Kepler diese berechnete Bahn mit der wirklichen beobachteten verglich, erlangte er durch die Uebereinstimmung beider den Beweis für die Richtigkeit der nach ihm benannten Gesetze. Die von Tycho de Brahe angestellten zahlreichen Beobachtungen des Mars boten ein ausreichendes Mittel zur Prüfung der Hypothese, und wie dieselbe hier gelang,

so war gleiches auch später für alle andere Planeten der Fall. Man könnte aber in der Strenge der Schlüsse trotz der bis auf diesen Tag sich bestätigenden Prüfung noch leicht eine Lücke erkennen, die jeder Unbefangene zugeben würde, wenn nicht glücklicher Weise dieselbe später wäre ausgefüllt worden. Es kann nämlich der Fall eintreten, daß eine Hypothese sich lange Zeit hindurch als richtig erweist, dann aber durch minder günstige Erscheinungen als unzureichend oder gar unrichtig erkannt, entweder modificirt oder verlassen werden muß. An solchen Erfahrungen fehlt es in den Naturwissenschaften bekanntlich nicht, ich erlaube mir nur zu erinnern an die Hypothesen über das Wesen der Electricität und des Lichts. Dort mußte Franklins Annahme einer einzigen Electricität der spätern Hypothese von Symmer; hier die Emissions-Theorie der Undulations-Theorie weichen. Kann also auch nicht in Bezug auf die Keplerschen Gesetze ähnliches befürchtet werden? Wenn immerhin die bis jetzt bekannten Planeten sich ihrer gemäß bewegen, wer steht dafür ein, daß nicht ein neuer Körper des Systems sich ganz anders bewegt, als diese Gesetze vorschreiben? Dieser Zweifel, obgleich meines Wissens niemals ausgesprochen, wäre bis zum Jahre 1686 ein begründeter gewesen. In jenem Jahre aber veröffentlichte Isaac Newton sein großes Werk: „Principia philosophiae naturalis“, in welchem er die Resultate seiner Forschungen über das allgemeine Gravitationsgesetz bekannt machte, aus dem, wie sich später zeigen wird, mit Nothwendigkeit die Keplerschen Gesetze sich als einfache mathematische Folgerungen ergeben.

Zu einer Zeit, da jener Krieg, welcher 30 Jahre hindurch unser deutsches Vaterland verheerte, eben ausbrach, sehen wir einen Mann, der nicht nur vom allgemeinen Ungemach belästigt, sondern auch außerdem in verzweiflungsvoller Lage ist, mit unerschütterlichem Gleichmuth, ja sogar nicht ohne etne gewisse Naivität die Schläge des Schicksals erdulden und beharrlich dem einen Ziele nachstreben, welches er sich gesteckt hat. Am 27. Dezember 1571 wird zu Wagnstatt, einem württembergischen Dorfe eine Meile von der Stadt Weil, ein sehr schwächliches Kind geboren. Der Vater desselben zieht in den Krieg, um unter Herzog Alba gegen die Niederlande zu kämpfen, und das Kind wird in früher Jugend einer Tante zur Erziehung übergeben. Die Tante wird bald darauf der Zauberei angeklagt und verbrannt. Der Vater kehrt zurück, verliert sein kleines Verhältniß, da er sich für einen unzuverlässigen Freund verbürgt hat, gründet eine Gastwirthschaft und benützt den Knaben als Kellner. Dieser Knabe ist Kepler, der unsterbliche Entdecker der drei die Planetenbahnen bestim-

menden Gesetze. Er erkrankt bis zum Tode, von dem er nur mit Mühe gerettet wird. Kein Mutterherz schlägt ihm entgegen und freut sich seiner Genesung, denn die, welche ihn Sohn nennt, ist roh und fühllos wie seine beiden Brüder. Doch ein Zufluchtsort wird ihm geboten, er geht zu seiner geliebten Schwester Margarethe, die an einen protestantischen Prediger verheirathet ist, diese Familie ist mittellos und muß die Feldarbeiten zum Theil selbst besorgen, auch er darf sich davon nicht zurückziehen und wird in Folge übermäßiger körperlicher Arbeit bedenklich krank. Da entschließt man sich endlich ihn die Bahn der Wissenschaften betreten zu lassen; er soll Theologe werden, und im 18. Jahre tritt er auf öffentliche Kosten in das Tübinger Seminar.

Hier fand er Gelegenheit unter einem trefflichen Lehrer, Wästlin, die mathematischen Disciplinen allmählig kennen zu lernen, denen er sich um so eifriger zuwandte, als seinen Geist die Disputationen der protestantischen Theologen auf die Dauer nicht zu befriedigen vermochten. Bald übertraf er, in der Mathematik und Astronomie sich selbstständigen Arbeiten hingebend, seine Mitschüler und erreichte ein solches Ansehen, daß er im Alter von 22 Jahren zum Professor der Mathematik und Moral in Grätz ernannt wurde, auch trat er schon jetzt als Schriftsteller auf. Hier kreuzt sich nun sein Lebensschicksal in wunderbarer Weise mit dem des großen dänischen Astronomen. Tycho de Brahe\*), der viele Jahre hindurch auf der Insel Hven einen großen Schatz der genauesten Beobachtungen gesammelt hatte, wurde, nachdem sein Beschützer Friedrich II. gestorben war, und Christian IV. als Jüngling den Thron von Dänemark bestiegen, durch mächtige Feinde genöthiget nicht nur die prächtige Uranienburg, sondern auch sein Vaterland zu verlassen. Die französischen Gelehrten, welche sich mit der Geschichte der Astronomie beschäftigt haben, namentlich Bailly und in neuerer Zeit Arago, bürden die ganze Schuld des Zerwürfnisses einem dänischen Minister Walkendorf auf, der den großen Gelehrten zum Opfer eines persönlichen Hasses ersehen habe, und deutsche Geschichtsschreiber wiederholen jene Anschuldigung in ihren Compendien, ohne durch Prüfung der Quellen den wahren Thatbestand zu ermitteln. Wenn Bailly sagt: „die Namen solcher Glenden wie Walkendorf ist die Wissenschaft verpflichtet unsterblich zu machen“, so klingt das nicht übel und schmeichelt dem Ohr manches Hörers, aber die Würde der Wissenschaft verlangt auch eine genaue Prüfung ihrer Behaup-

\*) Siehe Tychos Leben im Zusätze 8.

tungen. Eine anhaltende Beschäftigung mit der Astronomie des 16ten und 17ten Jahrhunderts und die persönliche Bekanntschaft mit Ryerup, Thomson, Olaffen und Schumacher, deren ich mich einst zu erfreuen hatte, gab mir die Ueberzeugung, daß dem Minister allein die Schuld nicht beizumessen ist, sondern daß Tycho selbst einen großen, wenn nicht den größten Theil derselben trägt. Wie überhaupt unsere Kenntniß der scandinavischen Litteratur wohl noch eine sehr oberflächliche genannt werden muß, und wir von Nordamerika vielleicht mehr wissen als von dem uns so nahen Dänemark, so ist auch die Persönlichkeit und die astronomische Thätigkeit des berühmten Himmelsforschers für die Verfasser deutscher Lehrbücher in ein unerklärliches Dunkel gehüllt. Indem diese auf der einen Seite den Franzosen folgen und Tycho de Brahe als Märtyrer hinstellen, folgen sie auf der andern ihren Lehrmeistern nicht, sondern sehen in dem Vertriebenen nur einen Gegner des Copernicanischen Systems, den sie mit wenigen Worten abfertigen zu können wähnen.

Tycho's Character gehörte keinesweges zu den milben; er war nicht sanft, sondern heftig und aufbrausend. Auf die Gunst des Königs bauend fehlte ihm die Klugheit zu bedenken, wie gefährvoll ein Thronwechsel werden könne, wenn seine Feinde diesen zu benutzen geneigt sein sollten. Es ist wahr, er mußte sich sagen, daß sein Name den jener ephemeren Staatsgrößen überdauern würde, allein unvorsichtig blieb es, dies auf eine unzweideutige Weise merken zu lassen. In jener Zeit erkannten die Minister noch nicht die Verechtigung eines großen Gelehrten an, und hatten eine zu dunkle Vorstellung von dem Adel der Wissenschaft, um einen Vergleich dieses mit ihrem erbten Adel nur für möglich zu halten; man betrachtete damals die Astronomie, wie Tycho sie trieb, als eine brodlose Kunst, wie schon daraus hervorgeht, daß man keinen Anstand nahm von Seiten der Regierung einen ganz Unbekannten, Thomas Finde, Professor der Mathematik in Kopenhagen, nach der Insel Hven zu schicken um über den Nutzen und die Zweckmäßigkeit der Beschäftigungen Tycho's einen amtlichen Bericht abstaten zu können, der natürlich sehr ungünstig ausfiel und ausfallen mußte. Da die Sache so weit gediehen war, konnte der berühmte Mann natürlich nicht anders als sein Vaterland verlassen, denn jene Schmach von einem unbedeutenden Menschen controllirt zu werden, würde auch einem minder großen selbstständigen Forscher unerträglich geworden sein. Allein Tycho hatte die Rache seiner Feinde während einer Reihe von Jahren, man möchte sagen, heraufbeschworen. Daß er seine Bauern mit Härte behandelte, möchte noch hingehen, er folgte

darin wohl nur dem Beispiele des damaligen Abels, daß er aber sich in Religionsangelegenheiten mischte, indem er dem Pfarrer seiner Insel befahl bei Taufen den Teufel nicht auszutreiben, war schon gefährlicher, und bot in jener finstern Zeit einen sehr erwünschten Anknüpfungspunkt zu endlosen Streitigkeiten; daß er ferner die Kopenhagener Aerzte empörte, indem er wagte, selbstgebraute Tränkchen an arme Kranke unentgeltlich zu verabreichen, die zu Hunderten nach der Insel strömten, um dort eine Hilfe zu suchen, die ihnen nach ihrer Meinung in der Hauptstadt nicht geleistet werden konnte, war selbst bei einer nicht geordneten Sanitäts-Polizei unverantwortlich, und hat nicht wenig zu seinem Sturze beigetragen. Endlich machte ein Schreiben an den König, welches er von Holstein aus absandte, obgleich es nichts ungeziemendes enthielt, sondern nur die Diener des Monarchen in ihrem Thun und Lassen der Wahrheit gemäß schilderte, eine im Stillen noch immer gehoffte Zurückberufung unmöglich. Allein es war beschlossen, daß dieser König seiner Wissenschaft, trotz der Gleichgültigkeit eines Königs der Erde, der ihn nicht verstehen konnte und fallen ließ, auch äußerlich seine Würde behaupten sollte. Der deutsche Kaiser Rudolph II. rief ihn zu sich nach Prag. Wie auch die Weltgeschichte über diesen Regenten urtheilen möge, die Geschichte der Wissenschaft, nicht nur seiner Lieblingswissenschaft der Astronomie, hat diese That mit unvergänglicher Schrift in ihre Bücher eingetragen. Hier handelt es sich nicht um eine persönliche Gunstbezeugung, die ein Fürst jedem erweisen kann, sondern um eine der ersten Hulbigungen, die dem Genie als solchem auf deutschem Boden zu Theil wurde. Der Kaiser hatte die größeren Arbeiten Tycho's studirt, er wußte, daß ein kühner Eroberer auf geistigem Gebiet ihm gegenüberstand. Und schon in der ersten Audienz bald nach des Astronomen Ankunft wurden nicht etwa Wünsche erwartet, sondern selbst die kühnsten als gewährt betrachtet, und bald erhob sich eine zweite Uranienburg noch prächtiger als die, von der sein Vaterland ihn vertrieben hatte. Aber war es Ahnung des nicht fernen Todes, oder war seine Kraft durch die erlittenen Kränkungen gebrochen, Tycho's Stimmung konnte nur vorübergehend sich wieder heben. Selbst seine Beobachtungen stellte er nicht mit dem früheren Eifer an, obwohl der Kaiser jeder Laune mit seltener Bereitwilligkeit zu willfahren geneigt war. Wenn jemals, so sieht man in diesem Falle, daß äußere Hilfsmittel, wenn sie auch in reicher Fülle vorhanden sind, nicht die fehlende Begeisterung ersetzen können, die durch anhaltende Thätigkeit und rücksichtslose Verfolgung eines bestimmten Zieles ihren Ausdruck gewinnt; die in Deutschland gemachten Beob-

achtungen können niemals mit seinen frühern verglichen werden, die er aus Dänemark mitgebracht hat, und ganz irthümlich ist es, wenn man jene als eine Fortsetzung dieser betrachtet.

Im Jahre 1597, da die Religionsverfolgungen in Steiermark begannen, und das Loos der Ausweisung auch den protestantischen Kepler traf, wurde dieser als Gehülfe Tycho's nach Prag berufen. Man würde sehr irren, wenn man sich das Zusammenleben der beiden größten Astronomen ihrer Zeit als ein freundschaftliches vorstellen wollte. Weit entfernt, die Rücksicht, welche er als Gelehrter stets für sich in Anspruch nahm, auch für andere gelten zu lassen, war Tycho in seinem Benehmen gegen Kepler oft auf unerträgliche Weise rauh und abstoßend, so daß dieser selbst bei einer Gelegenheit ganz offen erklärt, Tycho sei ein Mann, mit dem man nicht leben könne, ohne sich steten Beleidigungen auszusetzen. Anstatt seinen Einfluß zu benutzen, um seinem Mitarbeiter die versprochene Besoldung regelmäßig zu verschaffen, läßt er sich von Keplers Frau wöchentlich wenige Gulden zur Bestreitung der nothwendigsten Wirthschaftsbedürfnisse abbeteln, und schickt seinen treuen Gefährten unaufhörlich zu den kaiserlichen Zahlmeistern, die ihn wiederkommen heißen, wenn die leeren Kassen gefüllt sein würden. Ueberhaupt scheint damals eine Bevorzugung der Ausländer in Deutschland vor den Eingebornen nicht ungewöhnlich gewesen zu sein, während man dem Dänischen Astronomen unweigerlich die versprochene Zahlung leistete, mußte der Deutsche sich an Geduld gewöhnen. Nachdem Tycho am 24. Oktober 1601, erst 55 Jahre alt, gestorben war, ernannte Rudolph II. den bisherigen Gehülfen Kepler zum Hofastronomen; als solcher begleitete er auch 12 Jahre später den Kaiser Matthias auf den Regensburger Reichstag, um in Angelegenheiten der Kalenderverbesserung sein eingefordertes Urtheil abzugeben; allein diese Ehrenbezeugungen waren nur äußerlicher Art, und da ihm alle Mittel fehlten, so sah sich der Hofastronom genöthiget, kleine Kalender mit Prophezeihungen an das Volk zu verkaufen, — man war ihm 12,000 Thlr. Gehalt schuldig. Bald darauf blieb ihm nichts anderes übrig als eine mathematische Professur am Gymnasium zu Linz anzunehmen. Doch auch hier war ihm keine ununterbrochene ruhige Beschäftigung mit den Arbeiten vergönnt, welche einst seinen Ruhm für ewige Zeiten über den Erdbreis verbreiten sollten. Schon im Jahre 1615 wurde seine Mutter der Hexerei beschuldigt, und ein Prozeß gegen die alte Frau eingeleitet, der erst im Jahre 1620, nachdem Kepler sich persönlich von Linz nach Stuttgart begeben hatte, sein Ende erreichte. Hätte er länger

gesäumt, so wäre das Urtheil ohne Zweifel vollzogen worden, nur mit großer Mühe rettete er sie vom Scheiterhaufen. In diese fünf Jahre fällt merkwürdig genug die Entdeckung der nach ihm benannten Gesetze; ein weniger starker Geist würde unter solchen Umständen die umfangreichen und beschwerlichen Berechnungen der Uranienburger Beobachtungen wohl nicht zu Ende geführt haben. — Nach Linz zurückgekehrt behandelte man ihn allgemein als den Sohn einer Hure mit Verachtung, so daß er sich genöthigt sah Oesterreich zu verlassen. Nur während kurzer Zeit stand er darauf im Dienste Wallensteins. Der Herzog war den astrologischen Träumereien in so hohem Maße ergeben, daß Kepler ihm für die Dauer nicht genügen konnte, obgleich der große Mann sich doch herabließ, das Horoscop Gustav Adolphs zu stellen, und aus Klugheit die Astrologie als eine der Astronomie ebenbürtige Wissenschaft anerkannte. Wallenstein entließ ihn und ernannte den italienischen Astrologen Seni zum Nachfolger des unsterblichen Astronomen, ohne jedoch die rückständige Befoldung auszahlten. Als Kepler endlich, man muß sich wundern, daß es nicht früher geschah, am 15. November 1630, 59 Jahre alt, durch den Tod von allen Drangsalen erlöst wurde, hinterließ er 22 Thaler, einen Rod, zwei Hemden, mehrere Exemplare seiner Ephemeriden, und eine unbezahlte Forderung von 29000 Gulden, welche dieselben deutschen Fürsten, deren Lieblingsneigung er gedient hatte, ihm schuldeten.

So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen,  
 Als Kepler stieg — — und starb in Hungersnoth:  
 Er mußte nur die Geister zu vergnügen,  
 Drum ließen ihn die Körper ohne Brod.

Doch Kästner hat Unrecht, wenn er sagt, man habe jenem nichts gegeben. Im Jahre 1808 ließ Dalberg, der Coadjutor von Mainz und Bischof von Regensburg, im Botanischen Garten daselbst dem Andenken Keplers ein Monument von Stein errichten. Wenn jener Philosoph des Alterthums in dem Erstreben des Nachruhms den Beweis für die Unsterblichkeit der Seele sah, so gedachte er wohl nicht der hohen Genüsse, die jedem für seine Wissenschaft oder Kunst Begeisterten schon hier zu Theil werden, wie denn überhaupt die Beweise für ein Leben jenseit des Grabes ohne Ausnahme, sie mögen von Alten oder Neuen gegeben sein, leicht erschüttert werden können. Die Ueberzeugung ewiger Fortdauer soll aber, meine ich, nicht bewiesen werden, und ist wohl ein Gefühl, welches seine Berechtigung durch sich selbst erhält gleich der Kindes- oder Gattenliebe, ein Geschenk der Gottheit, welche den Menschen als denkendes und fühlen-



des Wesen schuf, sie gehört mehr dem Herzen als dem Verstande. Ob selbst ein Geist wie Keplers auch im wörtlichen Sinne unsterblich war, wird Niemand verneinen, aber auch Niemand beweisen können. Wie tief indeß das Gefühl einer Fortdauer seine Wurzel zu schlagen vermag, sehen wir an dem im vorigen Jahre in Göttingen verstorbenen Carl Friedrich Gauß, der durch sein großes Werk über die Theorie der Bewegung der Himmelskörper sich den Beinamen eines Kepler des 19ten Jahrhunderts errungen hat. „Es giebt“, sagt der größte aller Mathematiker, „in dieser Welt einen Genuß des Verstandes, der in der Wissenschaft sich befriediget, und einen Genuß des Herzens, der hauptsächlich darin besteht, daß die Menschen einander die Mühsale, die Beschwerden des Lebens sich gegenseitig erleichtern. Ist das aber die Aufgabe des höchsten Wesens, auf gesonderten Kugeln Geschöpfe zu erschaffen und sie, um ihnen solchen Genuß zu bereiten, 80 oder 90 Jahre existiren zu lassen, so wäre das ein erbärmlicher Plan, das Problem wäre schlecht gelöst. Ob die Seele 80 Jahre oder 80 Millionen Jahre lebt, wenn sie einmal untergehen soll, so ist dieser Zeitraum doch nur eine Galgenfrist. Endlich würde es vorbei sein müssen. Man wird daher zu der Ansicht gedrängt, für die ohne eine streng wissenschaftliche Begründung so vieles andere spricht, daß neben dieser materiellen Welt noch eine andere zweite rein geistige Weltordnung existirt, mit eben so viel Mannigfaltigkeiten als die, in der wir leben, — ihrer sollen wir theilhaftig werden.“ Dieses himmlische Bewußtsein hat die Seele des großen Denkers getränkt und genährt bis zu jener stillen Mitternacht, in der auch sein Auge sich für ewig schloß.

Von dem Wunsche befeelt die Aufgabe, welcher wir uns jetzt nähern, in einer dem geehrten Zuhörerkreise ansprechenden Weise zu lösen, erlaube ich mir die Keplerschen Forschungen, in sofern sie die Planeten-Bewegungen betreffen, dadurch klar zu machen, daß ich, den historischen Entwicklungsgang der Ideen allmählig verfolgend, die Resultate eigener Studien Ihnen zur Beurtheilung vorlege. Dem Copernicanischen System, nach welchem die Erde und alle andere Planeten sich in Kreisen bewegen sollten, in deren gemeinschaftlichem Mittelpunkt sich die Sonne befände, stand das Tychonische gegenüber. Tycho nahm mit Copernicus die Bewegung der Planeten um die Sonne ebenfalls an, dachte sich aber die Erde als fest und ließ um dieselbe als Mittelpunkt die Sonne mit ihrem Gefolge sich drehen, er wich also darin vom Thorner Astronomen ab, daß er mit unserm Planeten eine Ausnahme machte und diesen selbst in das Centrum des Sonnen-Systems versetzte. Er starb mit der Ueberzeugung,

daß seine Hypothese durch Berechnung der Uranienburger Beobachtungen ihre Bestätigung erhalten werde, und forderte auf dem Sterbelager seinen Gehülfen in den rührendsten Ausdrücken auf, diese Berechnungen anzustellen. Wie kam es, daß der große Himmelforscher sich noch nicht zu der neuen Lehre bekehrt hatte? Man erklärt diese Weigerung theils durch Eitelkeit und Eigensinn, theils durch religiöse Bedenken, da die heilige Schrift, dem Wortlaute nach, mit einer Bewegung der Erde im Widerspruch ist. Diese Erklärung ist einseitig. Allerdings war Tycho's Character, wie bereits vorhin zugegeben wurde, nicht frei von menschlicher Schwäche, auch war er, wofür viele Thatsachen sprechen, ein wahrhaft frommer Mann und nicht gleichgültig gegen die Offenbarungen der Schrift, allein er kämpfte noch auf ganz anderem Felde mit Waffen, die ihm die Anhänger des Copernicus nicht zu entreißen vermochten. In einer frühern Vorlesung haben wir gesehen, daß die Fixsterne uns nur in Folge einer optischen Täuschung unter einem merklichen Durchmesser als Scheiben erscheinen, und daß auch bei den hellsten diese Scheibe in Wahrheit nur ein leuchtender Punkt ist. Zu Tycho's Zeit war diese Eigenschaft aber noch unbekannt, und selbst Kepler schätzte den scheinbaren Durchmesser des Sirius so groß, daß er denselben ungefähr nur 8mal kleiner als den des Mondes annahm, also 64 Sirius-Scheiben auf die volle Mondscheibe rechnete. Hiernach mußte der wahre Durchmesser der Sterne wenigstens 50mal so groß als der des Sonnenkörpers, also eine Sternkugel 125tausend mal größer als unsere Sonnenkugel sein. Die Annahme vieler Tausende von Himmelskörpern, von denen jeder eine so ungeheure Größe besitzen soll, hat aber in sich etwas gar zu Unwahrscheinliches. Nach Erfindung der Fernröhre fiel dieser Einwurf zwar weg, aber damals hatte er noch seine unbestreitbare Geltung und Tycho konnte nicht widerlegt werden.

Nachdem Kepler der unumschränkten Benutzung der Beobachtungen sich hingeben durfte, versuchte er zunächst aus ihnen die Richtigkeit des Tychonischen Systems zu ermitteln. Daß er dies that, ist sehr leicht auszusprechen, aber es ist, wie bereits früher erwähnt wurde, dem Menschen nur gegeben auf dem dornenvollen Wege langwieriger Rechnungen eine Vergleichung aufgestellter Hypothesen mit den Bewegungsgesetzen der Natur zu bewerkstelligen. Diese Rechnungen, die an sich schon schwierig und zeitraubend sind, waren damals noch ungleich weitläufiger als heute, indem die Logarithmen, durch welche die Arbeit ungemein abgekürzt werden kann, noch nicht erfunden waren, auch gehörten starke Nerven dazu um mit

solchen Unterbrechungen, wie die oben angegebenen, das Angefangene bis zum Ende durchzuführen. Kepler setzte es durch und gewann zunächst das negative Resultat, daß Tycho's System unhaltbar sei. Jetzt fing er an die Hypothese des Copernicus zu prüfen. Bald gaben die für ihre Zeit bewundernswürdig genauen Beobachtungen zu erkennen, daß die Ebenen der Planeten-Bahnen in der That sämmtlich durch die Sonne gehen, die Sonne also als Centrum des Systems anzusehen ist. Am einfachsten war nun die Annahme, daß die Planeten um die Sonne sich in Kreisen bewegen, in deren Mittelpunkte die Sonne steht; doch die Rechnung bestätigte dies nicht. Nun setzte er den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der kreisförmigen Bahnen nicht in die Sonne selbst, sondern etwas zur Seite, aber auch diese Hypothesen excentrischer Kreise wollten sich nicht mit den Beobachtungen vereinigen lassen. Jetzt stand fest, daß die krummen Linien, welche die Planeten beschreiben, nicht Kreise sein können, und es kam darauf an, die Form derselben zu errathen. — Es giebt ein bekanntes mechanisches Mittel um einen Kreis ohne den Gebrauch des Zirkels mittelst eines Fadens zu beschreiben, den man an einem Ende auf die Tafel oder das Papier befestigt und dessen anderes Ende man mit der Kreide oder einem andern Zeichenstifte umherführt, indem der Faden selbst stets gleich stark angezogen wird; der befestigte Punkt des Fadens wird dadurch Mittelpunkt des gezeichneten Kreises. Nehmen wir statt eines festen Punktes auf der Tafel deren zwei an, die durch eingeschlagene Stifte bezeichnet sind, legen um beide einen Faden, ziehen ihn darauf straff an, und beschreiben, indem wir die Kreide in diesem nun geschlossenen Faden herumführen, eine krumme Linie, so wird dieselbe zwar kein Kreis sein, allein wenn jene beiden festen Punkte einander sehr nahe liegen, so wird sie einem Kreise sehr nahe kommen, da, wenn beide Stifte in einen zusammenfallen, genau ein Kreis entsteht. Kepler fand, daß die Planeten sich in solchen Linien bewegen, und zwar so, daß die Sonne in einem jener festen Punkte steht. Die krumme Linie, welche man auf so leichte Art mechanisch erzeugen kann, wird Ellipse genannt, die beiden festen Punkte heißen in Folge einer optischen Eigenschaft ihre Brennpunkte, in der Mitte zwischen beiden liegt der Mittelpunkt, sie hat die Form eines zusammengedrückten Kreises, und man erhält sie genau, wenn man einen von einer Kerze beleuchteten Kreis etwas schräg gegen eine Wand hält; der Umriss des Schattens ist eine vollkommene Ellipse. Das erste Kepler'sche Gesetz lautet demnach:

„Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, die Sonne steht in einem Brennpunkte.“

Die längliche Form der Planetenbahnen bringt offenbar mit sich, daß ein Planet während seines Umlaufs in verschiedene Entfernungen von der Sonne gelangt, einmal wird er ihr am nächsten, dann nach zurückgelegtem halben Umlaufe von ihr am weitesten entfernt sein; das Mittel zwischen dem kleinsten und größten Abstände von der Sonne nennt man die mittlere Entfernung, auch die halbe große Ase der Bahn. Die Ungleichheit der Abstände macht es natürlich, daß der Planet sich, wenn er der Sonne näher steht, rascher bewegen muß, als in weiterer Entfernung, die Bewegung kann daher keine gleichmäßige sein, d. h. die in gleichen Zeiten beschriebenen Bahn-Stücke können nicht gleiche Größe haben. Denken wir uns z. B. den Planeten nach einander an drei verschiedenen Stellen seiner Bahn; um von der ersten zur zweiten zu gelangen, habe er 10 Tage, von der zweiten zur dritten 50 Tage gebraucht, die eine Zwischenzeit ist also 5mal größer als die andere, aber man darf nicht schließen, daß der letzte Weg auch 5mal größer als der erste sei, was nur bei gleichförmiger Bewegung der Fall sein würde. In welchem Verhältnisse stehen aber in der elliptischen Bahn die Zwischenzeiten? Viele Annahmen wurden gemacht, durch Rechnung geprüft, und nachdem sie nicht stichhaltig gefunden, zuletzt verworfen. Denken wir uns für einen Augenblick, die Planetenbahn sei kreisförmig und die Sonne im Mittelpunkte, dann würden gleichen Zeiten gleiche Stücke des Kreises entsprechen, auch würden die von dem Halbmesser des Kreises in gleichen Zeiten beschriebenen Flächenräume, gebildet von zwei Radien und dem dazwischen liegenden Bogen, welche man Ausschnitte oder Sektoren nennt, gleiche Größe haben. Kepler kam hierdurch auf den Gedanken: zu untersuchen ob bei der wahren elliptischen Bahn vielleicht die Gleichheit solcher Flächenräume sich erhalte, da die der Bogen offenbar verloren gehen müsse, und wirklich zu seinem großen Erfrauen entdeckte er als zweites Gesetz:

„die in gleichen Zeiten beschriebenen Ellipsen-Ausschnitte behalten stets gleiche Größe.“

Auf diese beiden Gesetze gründete er die ferner anzustellenden Rechnungen. Sie waren und sind vollkommen ausreichend, um die Bahnen der Planeten in Hinsicht auf ihre Form und ihre Lage im Weltraume aus den Beobachtungen zu ermitteln. Nachdem er so glücklich gewesen war, wie man sieht, nicht ganz zufällig, sondern in Folge planmäßiger Combinationen so weit zu kommen, blieb noch eine Frage zu beantworten. Die geehrten Anwesenden werden bemerkt haben, daß die beiden angeführten Gesetze sich immer auf die Bewegung irgend eines Planeten in der ihm

zugehörigen Lage beziehen, auch fand Kepler sie nicht nur für Mars, sondern auch für die andern bestätigt. Die Umlaufzeiten der ältern Planeten waren längst mit einer den Beobachtungen vollkommen entsprechenden Genauigkeit bekannt. Schon die Alten hatten seit Jahrhunderten den Lauf dieser Körper, wie er am Himmel sich darstellt, ins Auge gefaßt, und indem sie einen in der Nähe eines hellen Fixsterns stehenden Planeten verfolgten, bis er wieder an derselben Stelle des Himmels ankam, wo er vor Jahren gesehen wurde, die Umlaufzeiten ermittelt. Kepler stellte sich nun die Frage: „in welchem Verhältnisse stehen die Umlaufzeiten zweier Planeten zu den mittlern Entfernungen von der Sonne?“ War dies Verhältniß einmal herausgebracht, so mußte auch die Vertheilung jener Himmelskörper im Weltraume und ihre verhältnißmäßige Entfernung von der Sonne bekannt werden, also der ganze Bau des Sonnen-Systems sich vor dem geistigen Auge entfalten, und die wahre, in Meilen ausgedrückte Entfernung auch nur eines Planeten die wahren Entfernungen aller übrigen ergeben. Das hier waltende Gesetz bildete gewissermaßen den Schlüsselstein des ganzen Gebäudes, entzog sich dasselbe, so blieb auch die Kenntniß des ganzen Systems nothwendiger Weise unvollständig. Von der Bedeutung dieses Gesetzes so ergriffen, daß er stets an dessen Auffindung dachte, konnten die oben geschilderten traurigen Ereignisse ihn nicht abhalten, immer auf denselben Gegenstand zurückzukommen und eine Hypothese nach der andern in der bekannten Weise durch mühselige Rechnungen mit der Wirklichkeit zu vergleichen, aber eine lange Zeit hindurch blieben alle Versuche ohne Erfolg. Endlich kam er auf den Gedanken die Umlaufzeiten zu quadriren, und die Entfernungen von der Sonne zu cubiren, d. h. er dachte sich zwei Quadrate, in welche die Umlaufzeiten zweier Planeten durch Seiten dargestellt waren, und zwei Würfel deren Kanten respective den Entfernungen von der Sonne gleich waren. Die hohe Bedeutung des Gegenstandes für die Astronomie wird vielleicht zu meiner Entschuldigung beitragen, wenn ich mir erlaube, jenen Gedanken an einem bestimmten Beispiele deutlicher hervortreten zu lassen, zumal da es auf eine absolute Genauigkeit der anzugebenden Zahlenverhältnisse nicht ankommt, um das Verfahren zu durchdringen. Die Umlaufzeit des Mars beträgt mit Weglassung der Stunden und kleinern Zeittheile 686 Tage, die der Erde 365 Tage. Denken wir uns zwei Quadrate gezeichnet, von denen die Seite des einen 365 Zoll, die andere 686 Zoll groß ist, so geben diese beiden Flächenräume eine Anschauung von dem Verhältniß der Quadrate der Umlaufzeiten beider Planeten, wobei die Einheit offen-

bar ganz gleichgültig bleibt und statt des Fusses der Fuß, die Meile oder irgend eine andere Einheit gewählt werden kann. Denken wir uns ferner zwei Würfel, deren körperliche Räume sich eben so zu einander verhalten wie jene beiden Quadrate, so suchte Kepler die Annahme zu prüfen, ob vielleicht das Verhältniß der beiden Entfernungen, nämlich der Abstand der Erde und der Abstand des Mars von der Sonne sich so verhielten, wie die Kante des einen Würfels zu der des andern. Diese Hypothese verfolgte er ebenfalls wie die aufgegebenen durch Rechnung, und zu seinem Erstaunen fand er, daß die Wirklichkeit mit ihr übereinstimmte. Dieses Verhältniß zeichnet sich aber durch eine so große Einfachheit aus, daß diese ihn überraschte und unsicher machte. Sollte der so lange vergebens gesuchte Zusammenhang in der That ein so einfacher sein, daß zwei der bekanntesten räumlichen Gebilde, Quadrat und Würfel, ihn ergeben? Hatte er während der weitläufigen Rechnungen vielleicht einen logischen Kreis gemacht, indem er während der Prüfung der Hypothese dieselbe statt einmal einzuführen zweimal benutzt hatte? Dann konnte die Uebereinstimmung auch keine wahre, sondern nur eine scheinbare sein, und er hatte sich getrrt. Deshalb unternahm er sämtliche Rechnungen noch einmal mit der größten Ruhe und Vorsicht, von jeder einzelnen Zahl sich die strengste Rechenschaft abfordernd, — und siehe, die Rechnung gab genau wieder dasselbe Resultat; das dritte Gesetz:

„die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich wie die Würfel der mittleren Abstände von der Sonne,“

war entdeckt, der höchste Triumph menschlichen Scharfsinnes und menschlicher Ausdauer wurde gefeiert! „So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen!“ Spätere Astronomen konnten nur die Rechnungsmethode vereinfachen und dies hat namentlich Gauss in hohem Grade gethan, so daß jetzt die Berechnung einer Planeten-Bahn keine große Schwierigkeiten hat, aber selbst er konnte im Wesentlichen nichts hinzufügen, die Einrichtung des Sonnen-Systems war erkannt, die Bewegungsgesetze waren ermittelt.

Bevor wir uns nun der Beschreibung der einzelnen Planeten und ihrer Trabanten in Beziehung auf ihre physische Beschaffenheit zuwenden, wird eine Angabe dieser Himmelskörper, in der Reihenfolge, wie sie von der Sonne absteigen, die Uebersicht über das ganze System erleichtern. Zwischen der Erde und der Sonne bewegen sich um diese die beiden untern Planeten, zunächst Merkur, dann Venus. Diejenigen, welche weiter als die Erde vom Centrafkörper absteigen, hat man obere Planeten

genannt. Auf die Erde mit ihrem Begleiter, dem Monde, folgt Mars, dann kommt eine Schaar kleiner Planeten, von denen jetzt fast in jedem Jahre einige entdeckt werden, dann Jupiter mit seinen 4 Trabanten, Saturn mit 8, Uranus mit 6, Neptun mit 2 Trabanten. Nicht nur die Planeten selbst folgen den Kepler'schen Gesetzen, sondern auch die Trabanten bewegen sich um ihren Hauptkörper nach denselben; für diese Begleiter vertritt der Planet, den sie umgeben, die Stelle der Sonne. Ein solches Trabanten-System ist also im verkleinerten Maasstabe ein Abbild des Sonnen-Systems, nur ist es demselben untergeordnet, gleichsam ein nicht ganz selbstständiger Staat in einem größern, indem die absolute Monarchie durch die Herrschaft der Sonne vertreten wird. Die zahlreichen Kometen endlich gehören mit zu diesem großen Verbände und gehorchen ebenfalls den Kepler'schen Gesetzen. Diese Himmelskörper unterscheiden sich von den Planeten nur durch ihre physische Beschaffenheit. Daß so häufig neue entdeckt werden, giebt jetzt nicht mehr wie früher ein Unterscheidungszeichen, da auch die wirkliche Anzahl der kleinen Planeten ganz unbestimmt ist, indem auch hier, wie schon bemerkt, von Zeit zu Zeit immer neue hinzukommen, man also aus der Zahl der bis jetzt bekannten nicht auf die der überhaupt erschaffenen schließen darf.

Es ist eine nothwendige Folge der elliptischen Bewegung, daß die beiden unteren Planeten von der Erde aus gesehen bald links bald rechts von der Sonne erscheinen müssen, wenn sie nicht ganz in der Nähe derselben dem unbewaffneten Auge unsichtbar bleiben. Wenn Merkur aus den Strahlen der Sonne hervortritt und kurz nach ihr untergeht, so bewegt er sich in Bezug auf die Sterne von Westen nach Osten. Wenn sein scheinbarer Abstand von der Sonne etwa 36 Sonnendurchmesser erreicht, so scheint er sich der Sonne zu nähern, er ist dann in seiner größten Entfernung, seiner größten Elongation; er bewegt sich nun in entgegengesetzter Richtung und verschwindet nach einiger Zeit für das bloße Auge. Einige Tage darauf bemerkt man ihn kurz vor Sonnenaufgang, er entfernt sich immer weiter bis er seinen frühern Abstand erreicht, scheint dann stille zu stehen, worauf er von Westen nach Osten weiter geht, um einige Zeit darauf sich in der hellen Morgendämmerung zu verlieren. Die Dauer von der größten östlichen bis zur größten westlichen Ausweichung und von dieser bis zur Rückkehr in die ursprüngliche Stellung beträgt im Mittel 118 Tage. Betrachtet man ihn während seines Umlaufs durch ein stark vergrößerndes Fernrohr, so zeigt er sich zunächst der Sonne fast als glänzende kreisrunde Scheibe, wie ein kleiner Vollmond; während er aber von

der Sonne weiter rückt, nimmt die östliche Seite ab, die westliche aber behält ihre runde Form vollständig, in der größten Elongation erscheint er genau als Halbkreis, sowie unser Mond zur Zeit des ersten Viertels: seine westliche Seite ist kreisrund, die östliche eine gerade Linie. Später wird diese gradlinige Seite hohl, man sieht ihn als immer schmaler werdende Sichel, sowie unsern Mond vor dem ersten Viertel. Endlich wenn er Abends in den Sonnenstrahlen verschwindet, ist die Sichel äußerst schmal. Betrachtet man den Planeten, wenn er morgens aus den Strahlen der Morgendämmerung hervortritt, so zeigt er dieselben Lichtgestalten, nur in entgegengesetzter Richtung; bei der größten westlichen Elongation ist er dem letzten Viertel unseres Mondes ganz ähnlich, der östliche Halbkreis scharf begrenzt, die westliche Grenze eine gerade Linie, welche allmählig eine Höhlung erhält, bis er wieder als ganz schmale Sichel allmählig verschwindet. Diese verschiedenen Lichtgestalten, Phasen genannt, sind nichts anderes als Folgen der Bewegung des Himmelskörpers um die Sonne; in der Wirklichkeit ist immer eine Hälfte der Merkurs-Kugel von der Sonne beleuchtet, die andere nicht, und die verschiedenen Stellungen beider gegen unser Auge bewirken den Uebergang von der beinahe kreisrunden zur Sichel-Form. Er vollendet seine elliptische Bewegung nicht in der Ebene der Erdbahn, die Merkurs-Bahn ist gegen diese unter einem Winkel von  $7^{\circ}$  geneigt, woher es kommt, daß die Vorübergänge vor der Sonnenscheibe, von denen bereits die Rede war, nur selten eintreten. Die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne ist in neuester Zeit durch Leverrier sehr genau bestimmt (7,895125 also) nahe 8 Millionen Meilen. Die Zeit, in welcher Merkur einmal in seiner wahren Bahn herumkommt, oder seine siderische Umlaufzeit beträgt (87,97 Tage, also) nahe 88 Tage. Es ist offenbar, daß der Planet wie alle andere halb der Erde näher, halb von ihr weiter entfernt sein muß. Wenn er uns am nächsten ist, also am größten erscheint, steht er nur 11 Millionen, wenn er am weitesten entfernt ist und am kleinsten erscheint, aber 30 Millionen Meilen von der Erde ab. Der wahre Durchmesser der Merkurs-Kugel ist nach den genauesten Bestimmungen auf der Königsberger Sternwarte 671 Meilen. Der Planet ist also bedeutend kleiner als die Erde. Gewiß hat es, wie schon Laplace bemerkte, einer langen Reihe von Beobachtungen bedurft, bevor man die beiden Sterne, von denen sich der eine nach Sonnenuntergang, der andere vor Sonnenaufgang zeigte, als einen und denselben erkannte, wobei vielleicht der Umstand, daß sie nie an demselben Tage gesehen wurden und, wie wir jetzt wissen, gesehen



worben konnten, zu Hilfe kam; auch nannten die Griechen den in der Frühe des Tages erscheinenden Planeten Apollo, den andern am Abende sichtbaren Merkur. Der Planet wird jetzt auf den Sternwarten meistens nur dann beobachtet, wenn er durch den Meridian geht. Man weiß mit hinreichender Genauigkeit, auf welchen Strich des getheilten Kreises man das Instrument zu stellen hat, damit er in das Gesichtsfeld des Fernrohrs eintrete. Mittelft einer feinen Schraube wird er dann zwischen die im Brennpunkte befindlichen parallelen Spinnenfäden gebracht, und hier ganz so wie jeder andere Stern behandelt. Mit unbewaffnetem Auge ist er in unseren Gegenden wegen dunstigen Himmels nicht oft zu sehen. Obgleich Tycho ihn auf der Insel Hven nicht selten beobachtet hat, so scheint doch Copernicus ihn niemals gesehen zu haben, wenigstens ist wohl gewiß, daß er ihn nicht an seinen Instrumenten beobachtete. Unsere populäre Schriften über Astronomie stellen als eine aus den Beobachtungen hervorgegangene Thatsache hin, daß Merkur auch eine Umdrehung um seine Axe besitze, ähnlich der Rotation der Erde um die ihrige. Ohne eine solche bezweifeln zu wollen, muß man solche Angaben nur mit großer Vorsicht als ausgemacht ansehen. Die einzigen Quellen, die sich hier benutzen lassen, sind die Beobachtungen des ehemaligen Oberamtmanns Schröter, welcher in Lilienthal bei Bremen eine Privatsternwarte besaß und die physikalische Beschaffenheit der Planeten wie unseres Mondes zum Hauptgegenstande seiner Arbeiten gemacht hatte, während sein Gehülfe, der später so berühmte Königsberger Astronom Bessel, für die andern Beobachtungen Sorge trug. Die Grundlagen, auf welche er seine Behauptung stützte, beruhten nur auf dem Umstande, daß das südliche Horn der Merkurs-Sichel abgestampft erschien. Durch das regelmäßige Wiedererscheinen dieser Abstumpfung glaubte Schröter sich berechtigt, an dieser Stelle eine Erhöhung, einen Berg, auf jenem Planeten anzunehmen, und aus wiederholter Beobachtung jener Stelle leitete er auch wirklich die Umdrehung der Merkurs-Kugel ab, ganz ähnlich wie man aus den Sonnenflecken die Umdrehung der Sonnenkugel um sich selbst berechnet hat. Das Resultat dieser sehr schwierigen Untersuchung war, daß Merkur sich in 24 Stunden 5 Minuten einmal um seine Axe drehe, also sehr nahe in derselben Zeit, in welcher eine Umdrehung der Erde erfolgt. Er ging noch weiter und berechnete bei dieser Gelegenheit auch die Höhe des Berges zu  $2\frac{1}{2}$  Meilen. Die Beobachtungen sind aus den Jahren 1800 und 1801. Man hat sie seitdem nicht durch neue und genauere ergänzt, vermuthlich weil Merkur, auch durch die größten Fernrohre gesehen, an den Stellen,

wo der helle Theil sich von dem dunkeln trennt, nicht ganz scharf abgegrenzt erscheint, und messende Beobachtungen daher kein ganz so sicheres Ergebnis verheissen, wie bei andern Gegenständen der Physik des Himmels. Endlich will ich noch erwähnen, daß die geringere Helligkeit der Grenzlinie des erleuchteten Theiles, welche unzweifelhaft scheint, zur Annahme einer Atmosphäre dieses Planeten geführt hat, über deren wirkliches Vorhandensein nur fortgesetzte Beobachtungen, besonders während eines Vorüberganges vor der Sonnenscheibe, im Laufe der Jahre entscheiden können.

So schwer es ist, den Merkur mit bloßen Augen zu erhaschen, so leicht zeigt sich der andere untere Planet, der, da seine Bahn zwischen der Merkurs- und Erdbahn liegt, uns viel näher kommen kann, und eine beträchtlichere größte Elongation als der andere haben muß. Venus, schon von Homer der schönste unter den Sternen genannt, muß selbstverständlich dieselben Erscheinungen wie Merkur zeigen; auch die Identität des Abend- und Morgensterns, des Hesperus und Lucifer, wurde wie dort nur im Laufe der Zeit, vermuthlich aber früher erkannt. Wenn Venus des Abends aus den Sonnenstrahlen hervortritt, oder Morgens in denselben verschwindet, ist ihr scheinbarer Durchmesser sehr klein, und die Scheibe beinahe kreisrund. Als große mondartige Sichel zeigt sie sich schon in mäßigen Fernröhren Abends, wenn sie in der Dämmerung verschwindet, oder Morgens, wenn sie aus den Sonnenstrahlen hervortritt. Abends ist die hohle Seite gegen Osten gewendet, die scharf begrenzte gegen Westen, denn die Sonne steht dann vom Planeten westlich; das umgekehrte findet statt, wenn sie als Morgenstern glänzt. In der Zwischenzeit wird sie halbvoll gesehen, so wie unser Mond zur Zeit des ersten oder letzten Viertels. Diese Phasen haben auch hier denselben Grund wie bei Merkur und liefern ebenfalls einen Beweis für die Annahme des Copernicus. Da man vor Erfindung der Fernröhre jene Lichtgestalten nicht wahrnehmen konnte, und daraus schloß, daß sie auch nicht stattfänden, so gab dies einen Grund um die Theorie des großen Denkers zu bestreiten. Wir lesen auch in seinem Werke, wie bemüht er war, diesen Einwurf zu entkräften, und selbst die Hypothese nicht verschmäht, daß Venus ein selbstleuchtender Körper sein könne. Dem Märtyrer der neuen Lehre wurde die Genugthuung, als er im Jahre 1610 sein Fernrohr auf den Planeten richtete, die Sichelgestalt der Venus zuerst zu sehen; die Wirklichkeit entschied in jenem Augenblicke für die Theorie. Die Neigung der Venusbahn gegen die Erdbahn beträgt nur wenig mehr als 3 Grade, die Umlaufzeit um die

Sonne 224 Tage 16 Stunden, und die mittlere Entfernung  $14\frac{3}{4}$  Millionen Meilen. Kein Planet kommt der Erde so nahe als Venus, sie kann sich uns bis auf  $5\frac{1}{4}$  Millionen Meilen nähern, dagegen auch 36 Millionen Meilen weit abstehen. Der scheinbare Durchmesser beträgt zur Zeit der kleinsten Entfernung über eine Minute, also etwa den 30sten Theil des Sonnendurchmessers, so daß sich dann die Sonnenscheibe etwa durch 900 Venusseiben würde bedecken lassen. Der wahre Durchmesser der Planetenkugel beträgt nach den neuesten Messungen 1694 Meilen, sie ist demnach nur wenig kleiner als unsere Erde. Die Rotation ist endlich in neuerer Zeit durch Beobachtung der dunkeln Stellen, welche sich auf der Planetenscheibe zeigen, unzweifelhaft ermittelt worden; sie war merkwürdiger Weise 150 Jahre hindurch ein Gegenstand des Streites zwischen verschiedenen Astronomen, wonach sich die Schwierigkeit solcher Bestimmungen ermessen läßt. Der ältere Cassini fand eine Umbrehung von 23 Stunden und 15 Minuten, Bianchini in Rom dagegen behauptete, daß die Planetenkugel sich in 24 Tagen um sich selbst drehe. Schröter glaubte sich zwar für die Umbrehungszeit von 23 Stunden entscheiden zu müssen, allein der ältere Herschel, dessen Entscheidung man erbat, sprach sich nicht bestimmt aus, indem er nach eigener Angabe die Flecken, deren veränderliche Lage auf dem Planeten die gewünschte Kenntniß herbeiführen sollte, niemals mit hinreichender Deutlichkeit sehen konnte. Viele Jahre später konnte auch Mädler zu keiner sichern Rotationsbestimmung gelangen, obgleich er die Richtigkeit der Cassini'schen vermuthen zu können glaubte. Erst in den Jahren 1840 — 42 hat de Bico in Rom aus anhaltend fortgesetzten genauen Beobachtungen gefunden, daß die große Umbrehungszeit von 24 Tagen unrichtig ist, und Venus in 23 Stunden 21 Minuten rotirt. Dies Resultat weicht also von dem Cassini'schen nur um 6 Minuten ab, eine kleine Differenz, die man wohl der Unvollkommenheit älterer Instrumente zuschreiben darf. Was die Atmosphäre der Venus betrifft, so ist dieselbe zwar wahrscheinlich, allein es wird noch der Anwendung unserer neuesten optischen Hülfsmittel bedürfen, um unzweifelhaft festzustellen, daß der Planet in der That von einer Luftschicht umgeben ist.

Hiaweilen ist Venus so glänzend, daß sie mit bloßem Auge bei hellem Tage gesehen werden kann. Im 17ten Jahrhundert und zum Theil auch im vorigen erregte die Erscheinung eines hellen Sterns, während die Sonne hoch am Himmel stand, nicht nur die allgemeinste Aufmerksamkeit, sondern gab auch zu den auffallendsten Deutungen Anlaß. Als im Jahre 1716 das Phänomen die Bewohner von London in Erstaunen

setzte, nahm Galley diese Gelegenheit wahr, um die nähern Umstände zu untersuchen, welche eintreten müssen, wenn dasselbe sich ereignen kann. Man möchte geneigt sein zu glauben, daß der größte Glanz mit dem Zeitpunkt zusammenfalle, wenn der Planet beinahe kreisrund erscheint; dies ist jedoch keinesweges der Fall; die Venus hat zur Zeit ihres größten Glanzes vielmehr eine sichelförmige Gestalt, und zeigt sich durch ein Fernrohr wie unser Mond zwischen dem Neumonde und dem ersten Viertel, wenn er etwa 3—4 Tage alt ist, oder auch wie derselbe 3 Tage nach dem letzten Viertel. Der Grund davon ist leicht einzusehen, da es in Beziehung auf die Helligkeit, unter welcher wir sie sehen, nicht nur auf die Quantität des Sonnenlichtes ankommt, von dem der Planet beschienen wird, sondern auch auf seine Entfernung von der Erde; wenn Venus das meiste Licht von der Sonne wirklich empfängt, ist sie nämlich von uns beträchtlich weiter entfernt als etwa 69 Tage vor oder nach ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne. Im Frühjahr 1852 hat man auch hier diese Erscheinung mit vielem Interesse wahrgenommen.

Die Frage, ob Venus von einem Trabanten begleitet werde, hat viele Jahre hindurch die Astronomen beschäftigt, es gab ausgezeichnete Mathematiker und Astronomen, welche von der Existenz eines Mondes der Venus überzeugt waren, während andere nicht minder bedeutende die Richtigkeit der Beobachtungen in Abrede stellten; zu jenen gehörte sogar der besonnene Lambert. Streitigkeiten über Gegenstände einer Wissenschaft, die sich der größten Sicherheit und Strenge rühmt, haben für manche, die gern diese Sicherheit gefährdet sehen möchten, weil sie ihnen unbequem ist, einen hohen Reiz und bieten erwünschte Gelegenheit zu geistreichen oder witzigen Bemerkungen. Die Astronomen haben auch über den Venus-Mond manches der Art von Dichtern und Philosophen hören müssen, ohne dadurch zu einer andern Ansicht in Betreff der Würde ihrer Wissenschaft gestimmt worden zu sein. Wenn man die Gegenstände einer das Universum umfassenden Wissenschaft nicht als gegeben empfangt, sondern jene sich selbst construiren könnte, so würde man auch vielleicht die schwer zu lösenden Fragen vermeiden und sich nur denen zuwenden, deren Beantwortung leicht ist. Die Natur mit ihren reichen und mannigfaltigen Erscheinungen ist aber gegen die ernstlichen Forscher nicht so nachsichtig, als manche auf anderen Gebieten gegen sich selbst sind, und so ist auch das Eingeständniß des Nichtwissens, namentlich der Masse des Unzweifelhaften gegenüber, wohl ehrenvoller als eine Behauptung sogenannter Wahrheiten, die streng genommen oft nur als veränderte Aussprüche

während dieser Hypothesen dargestellt werden könnten, wenn nicht äußere Rücksichten die Anwendung der Logik bedenklich erscheinen ließen. Die Untersuchungen über den fraglichen Gegenstand sind noch keinesweges als abgeschlossen zu betrachten, obgleich es eine Zeit gab, und sie ist noch nicht lange vorüber, da man mit Entschiedenheit sich allgemein gegen das Vorhandensein eines Venusmondes erklärte, was allerdings eine Uebereilung war, zu welcher auch gewisse Aeußerungen im Kosmos mögen beigetragen haben. In der That, wenn man viel mit Fernröhren zu thun gehabt hat, so muß man zugeden, daß bisweilen neben einem hellen Stern sich durch bloße Spiegelung noch ein mattes Bild desselben Sterns zeigt, ja die Sonne selbst erzeugt solche Spiegelung wie bei der letzten totalen Sonnenfinsterniß von mehreren Beobachtern wahrgenommen wurde. Vermuthlich findet hier ein Spiel doppelter Reflexion in der Weise statt, daß die Hornhaut des Auges das empfangene glänzende Bild auf die Fläche der Ocular-Linse und diese dasselbe wieder ins Auge auf eine andere Stelle zurückwirft. Wenn von solchen, die nur selten durch Fernröhre sehen, neben der Venus ein zweiter Stern gelegentlich wäre bemerkt worden, so würde man sich nicht veranlaßt fühlen, diesen für einen Trabanten des Planeten zu erklären, sondern an die erwähnte Spiegelung, welche unter Umständen eintreten kann, sich erinnern und die Wahrnehmung einer optischen Täuschung zuschreiben, falls wiederholte Beobachtungen den zweiten Stern nicht zeigten. Aber so leicht konnte man die ausgezeichneten Astronomen nicht abfertigen wollen, welche durch wichtige und genaue Arbeiten ihre Beobachtungskunst längst bewiesen hatten, als sie behaupteten einen Begleiter der Venus gesehen zu haben. Dominicus Cassini, Short (der berühmte Verfertiger von Spiegel-Telescopen), Montaigne, Röblier, Montbarron haben in einem Zeitraume von 78 Jahren bisweilen neben der Venus einen Stern gesehen, den sie für einen Venusmond erklärten; man darf nur diese Namen nennen um sich zu sagen, daß so treffliche Beobachter doch wohl die Eigenthümlichkeiten ihrer Instrumente werden gekannt haben; auch dürften die falschen Spiegelbilder von ihnen während vieljähriger Praxis nicht unbeachtet geblieben sein. Daß man später (seit 1764) keinen Venus-Mond bemerkt hat, giebt jenen Wahrnehmungen gegenüber keine Veranlassung das Vorhandensein eines solchen zu leugnen. Allerdings ist es auffallend, daß man bei den Vorübergängen der Venus vor der Sonnenscheibe niemals einen Begleiter des Planeten wahrgenommen, auch er hätte sich, wie es scheint, als schwarzer Punkt auf ihr zeigen müssen, und wäre schwerlich unbeachtet vorübergegangen;

jedoch ergibt sich aus der Bahnbestimmung, welche man gestützt auf Beobachtungen unternommen hat, daß jener Mond in Folge der großen Neigung seiner Bahn zur Erdbahn sich außerhalb der sichtbaren Sonnenscheibe, bald oberhalb, bald unterhalb befand, und zwar bei allen drei Durchgängen in den Jahren 1639, 1761, 1769, welche die einzigen sind, die seit Erfindung der Fernröhre beobachtet wurden.

Auf die Venus folgt nun in natürlicher Reihe zunächst die Erde mit ihrem Monde. Hier werden die Gesetze des freien Falles die Figur des Erdkörpers erkennen lassen, und die Anziehung, welche der Mond auf das Meer ausübt, wird den Uebergang bilden zu der großen Entdeckung, durch welche Isaac Newton die verschiedensten Bewegungen im Weltraum auf ihre einfachste Ursache zurückgeführt hat.

---

## Sechste Vorlesung.

Die Erde. — Gestalt derselben. — Gradmessungen. — Galilei. — Gesetze vom Falle der Körper. — Die Axendrehung der Erde und Versuche, sie durch den Fall der Körper zu beweisen. — Der Foucaultsche Versuch.

---

Nicht den Anblick, wie die andern Planeten ihn gewähren, bietet uns die Erde als Weltkörper dar. Wenn das Auge zu jenen unerreichbaren hinüberschweift und die Kenntniß der physischen Beschaffenheit, nur durch Benutzung geistiger Hülfsmittel unterstützt, eine dennoch nicht immer befriedigende wird, so ist eben die weite Entfernung die Ursache, daß manche Eigenthümlichkeiten, die wir wohl aufgeklärt wünschen möchten, noch verborgen geblieben sind, und dies, wenigstens für lange Zeit, noch bleiben werden. Ist dort das Auge zu weit entfernt um Einzelnes zu unterscheiden, so ist hier, wo der Blick in nächster Nähe über die Oberfläche gleitet und außer dem Gesichtsinne auch die andern Sinne ihre Mitwirkung darbieten, eine reiche Ausbeute gesichert, die bis zum Erkennen der kleinsten Körpertheilchen durch Anwendung des Mikroskops sich erstrecken kann. Aber der Gesichtspunkt ist selbst für den im höchsten Luftballon befindlichen Beobachter zu nahe um die Bewegung der Erde, so wie die der andern Planeten unmittelbar wahrnehmen zu können. In der That würde man weder von der Axendrehung noch von dem jährlichen Umlauf jemals etwas sicheres erfahren haben, wenn das leibliche Auge nicht durch die Macht des Gedankens wäre geschärft worden. Die Messung der wahren Größe unseres Planeten, welche Messung bei den andern, wie früher angegeben wurde, durch die wahre Entfernung und den scheinbaren Durchmesser möglich wird, ist dagegen zum Theil eine unmittelbare, indem nur die erforderlichen Winkel aus Beobachtungen am Himmel hervorgehen; diese Größenbestimmung des Erdkörpers wird uns wohl am natürlichsten zunächst

beschäftigen. Der erste Versuch einer solchen Messung, welche die Geschichte meldet, wurde von Eratosthenes (275 v. C.) gemacht. Der Umstand, daß am längsten Tage die Sonne den Grund eines tiefen senkrecht hinabgehenden Brunnens zu Syene beschien, gab ihm die Ueberzeugung, daß sie im Scheitelpunkte stand; aus einer Beobachtung des Schattens zu Alexandrien fand er, daß an demselben Tage die Sonne um  $\frac{1}{2}$  des Kreisumfangs dort vom Scheitelpunkt entfernt war. Den Abstand beider Städte von einander nahm er zu 5000 Stadien. (1 Stad. = 95 Toisen) an, vermuthlich ohne directe Messung und gestützt auf Berichte von Reisenden. Hieraus schloß er, daß der ganze Umfang der Erdkugel 50 mal 5000 also 250000 Stadien betrug. Bei dieser sinnreichen Methode wurde, abgesehen von der unvollkommenen Basisbestimmung, vorausgesetzt, daß beide Orte unter demselben Meridian lägen, was nicht der Fall ist. Berechnet man aber diese Beobachtungen genau, so ergiebt sich trotzdem der Umfang der ganzen Erde doch nur um etwa 160 Meilen zu groß; eine Annäherung, die bei einer Größe von 5400 Meilen und so unvollkommenen Mitteln für einen ersten Versuch wohl nicht gar zu beträchtlich abweicht; auch waren die spätern Bestimmungen im Alterthume nicht genauer, und während des mehr als tausendjährigen Verfalls der Wissenschaft geschahen nur Rückschritte, die Erde hörte wieder auf eine Kugel zu sein und wurde flach. Die Arbeiten der Araber zur Zeit der Kalifen bewahrten allein ein wissenschaftliches Interesse, doch ist die Vergleichung mit spätern Resultaten wegen Unsicherheit des gewählten Maassstabes sehr schwierig. Erst im 16ten Jahrhundert machte man wieder einen Anfang und im ersten Viertel des siebenzehnten beginnen die geodätischen Messungen der Holländer nach genauen Methoden, indem man die Messung eines Grades auf der Erdkugel durch Verbindung astronomischer Bestimmungen mit auf der Erde gemessenen Dreiecken bewerkstelliget. Die Bestimmungen der Länge eines Grades, welche Picard auf Befehl Ludwig XIV. unternimmt, und die spätern von Lahire sind zwar schon mit großer Sorgfalt ausgeführt, zumal die letzteren, doch mußte die Theorie gegen das herausgebrachte Resultat, daß die Längen der nördlicher gelegenen Grade kleiner sein sollten als die südlichen, einen Protest einlegen. Wenn nämlich die Erde sich anfangs in flüssigem Zustande befunden hat, so geht, wie Newton bemerkt, daraus mit Nothwendigkeit hervor, daß wegen der täglichen Umdrehung die Kugelgestalt sich nicht erhalten konnte, sondern daß an den Polen eine Abplattung stattfinden mußte. Diese Abplattung bringt aber das Gegentheil von dem mit sich, was die französischen Gelehr-



ten gefunden hatten; die Grade müssen an nördlicher gelegenen Orten größer ausfallen als in der Nähe des Aequators. Dieser in der Geschichte der Wissenschaft so denkwürdige vieljährige Streit konnte nur durch Messungen eines Grades an weit von einander entlegenen Orten geschlichtet werden. Zu diesen Orten wählte man Peru und Lappland, also den Erdäquator und den nördlichen Polarkreis. Im Jahre 1735 gingen die mit der Ausführung beauftragten Geometer, ausgerüstet mit den erforderlichen astronomischen Instrumenten, nach diesen Gegenden ab. Bouguer und Condamine begaben sich nach Peru, wo sie die Länge eines Grades auf den Hochebenen von Quito bestimmten. Maupertuis und seine Begleiter gingen nach Lappland und maßen nördlich von Tornea. Beide Messungen zeigten die Richtigkeit der Newton'schen Behauptung und ergaben die aus der Theorie folgende Abplattung des Erdkörpers an den Polen. Die neueren Gradmessungen in England, Frankreich, Ostindien, besonders aber die neuesten in Hannover von Gauß, in Preußen von Bessel und Bayer, in Russland von Struve, in Dänemark von Schumacher haben die Größe und Form der Erde mit hoher Sicherheit bestimmen lassen. Der Polardurchmesser ist um  $\frac{1}{4}$  kleiner als der des Aequators; die Abplattung der Erde beträgt an jedem der beiden Pole nur etwas über  $2\frac{1}{2}$  Meilen (2,58). Die Erde ist ein Körper, den man durch Umdrehung einer Ellipse um ihren kleinern Durchmesser erhält, nicht eine Kugel, sondern ein Sphäroid. Der Durchmesser des Aequators ist sehr nahe 1719, die Axe oder der Polardurchmesser 1714 Meilen. Dieser an sich nur geringe Unterschied hat dennoch einen Einfluß sowohl auf die geodätischen als astronomischen Bestimmungen, der viel bedeutender ist, als man bei jener kleinen Abplattung vermuthen sollte.

Es ist keiner Frage unterworfen, daß die genaueren Gradmessungen schon an sich, um die Größe und Form des Planeten kennen zu lernen, den wir bewohnen, ein wichtiger Gegenstand der Untersuchung sind, allein sie haben außerdem noch einen Erfolg gehabt, der in seiner ganzen Größe Anfangs wohl kaum geahnt werden konnte; sie haben nämlich zunächst nicht wenig dazu beigetragen, die Beobachtungskunst im Allgemeinen zu der Höhe zu steigern, auf welcher sie sich jetzt befindet. Die Erdmessungen bedurften der Messung am Himmel, sie wurden genauer, da die astronomischen Instrumente und deren Benutzung vollkommener und zweckmäßiger wurden; die Entfernung weit von einander gelegener Orte, — wir haben gesehen, daß diese Abstände nothwendig möglichst groß sein müssen, — ist aber, wie sich von selbst versteht, nicht unmittelbar durch Anlegung eines

Maassstabes oder einer Messkette wie bei kleinen Entfernungen auf dem Felde zu erlangen, es bedarf dazu der Messung von oft sehr vielen Dreiecken, wobei die Bestimmung von Winkeln nothwendig wird; durch Vermittelung dieser Dreiecke berechnet man dann jene Längen, die unmittelbar wegen der dazwischen liegenden Hindernisse nicht zu messen sind. Daher kommt es, daß in der Erdmesskunst, der Geodäsie, eben so wie bei den Messungen am Himmel, genaue Instrumente nöthig werden, um die Richtungen von Gesichtslinien zu erhalten, und daß eine zweckmäßigere Benutzung allmählig zu besseren Resultaten führen muß. So wirkte die Vervollkommnung der geodätischen Hülfsmittel wieder einen Rückschlag aus auf die der astronomischen Werkzeuge. In solchen gegenseitigen Einwirkungen liegt aber die bewegende Kraft, durch welche die Wissenschaft vor einem verderblichen Stillstande geschützt wird, ihnen haben wir die wesentlichsten Fortschritte zu danken. Dann aber fordert das Ausblühen der Beobachtungskunst eine genaue Berechnung der angestellten Messungen, und zwar um so mehr, je genauer dieselben ausfallen. Die Berechnung ist nur die Ausführung theoretischer Untersuchungen, man erkennt daher den Zusammenhang einer ausgebildeten Praxis mit tieferen Forschungen auf rein wissenschaftlichem Gebiete. Sehr bedeutend ist die Erweiterung, welche die reine Mathematik durch jene Impulse erhalten hat; die Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis könnte, wenn hier der Ort dazu wäre, auf das Bestimmteste im Einzelnen nachgewiesen werden; ich erlaube mir dieselbe wenigstens anzudeuten um auf das innere Leben der Wissenschaft den Blick zu lenken. Dieses ist wohl noch beachtenswerther als die bloße Anführung glänzender Entdeckungen, wenn man deren Ursprung anzugeben unterläßt.

In einer frühern Vorlesung wurde beiläufig erwähnt, daß die Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, kein größeres Wunder sei als die, welche einen Stein fallen macht. Diese Kraft, deren Wirkungen uns von früher Jugend zum Theil fühlbar geworden, und ganz alltäglich sind, äußert sich aber nach bestimmten Gesetzen, deren Darstellung mir jetzt zur Aufgabe wird. Der Entdecker dieser Gesetze, — von denen die Alten keine Ahnung hatten, und über die sich selbst Aristoteles im größten Irrthume befand, indem er den falschen Satz als sich von selbst verstehend hinstellte, daß zwei Körper von verschiedenem Gewicht, aus gleicher Höhe fallend, früher oder später nach Verhältniß ihrer Schwere auf dem Erdboden ankommen müßten, — ist der schon bei andern Gelegenheiten ge-

nannte Galilei, dessen größerer Nachfolger Isaac Newton die Wirkungen der Attraction aus noch allgemeinerem Gesichtspunkte erforschte.

Galileo Galilei wurde am 18. Februar 1564 zu Pisa geboren. Sein Vater Vincenzo Galileo, ein unbemittelter Edelmann, begab sich später nach Florenz, wo nun der Knabe seine erste Jugend verlebte. Schon frühzeitig sah man ihn beschäftigt mit verschiedenen praktischen Arbeiten, indem er Maschinen im Kleinen verfertigte und dem geheimnißvollen Mechanismus in nicht gewöhnlicher Weise nachzuforschen bemüht war. Obgleich er anfangs zum Kaufmann bestimmt war, änderte man doch diesen Plan und schickte den talentvollen Jüngling, der mit Leichtigkeit die lateinische und griechische Sprache erlernt, auch in den schönen Künsten große Fortschritte gemacht hatte, nach Pisa, damit er sich auf dieser Universität zum Arzte ausbilde. Es ist allgemein bekannt, daß er durch einen Zufall schon in der Jugend auf die Theorie des Pendels gekommen sein soll, indem er in einer Kirche die Schwingungen des Kronleuchters betrachtete, und durch Beobachtungen, bei welchen ihm die eigenen Pulsschläge als Secunden-Zähler dienten, sei ihm, wie behauptet wird, der Satz klar geworden, daß die Größe der Ausweichungen von der Verticalen bei kleinen Schwingungsbogen ohne Einfluß auf die Dauer einer Schwingung bleibt. Abgesehen davon, daß dieser Satz nur ein näherungsweise richtiger ist, wird das Ansehen des großen Philosophen und Physikers wohl nicht verlieren, wenn man sich erlaubt, diese wie manche andere Erzählung über seine geistigen Entwicklungsgänge in das Gebiet der Sage zu verweisen. Mit Sicherheit weiß man dagegen, daß sich bei dem siebenzehnjährigen Jünglinge eine entscheidene Anlage für die Mathematik zeigte, und er bald in die Werke des Euclid und Archimedes eindrang, ohne dabei einer Anleitung zu bedürfen. Nachdem er sich einige Jahre in Pisa aufgehalten, zwangen ihn pecuniäre Verhältnisse diese Stadt zu verlassen, doch kehrte er später 25 Jahre alt dahin zurück, indem ihm das Anerbieten einer Professur an der Universität mit einem Gehalte von 60 Thalern jährlich zu lochend erschien um es auszuslagen. In diese Zeit fallen seine ersten Versuche über den Fall schwerer Körper, die er auf dem schiefen Thurme angestellt haben soll. Seine Thätigkeit als Lehrer bestand hauptsächlich in Bekämpfung einiger irrigen Ansichten des Aristoteles und in der Darstellung des Tycho'schen Systems, welches er, noch nicht zur neuen Lehre des Thorner Astronomen bekehrt, seinen Zuhörern mit inniger Ueberzeugung vortrug. Der neue Stern von 1604, dessen früher erwähnt wurde, und später die ihm bekannt gewordene Erfindung des Fernrohrs

fährten ihn zur Astronomie. Der Umstand, daß schon mäßige Fernrohre die Sonnenflecken, die Jupiter-Monde, die Phasen der Venus und des Merkur deutlich zeigen, macht leicht erklärlich, wie die Entdeckungen des Toscanischen Astronomen in kurzer Zeit so rasch auf einander folgen konnten, denn es bedurfte in der That nicht des ausgezeichneten Genies eines Galilei, um jene Eigenthümlichkeiten der Sonne und der Planeten zu erkennen, da sie dem bewaffneten Auge sich von selbst darboten, ohne daß eine so anhaltende und zeitraubende Beobachtung dazu erforderlich war, wie bei allen astronomischen Arbeiten in Beziehung auf die Bahnen der Himmelskörper. Eine Baggermaschine gab die Veranlassung zu seiner Entfernung aus Pisa. Der Erfinder dieser Maschine war zufällig ein natürlicher Sohn Cosmos I, und da das eingeforderte Gutachten Galileis sehr mißbilligend lautete, sah er sich genöthigt zu fliehen. Aber diesmal verschonte ihn noch sein Geschick, indem die Republik Venedig ihn als Professor der Mathematik an die Universität zu Padua berief. Hier machte er die vorhin genannten astronomischen Entdeckungen und erlangte ein solches Ansehen, daß der Senat sich entschloß ihm den bis dahin nur provisorisch anvertrauten Lehrstuhl mit einem Einkommen von 1000 Gulden auf Lebenszeit zu verleihen. Man geht wohl zu weit, wenn man diese Aufmerksamkeit dadurch erklärt, daß der Senat das Fernrohr, als dessen Erfinder damals Galilei galt, für ein sicheres Mittel gehalten habe auf dem Meere die Feinde zu erspähen, — so daß die Seefahrer der Republik jetzt besser theils für eigene Sicherheit Sorge tragen, theils den Angriff wagen konnten, wenn das bewaffnete Auge sie in die Ferne blicken ließ, — und nicht der große Gelehrte und tiefe Denker, sondern nur der Verfertiger eines nützlichen Werkzeugs belohnt worden sei.

Obgleich Galilei sich in Padua durch die Theilnahme seiner Zuhörer und ein ausreichendes Einkommen wohl befriedigt finden konnte, hatte er noch nicht Charakterstärke genug um die Anträge des Großherzogs von Toscana, der ihn jetzt nach Florenz rief, zurückzuweisen; das einzige was er sich erbat, war eine größere Ruhe um ausschließlich seinen wissenschaftlichen Arbeiten leben zu können. Von dieser Zeit beginnen die Anfeindungen der Mönche gegen ihn, denn er hatte das Copernicische System angenommen, und lehrte dasselbe öffentlich; doch war das Gewitter noch fern. Sorglos gab er sich tiefen Untersuchungen hin, die auf die Bewegung schwimmender Körper Bezug hatten, und brachte die Resultate derselben in einem größern Werke zur öffentlichen Kenntniß. Ferner verschaffte er sich bei persönlicher Anwesenheit in Rom die Erlaub-

nitz zur Herausgabe seiner Dialogen, in welchen drei Personen die auf das Copernicanische System bezüglichen Fragen verhandeln. Das Buch passirte in Florenz die Censur und wurde mit größtem Beifalle aufgenommen, erregte jedoch in hohem Grade die Mißbilligung der Andersgesinnten, und bot Galilei's Neidern einen erwünschten Anknüpfungspunkt, um die bereits begonnenen Anfeindungen in offenen Krieg ausbrechen zu lassen. Die Manen des berühmten Forschers werden aber nicht zürnen, wenn wir die jetzt beginnenden Verfolgungen zum Theil als verschuldet erkennen, und in dem freilich mit ungleichen Waffen geführten Kampfe das Schwert der Nemesis erblicken; ganz schuldlos war er nicht. Die in Rom erwirkte Erlaubniß zur Herausgabe der Dialogen war bald darauf zurückgenommen worden: nach Florenz zurückgekehrt hatte er den dortigen Censoren diesen Umstand verschwiegen, das Imprimatur war erschlichen. In Padua an selbstständige Meinungsäußerungen gewöhnt, scheint er den gefährlichen Boden seines Vaterlandes nicht hinreichend gefürchtet zu haben; hier war jeder Conflict mit der Kirche vorsichtig zu melden. Anstatt die Gegner nur auf dem Gebiete zu bekämpfen, welches ihnen in ihrer dumpfen Unwissenheit unbekannt war, verließ er dasselbe und wagte die Aussprüche der Bibel vernünftig zu deuten, eine That, die seinen Sturz nothwendig herbeiführen und dem gegen ihn eröffneten Prozesse eine wenigstens äußerliche Rechtfertigung verleihen mußte. In Rom angeklagt sah der 68jährige Greis sich gezwungen trotz seines leidenden Zustandes die Reise dorthin anzutreten; es half nichts, daß er von einer ansteckenden Krankheit befallen war, deren wegen man an der Grenze von Toscana einen Cordon gezogen hatte. Nachdem er im Februar 1633 dort angekommen und im Hause des Toscanischen Gesandten Nicolini seine Wohnung bezogen, wurde er im April desselben Jahres in die Gefängnisse der Inquisition geführt, jedoch, vermuthlich auf höhere Verwendung, nach einigen Tagen in jenes Haus zurückgebracht. Der Proceß erreichte sein Ende am 20. Juni. Die Inquisitoren hatten sich zu dem Ausspruche geeinigt, daß Galilei als Verfasser der Dialogen zur Haft in den Gefängnissen des heiligen Officiums verdammt wäre, so lange es dem Pabste beliebte. Es ist allgemein bekannt, daß man behauptet, Galilei wäre durch die Tortur zum Widerruf gezwungen worden; diese Behauptung ist aber keinesweges erwiesen. Der Jesuit Riccioli hat die lateinische Abschwörungsformel, welche der bellagenswerthe tiefe Denker knieend hersagen mußte, der Nachwelt aufbewahrt. In treuer Uebersetzung lauten die Worte so:

„Ich Galileo Galilei, Sohn des verstorbenen Florentiners Vincenzo Galileo, 68 Jahre alt, persönlich vor Gericht gefordert, vor Euch, hochwürdigste Eminenzen, Cardinäle des allgemeinen Reiches der Christenheit, General-Inquisitoren gegen die ketzerische Bosheit, knieend und das hohe und heilige Evangelium vor Augen habend, und mit meinen eigenen Händen berührend, — ich schwöre, daß ich immer geglaubt habe, jetzt glaube, und mit Gottes Hilfe glauben werde Alles, was die heilige katholische und römisch-apostolische Kirche annimmt, lehrt und predigt. Aber weil dieses heilige Officium mir von Rechts wegen befohlen hat, vollständig die falsche Meinung aufzugeben, nach welcher die Sonne der Mittelpunkt der Welt und unbeweglich, die Erde dagegen nicht der Mittelpunkt ist und sich bewegt; und weil ich dieselben weder behaupten noch vertheidigen, noch auf irgend eine Weise durch Wort oder Schrift beweisen konnte, und nachher, als mir erklärt worden war, daß die genannte Lehre der heiligen Schrift entgegen wäre, ein Buch geschrieben und habe drucken lassen, in welchem ich die verdamnte Lehre abhandele und sehr wirksame Gründe ihr zu Gunsten aufstelle, ohne irgend eine Lösung hinzuzufügen; — so bin ich deswegen der Ketzerei, als hätte ich behauptet und geglaubt, daß die Sonne der Mittelpunkt der Welt und unbeweglich, die Erde dagegen nicht der Mittelpunkt wäre und sich bewegte, sehr verdächtig erachtet worden. Um nun diesen starken, mit Grund gegen mich erhobenen Verdacht aus der Seele Eurer Eminenzen und jedes katholischen Christen zu vertilgen, so schwöre, verwünsche und verfluche ich mit redlichem Herzen und nicht erheucheltem Glauben, alle genannten Irrthümer und Ketzereien, so wie überhaupt jeden andern Irrthum und jede Meinung, welche der genannten heiligen Kirche entgegen ist; auch schwöre ich in Zukunft weder mündlich noch schriftlich etwas zu sagen, oder zu behaupten, was ähnlichen Verdacht gegen mich begründen könnte; und sollte ich einen Keger oder der Ketzerei Verdächtigen kennen, so werde ich ihn dem heiligen Officium oder dem Inquisitor oder meinem Diöcesan-Bischof anzeigen. Außerdem schwöre und verspreche ich, alle Bußübungen, welche mir das heilige Officium auferlegt hat oder auferlegen wird, vollständig zu beobachten und zu erfüllen, und wenn es mir sollte begegnen, gegen einige meiner Worte, Versprechen, Betheuerungen und Schwüre zu verstoßen, was Gott verhüten wolle, mich allen Leibes- und Lebensstrafen zu unterwerfen, welche durch das heilige canonische Recht und andere allgemeine und besondere Bestimmungen gegen solche Missethäter festgesetzt und bekannt gemacht sind. So

wahr mir Gott helfe und sein heiliges Euantgelium, das ich mit meinen Händen berühre.

„Ich oben genannter Galileo Galilei habe abgeschworen, geschworen, versprochen und mich wie vorstehend verpflichtet, zu dessen Beglaubigung ich die gegenwärtige geschriebene Urkunde meiner Abschörung eigenhändig unterschrieben und zu Rom im Kloster Minerva am 22. Juni 1633 Wort für Wort gesprochen habe.“

„Ich, Galileo Galilei, habe wie oben mit eigener Hand abgeschworen.“

Die ganze Scene hat an sich viel Dramatisches und ist bekanntlich auch von Malern als interessanter Vorwurf gewählt worden. Daß Galilei nach Herfagung der ihm vorgeschriebenen Formel mit dem Fuße gestampft und sein „e pur si muove“ ausgerufen habe, ist eine Sage, die Gukow in seinem Uriel Acosta mit Geschick bemerkt hat; daß die Acten des Processes eine solche Tollkühnheit, falls sie stattgefunden, nicht berichten konnten, versteht sich von selbst; weniger unwahrscheinlich ist, daß er jene Worte gegen einen Freund geäußert, doch kann darüber nichts entschieden werden. Das Verfahren der Inquisition war hart, allein man wird bei Beurtheilung desselben nicht vergessen dürfen, wie damals die römische Kirche wohl genöthiget war, jede Auflehnung gegen ihre Autorität streng zu bestrafen; nicht die Richter, wohl aber die Ankläger können getadelt werden, zumal wenn sie durch unedele Motive geleitet wurden. Ebenowenig ist zu übersehen, daß man den streng wissenschaftlichen Arbeiten Galilei's eigentlich kein Hinderniß entgegenstellte, die Dialoge sind eine mehr populäre Schrift, die in allgemein verständlicher Weise die Gründe für die Bewegung der Erde darlegt, ein Gegenstand, der damals die Aufmerksamkeit in den verschiedensten Schichten der Gesellschaft erregte, vielleicht zum Theil schon deshalb, weil die Kirche jene Annahme als ketzerisch bezeichnet hatte. Endlich wird man die Schmähungen, die von anderer Seite in Folge des bedauernswerthen Ereignisses gegen die katholische Religion ausgesprochen wurden, entschieden zurückweisen. Der Mißbrauch einer Macht in einzelnen Fällen kann diese Macht selbst nicht herabsetzen, übrigens darf nur an die in der letzten Vorlesung berichtete Anklage der Mutter Keplers erinnert werden um einzusehen, daß Ungerechtigkeiten und Grausamkeiten auch von protestantischen Fanatikern verübt worden sind.

In stiller Zurückgezogenheit verlebte Galilei den Rest der folgenden 10 Jahre. Der Papst hatte das Urtheil der Inquisition in eine Verweisung unter Aufsicht verwandelt; auch gestattete man ihm eine fünfmonatliche Reise nach Siena; als er später erblindet war, empfing er unge-

hindert den Besuch theilnehmender Freunde in einem Landhause nahe bei Florenz. Der Großherzog von Toscana selbst begab sich bisweilen dahin, um ihm Rath zuzusprechen. Galilei war von jeher nicht nur in seiner Wissenschaft thätig, die strengen und ernstesten Untersuchungen wurden in angenehmer Weise zu Zeiten unterbrochen; Ariost und Tasso waren die Dichter, aus deren Werken der Zauber der Poesie schon längst die Seele des tiefen Forschers erquickt und erhoben hatte. Unter den Fremden, die ihn in seiner Einsamkeit aufsuchten, sah man auch einen jungen Engländer, welchen diese Seite des ehrwürdigen Greises vorzugsweise anzog, da er sich schon in seinem Vaterlande nicht nur mit der italienischen Sprache vertraut gemacht, sondern auch in derselben mehre Jugendgedichte verfaßt hatte. Der Ruhm dieses Fremden sollte einst den des Toscanischen Philosophen nicht hinter sich zurücklassen; es war der unsterbliche Sänger des verlorenen Paradieses. — Endlich am 8. Januar 1642 erlag der beinahe 78jährige Körper den Stürmen des Lebens, welche eine höhere Macht über ihn verhängt hatte; in der Kirche St. Croze zu Florenz errichtete man auf seinem Grabe beinahe 100 Jahre nachher ein prächtiges marmornes Denkmal, welches jetzt Reisende aller Länder mit Theilnahme und Bewunderung in Augenschein nehmen. Aber ein schöneres Denkmal hat die ewige Stadt, die einst die Grundlage aller astronomischen Thätigkeit durch ein Verdammungs-Urtheil zerstören wollte, dem geistigen Fortschritt errichtet. Das Collegium Romanum besitzt jetzt eine der prachtvollsten Sternwarten der Welt, mit Münchner Instrumenten ausgerüstet, die mit unablässigem Fleiße benutzt schon zahlreiche und wichtige Beobachtungen möglich gemacht haben. Aufblühen der Sternkunde an jenem Orte, wo einst der Märtyrer freier Forschung auf diesem Gebiete vor den Schranken des Gerichtes stand, kann dem Jüngenden die Hoffnung geben, daß trotz mancher Schwäche und großer Irrthümer, auch bei längerer Dauer des Rückschritts, die Menschheit bestimmt ist, ihren Entwicklungsgang zu immer höhern Ziele dennoch fortzusetzen.

Das Leben des Galilei, nicht nur sein äußerliches, sondern zugleich seine wissenschaftliche Thätigkeit ist in der Art, daß man den organischen Zusammenhang dieser mit seiner Handlungsweise zu erforschen bemüht gewesen wäre, meines Wissens noch nicht vollständig zum Gegenstande ernstest Studiums gemacht worden, so schätzenswerth auch die Bemühungen Delambre's und Arago's immerhin sein mögen. Einer solchen Arbeit würde auch in psychologischer Hinsicht das Interesse nicht fehlen, denn es kann nicht geleugnet werden, daß der Charakter des großen



Mannes noch nicht vom Tadel mancher Widersprüche befreit, und zum Theile in ein gewisses Dunkel gehüllt ist. Dahin gehört das offenbare Ignoriren der Keplerschen Gesetze und der in Holland gemachten Erfindung der Fernröhre, da man mit Bestimmtheit nachweisen kann, daß diese Thatfachen ihm bekannt waren. Wenn ich nicht fürchten müßte, Ihre Geduld auf unverzeihliche Weise in Anspruch zu nehmen, so würde ich mir erlauben das Wenige, was mir darüber zur subjectiven Ueberzeugung geworden, hier mitzutheilen, aber selbst dieses möchte die hier gesteckten Grenzen weit überschreiten. Zum Schlusse dieser Darstellung sei nur noch gestattet des Zufalls zu erwähnen, durch welchen man zu einem Fragment der Schriften gelangt ist, die der Gefangene seit seiner Einschließung in Arcetri — zu veröffentlichen nicht wagen durfte. Seine gedruckten Arbeiten sind uns nicht verloren gegangen. Im Jahre 1739 wollten zwei Doctoren Lami und Nelli in einem Wirthshause bei Florenz frühstücken. Sie gingen zuvor zu einem Wursthändler und kauften eine Bologneser Wurst, um sie vermuthlich zum Weine im Wirthshause zu verzehren; das beschriebene Papier, in welches die Wurst eingewickelt war, erregte zufällig die Aufmerksamkeit Nellis, er las es und überzeugte sich, daß er einen Brief Galilei's in Händen habe. Nach der Stadt zurückgekehrt begab man sich zum Wursthändler und forschte, wie er zu jenem Papiere gekommen sei. Dieser berichtete, daß er oft solches Papier mit derselben Handschrift von einem Bedienten kaufe, der es ihm in großer Masse ins Haus bringe, doch kenne er den Menschen weiter nicht, übrigens werde derselbe wohl in einigen Tagen wiederkommen. Dies geschah, und Nelli setzte sich nun, nachdem er auch den Vorrath, der sich im Laden von diesen Papieren noch vorfand, an sich gebracht hatte, gegen eine gewisse Summe in den Besitz jener kostbaren Manuscripte, die 100 Jahre hindurch verborgen geblieben waren.

Indem wir jetzt die Forschungen Galilei's; welche den allgemeinsten Bewegungsgesetzen die Bahn brechen, näher in Betracht ziehen, wird man zunächst zugeben müssen, daß die Kraft ihrem innersten Wesen nach uns etwas ganz Unbekanntes ist und vermuthlich stets bleiben wird. Wir sagen die Kraft ist Ursache der Bewegung, aber damit bezeichnen wir dies unbekanntes Agens nur in Bezug auf die Wirkung, ohne es an sich zu ergründen. Glücklicherweise darf weder die Physik noch die Astronomie dies Räthsel lösen, da beide nur die Wirkungen der Kräfte zu untersuchen haben. Wenn man einen Stein von einem hohen Thurne fallen läßt, so bemerkt man, daß er sich während des Falles nicht gleichförmig bewegt,

sondern daß seine Bewegung, je länger er fällt, um so rascher wird. Diese Beobachtung ist eine der einfachsten, welche man machen kann und war vor Galilei längst bekannt. Aber die Frage: nach welchem Gesetze richtet sich diese Beschleunigung d. h. in welchem Verhältnisse nimmt sie mit der Zeit zu? diese war es, deren Beantwortung sich vor ihm noch Niemand hingegeben hatte. Das Experiment würde auf unmittelbare Wahrnehmung unmöglich gestützt werden können, da die wirkliche Ausführung wegen der Schnelligkeit des fallenden Körpers unüberwindliche Schwierigkeit haben müßte; ein Stein, der von einem 300 Fuß hohen Thurme fällt, braucht nur 4 Secunden, um auf dem Straßenpflaster anzukommen, wie könnte man in so kurzer Zeit die Stellen genau beobachten, wo er in den einzelnen Secunden sich über der Erde befindet? Galilei bediente sich zu seinen Versuchen der schiefen Ebene, indem er das Hinabgleiten eines Körpers auf einer solchen verfolgte. Hier konnte die Bewegung je nach dem Neigungswinkel verzögert werden, denn ist die Ebene wagerecht, so wirkt die Schwere nur in so fern, als der Körper ohne einen Anstoß in Ruhe verharret, erst bei einer schiefen tritt Bewegung ein. Die Beobachtung der Zeitmomente, wenn der Körper an verschiedenen Stellen der Ebene anlangte, und die Berechnung dieser Beobachtungen mit Rücksicht auf den jedesmaligen Neigungswinkel, führte ihn allmählig zur Entdeckung der Gesetze, welchen ein frei fallender Körper während seiner Bewegung unterworfen ist. Diese Gesetze sind im höchsten Grade einfach, gelten jedoch in dieser Einfachheit nur zunächst für den leeren Raum. Wenn nämlich ein Körper in einer gewissen Zeit-Einheit durch einen bestimmten Raum fällt, so fällt er, wie der Augenschein lehrt, in der nächsten eben so großen Zeit durch einen größern, und zwar ist dieser Raum genau das Dreifache von jenem; in der darauf folgenden gleich großen Zeit ist der zurückgelegte Weg das Fünffache, dann das Siebenfache, Neunfache u. s. w. des anfänglichen Raumes, d. h. die in gleichen Zeiten während des ununterbrochenen Fallens beschriebenen Räume werden größer in demselben Verhältnisse, in welchem die ungeraden Zahlen auf einander folgen. Fällt also ein Körper, wenn er ohne geworfen zu werden allein der Schwere überlassen bleibt, in der ersten Secunde 7 Ellen, was näherungsweise richtig ist, so fällt er in der zweiten Secunde durch einen Raum von dreimal sieben, also 21 Ellen, in der dritten durch 5 mal 7, also durch einen Raum von 35 Ellen, in der vierten durch 7 mal 7 d. h. 49 Ellen u. s. w. Hieraus läßt sich nun leicht berechnen, wie groß der Fallraum sein wird, wenn die Zeit des Fallens bekannt ist; man darf nur 7 Ellen nach und

nach mit den ungeraden Zahlen so oft multipliciren, als die Fallzeit in Secunden ausgedrückt beträgt, und dann die einzelnen Räume zu einander abbiren. Gesetzt der Körper wäre im Ganzen 5 Secunden gefallen, man wollte wissen, wie groß der durchfallene Raum sei; nichts kann hienach leichter sein, als die Beantwortung dieser Frage, man hat nur die Zahlen 7, 3 mal 7, 5 mal 7, 7 mal 7, 9 mal 7 zu einander zu fügen um den ganzen Raum zu erhalten. Dies giebt im Ganzen 175 Ellen. Diese Rechnung kann jedoch durch die Bemerkung abgekürzt werden, daß die ungeraden Zahlen 1, 3, 5 u. s. w. die Eigenschaft besitzen, daß sie, nach einander abbirt, immer Quadratzahlen geben; z. B. 1 und 3 giebt 4, oder  $2 \times 2$ ; legt man hierzu 5, so kommt 9, oder  $3 \times 3$ , hierzu 7, so erhält man 16 u. s. w. Dieser ganz einfache Umstand erlaubt, das Gesetz des freien Fallens auch so auszudrücken: die vom Anfange an durchfallenen Räume verhalten sich wie die Quadratzahlen der Zeitsecunden, während welcher ein Körper gefallen ist. Aus diesem Fundamental-Gesetze läßt sich das andere in Beziehung auf die Geschwindigkeit, die der Körper in jedem Augenblicke hat, leicht ableiten. Wenn man z. B. fragt: mit welcher Geschwindigkeit kommt der Stein, welcher vom Thurme fällt, am Fußboden an? so heißt dies nichts anders als: durch welchen Raum würde der Stein sich in der nächsten und jeder folgenden Secunde bewegen, wenn in dem Augenblicke, da er die Erde berührte, die Schwerkraft aufhörte auf ihn zu wirken und der Boden selbst ihm keinen Widerstand leistete? Das aufgestellte Gesetz ergiebt, daß dieser Raum erhalten wird, wenn man den doppelten Fallraum in der ersten Secunde, also zweimal 7 Ellen, mit der Zeit, welche der Körper braucht, um den ganzen Raum zurückzulegen, multiplicirt. Ist also der Körper 4 Secunden gefallen, so kommt er unten an mit einer Geschwindigkeit von 14 mal 4, also von 56 Ellen; er würde sich, wenn kein Erdboden ihn aufhielte, und die Schwere aufhörte auf ihn zu wirken, jetzt gleichförmig in jeder Secunde durch 56 Ellen bewegen. Diese beiden Gesetze bilden die Grundlage aller Untersuchungen über den Fall der Körper, wenn keine Wurfkraft hinzutritt, und die anziehende Kraft des Erdkörpers, die Schwere, die allein wirkende ist. Abgesehen von dem rein wissenschaftlichen Werthe, den sie haben, kann man sich des Hauptgesetzes in manchen Fällen der Wirklichkeit zur Ermittlung unbekannter Tiefen bedienen. Um z. B. die Tiefe eines Brunnens zu bestimmen, darf man nur einen Stein in denselben fallen lassen und die Secunden zählen, welche vergehen, bis man ihn unten anschlagen hört. Zählt man z. B. von dem Augenblicke, da man den Stein fallen

ließ, bis zu dem, da man ihn aufschlagen hört, 6 Secunden, so darf man nur diese Zahl mit sich selbst multipliciren um zu wissen, wie viel mal 7 Ellen der Brunnen tief ist. In diesem Falle ist die Tiefe 36 mal 7 oder 252 Ellen. Wäre der Stein 10 Secunden gefallen, bevor man sein Ankommen hörte, so hätte der Brunnen eine Tiefe von 700 Ellen. Bei größern Tiefen muß aber noch auf die Geschwindigkeit des Schalles Rücksicht genommen werden, indem derselbe einen Raum von 1050 Fuß in der Secunde zurücklegt; die wahre Fallzeit ist daher etwas kleiner als die beobachtete.

Wenn ein Körper in die Höhe geworfen wird, so sind zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem dieser Wurf in senkrechter Richtung geschieht oder nicht; in jenem wird der Körper nur so lange steigen, als die Geschwindigkeit, die ihm den Stoß ertheilt, noch die andere Geschwindigkeit übertrifft, welche er durch den Fall erlangt; da aber letztere immer größer wird, während erstere dieselbe bleibt, so wird am Ende die letztere überwiegen, und der Körper wird in gerader Linie zu Boden fallen. Ist dagegen die Richtung des Wurfes nicht senkrecht, so hört die Bahn auf eine gerade Linie zu sein; die Linie, in welcher der Körper sich dann bewegt, ist eine Parabel, eine krumme Linie mit zwei sich ins Unendliche ausbreitenden Armen. Jede abgeschossene Kanonenkugel würde genau eine Parabel beschreiben, wenn sie nicht den Widerstand der Luft zu überwinden hätte. Der Widerstand der Luft ändert aber die Gestalt der Bahn, wie auch Galilei schon fand. Die Berechnung dieser krummen Linie bildet die Grundlage der Geschützkunst, und enthält das berühmte ballistische Problem, dessen genaue Lösung einst die größten Mathematiker und Ingenieure beschäftigte. Galilei's Entdeckung war der erste Schritt, welchen die Naturlehre seit Jahrtausenden gemacht hatte. Hier war an einem bestimmten Beispiele klar geworden, wie aus der Zusammenwirkung zweier Kräfte, nämlich der Anziehungskraft der Erde und der Wurfkraft, eine krummlinige Bewegung entspringt. Obgleich der Gedanke nicht fern zu liegen scheint, daß auch die geschlossenen krummen Planetenbahnen, welche Kepler nachgewiesen hatte, einer ähnlichen Zusammenwirkung zweier Kräfte ihre Entstehung verdanken, verging dennoch eine lange Zeit, bevor man darüber zur Klarheit kam.

Wenn wir in den obigen Beispielen für das Galilei'sche Gesetz den Raum, durch welchen ein Körper in der ersten Secunde fällt, zu sieben Ellen annahmen, so geschah dies nur um große Zahlen zu vermeiden, genauer ist er  $15\frac{3}{8}$  Rheinl. Fuß, doch ist auch diese Angabe nur eine allgemeine, denn dieser Raum ist für verschiedene geographische Breiten ver-

schließen und in der Nähe der Erdpole größer als am Aequator. Freilich ist dieser Unterschied nicht unmittelbar zu erkennen, da er an sich nur klein ist; man hat ihn dadurch ermittelt, daß man einen Faden, der an einem Ende mit einem kleinen Körper beschwert war, in Schwingungen versetzte, und dieselben an einer Secunden-Uhr zählte. Hieraus ließ sich die Länge eines Fadens bestimmen, welcher mit einem kleinen schweren Körper an seinem untern Ende behaftet, genaue Secunden schwingt; eine solche Vorrichtung nennt man bekanntlich ein Pendel, und wenn die Dauer einer Schwingung eine Secunde beträgt, ein Secundenpendel. Nachdem die Länge des Secundenpendels für einen gewissen Ort bestimmt war, konnte man dasselbe an einem andern Orte in Schwingungen versetzen; man fand, daß dieses Pendel nur an solchen Orten, welche gleiche geographische Breite haben, auf gleiche Weise schwingt, daß es aber, wenn man sich nach Norden oder Süden begiebt, nicht mehr genaue Secunden schwingt; ist nämlich die geographische Breite des zweiten Ortes größer als die des ersten, so bewegt es sich schneller, d. h. jede Schwingung ist kleiner als eine Secunde, das Umgekehrte tritt ein, wenn die geographische Breite des zweiten Ortes kleiner als die des ersten ist; hier ist dann die Dauer einer Schwingung größer als eine Secunde. Offenbar muß zwischen der Dauer einer Pendelschwingung und dem Fallraum in der ersten Secunde ein Zusammenhang stattfinden, den man auch genau herausgebracht hat, und so war es möglich, durch jenes einfache Instrument den Fallraum in der ersten Secunde für beliebige Orte der Erde mit einer dem wissenschaftlichen Gebrauche entsprechenden Genauigkeit zu ermitteln; auch ergab sich aus solchen Pendelversuchen, die mit demselben unveränderlichen Pendel an verschiedenen Orten gemacht wurden, eine von den oben erklärten Gradmessungen ganz verschiedene Methode für die Bestimmung der Figur des Erdkörpers. Die Abplattung, welche aus geodätischen Messungen folgt, stimmt mit dem, was die neuesten Pendelversuche ergeben, in bewundernswürdiger Weise überein. — Man wird an der Uebereinstimmung solcher auf ganz verschiedene Methoden gegründeten Resultate die Sicherheit beurtheilen können, welche die Theorie erlangt hat. Die genauesten Pendelversuche, die man überhaupt gemacht hat, sind diejenigen, welche von 1826 — 1830 auf der Königsberger Sternwarte unternommen wurden. Der große kostbare Apparat wurde von dem berühmten Mechanikus Repsold in Hamburg nach Bessels Angabe verfertigt, und durch die Gnade des hochseligen Königs auf Humboldts Veranlassung für die Sternwarte erworben; er ist noch jetzt eines der merkwürdigsten Denkmale

menschlischen Scharffsinn und wissenschaftlicher Thätigkeit, welche jenes Institut aufzuweisen hat\*).

Bevor wir nun zu den folgenden Betrachtungen übergehen, wird die bisher als richtig vorausgesetzte Umdrehung der Erde um ihre Aze unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Die Einwürfe gegen dieselbe waren zwiefacher Art. Einmal entsprangen sie aus einer unvollkommenen Kenntniß der allgemeinen Bewegungsgesetze und dann aus Betrachtungen, die auf Annahmen gegründet waren, deren Widerlegung einer spätern Zeit anheimgestellt bleiben mußte. Zu jenen Einwürfen gehörte der, daß ein lothrecht in die Höhe geworfener Stein, bei einer Azendrehung der Erde von Westen nach Osten, in merklicher Entfernung nach Westen zu Boden fallen müsse, da er doch, wie man sehe, in die Hand zurückfalle, welche ihn warf, und daß ein Vogel, der sein Nest verlassen um Futter zu suchen, dasselbe, da es während der Zeit sich nach Osten bewegt habe, nicht würde auffinden können. Wenn man von der Spitze eines Thurms oder Mastbaumes einen Körper fallen lasse, so könne derselbe nicht, wie wir doch sähen, am Fuße ankommen, sondern er müßte, wenn die Erde sich in dieser Zeit gedreht hätte, westlich niederfallen; auf mittlerer geographischer Breite betrage die angenommene Bewegung eines Punktes der Erde in einer Secunde schon über 3000 Fuß, fielen der Stein nur 2 Secunden, so müßte er doch über 6000 Fuß westlich vom untersten Punkte ankommen. Man bedachte nicht, daß die Hand, welche den Stein in die Höhe wirft oder ihn fallen läßt, daß der auf Vorrath bedachte Vogel an der täglichen Bewegung selbst Theil nimmt. Der Körper wird von zwei Kräften getrieben, nämlich von der Seitenkraft, die ihm durch die Umdrehung der Erde mitgetheilt ist, und von der Schwerkraft; die gemeinschaftliche Wirkung beider darf nicht übersehen werden, sie ist es, welche den wahrnehmbaren Erfolg herbeiführt. Uebrigens waren diese Einwürfe nicht ohne Nutzen, da sie zu einem strengen Eingehen auf die Einzelheiten der verschiedenen Erscheinungen nöthigten, wenn sie widerlegt werden sollten. Die genauere Erwägung der Vorgänge beim Falle eines Körpers gab sogar ein Mittel, die Umdrehung der Erde durch einen Versuch direct nachzuweisen. Im Jahre 1679 sprach zuerst Newton in einem Briefe an Dr. Hooke die Idee aus: durch Fallversuch die Azendrehung der Erde zu prüfen. „Wenn,“ so heißt es in jenem Schreiben, „ein Körper von der Spitze eines hohen Gegenstandes der Schwere überlassen zu Boden fällt,

\*) Genaueres hierüber in dem 9ten Zusätze: die Pendelversuche.

so muß er nicht, wie die Zweifler behaupten, westlich, sondern östlich vom Fußpunkte ankommen. Denn wegen der größern Entfernung der Spitze vom Mittelpunkte der Erde hat jene eine größere Umdrehungsbewegung als der Fußpunkt, sie beschreibt nämlich in 24 Stunden einen größern Kreis als dieser; der fallende Körper wird demnach getrieben von dem Ueberschusse der Schwungkraft der Spitze über die des Fußpunktes und von der anziehenden Kraft der Erde; er muß sich also in einer etwas schrägen Linie, in der Diagonale, bewegen und daher etwas östlich unten ankommen.“ Hoo! säumte nun nicht, solche Versuche anzustellen, allein sie gaben kein Resultat, denn er hatte sich die Sache zu leicht gemacht, indem er die kleine Fallhöhe von nur 27 Fuß benutzte. Es ist unerklärlich, wie Hoo!, dem man gute astronomische Kenntnisse nicht absprechen konnte, der auch in der Beobachtungskunst wohl erfahren war, glauben durfte, bei einer so geringen Fallhöhe und bei der Schwierigkeit des Versuchs eine merkliche und sichere Abweichung entdecken zu können, da doch die oberflächlichste Vorausberechnung sogleich die Unmöglichkeit eines brauchbaren Resultats würde nachgewiesen haben. Diese Untersuchung ruhte nun 112 Jahre, bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts der Professor Guglielmi in Bologna sie wieder aufnahm. Derselbe ließ von der Spitze des 241 Fuß hohen Thurms Asinelli Kugeln fallen und fand, nachdem er die durch häufige Störungen unterbrochenen Versuche endlich schließen zu dürfen glaubte, ein mit der Theorie, die er sich zur Berechnung der Beobachtungen entwickelt hatte, gut übereinstimmendes Resultat. Die Hindernisse, welche sich der genauen Operation entgegenstellen, sind mannigfacher Art und oft kaum zu überwinden. Das genaue Ablösen des Thurms, das behutsame Loslassen der Kugel mit Vermeidung jeder Seitenbewegung, wenn auch der Faden abgebrannt wird oder mit Aekwasser bestrichen von selbst reißt, die nicht immer gleichmäßige Windstille, die zufälligen Erschütterungen durch vorüberfahrende Wagen, — selbst in der Nacht, wenn die Kutschen der Reichen und Vornehmen über das Straßenpflaster rollen, — sind theils schwer zu erfüllende Forderungen, theils das ganze Experiment oft vernichtende Störungen. Man muß dem ersten Unternehmer dieser Versuche die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß er mit unermüdblichem Eifer unter ungünstigen Umständen die Lösung seiner Aufgabe erstrebte. Um so bedauernswerther war der Erfolg dieser mühevollen Arbeit, die sich als gänzlich mißlungen herausstellte. Hier trat nämlich der Fall ein, daß die Beobachtungen, — Guglielmi fand 7 Linien Abweichung nach Osten und 5 nach Süden, — mit seiner Theorie zwar

übereinstimmten, diese Theorie aber, wie Laplace einige Jahre später zeigte, unrichtig war. Die Abweichung nach Osten konnte bei der Höhe des Thurms nur 5 Linien betragen, die nach Süden aber gar nicht stattfinden. Die Uebereinstimmung der Versuche mit einer fehlerhaften Theorie ließ die Beobachtungen selbst als unrichtig erkennen. Der Beobachtungsfehler hat wahrscheinlich zum Theil darin seinen Grund gehabt, daß die Ablothungen einen falschen Fokuspunkt ergaben, wenigstens sind dieselben nicht zu verschiedenen Jahreszeiten, mit Rücksicht auf die verschiedene Ausdehnung des Thurms durch die Sonnenwärme, angestellt.

Zehn Jahre später entschloß sich ein Deutscher, Dr. Benzenberg, diese Versuche zu wiederholen, und wählte dazu den Michaelsthurm in Hamburg, der eine Fallhöhe von 235 Fuß darbot. Er berechnete diese Beobachtungen nach der von Gauß ihm mitgetheilten Theorie und fand übereinstimmend mit dieser eine östliche Abweichung von 4 Linien, jedoch zugleich noch eine südliche von 1,5 Linien, die viel zu groß war. Durch diesen nicht vollständigen Erfolg keinesweges entmuthigt, begab er sich nun, da es über der Erde doch zu unruhig hergeht, in die Kohlenbergwerke der Grafschaft Mark, wo er im Jahre 1803 auf der alten Hofkunst zu Schlehbusch eine Fallhöhe von 262 Fuß benutzen konnte. Hier stimmten die Beobachtungen gut mit der Theorie überein. — Mit noch bessern Hilfsmitteln unternahm Professor Reich in Freiberg auf dem Dreibrüder-schachte im Jahre 1831 dieselbe Arbeit; hier stand eine Fallhöhe von 488 Fuß zu Gebot, bei welcher die östliche Abweichung schon 12,6 Linien betrug. Die Uebereinstimmung mit der Theorie war vollkommen; also die Umdrehung der Erde durch ein Experiment nachgewiesen.

So stand die Sache, als Foucault vor 6 Jahren seinen berühmten Versuch anstellte, einen Versuch, der nicht nur die Umdrehung der Erde um ihre Axe beweiset, sondern sogar sehen läßt. Die ältern Fallversuche konnten die Ueberzeugung von der Rotation der Erde zwar herbeiführen, allein eine große Anzahl von Zuschauern würde der Anstellung solcher Beobachtungen sehr hinderlich gewesen sein, welches bei Foucault's Verfahren nicht in gleicher Weise der Fall ist, zumal da eine fortgesetzte Wiederholung, wenn der Apparat einmal im Gange ist, keine Schwierigkeit hat. Wie man den Geist der ältern Methode sich am besten anschaulich machen kann, wenn der Thurm, von welchem die Kugel fällt, auf dem Aequator der Erde angenommen wird, so giebt ein am Erdpole gedachtes schwingendes Pendel leicht zu erkennen, daß die Richtung der Schwingungs-Ebene durch die Drehung der Erde nicht im Mindesten



afficirt werden kann, also die Umbrehung des Erdkörpers von Westen nach Osten sich durch ein scheinbares Fortrücken dieser Schwingungs-Ebene von Osten nach Westen ankündigen muß, so daß dieses Fortrücken, wenn das Pendel am Nordpole schwingt, regelmäßig in einer Stunde den 24sten Theil eines ganzen Kreises beträgt, also, da auf diesen 360 Grad gehen, 15 Grade. Die Theorie läßt leicht erkennen, daß auf andern geographischen Breiten eine Modification eintritt, die eben von der jedesmaligen Breite abhängig ist. Für Danzig beträgt der Winkel, den die Ebene des Pendels in einer Stunde zu beschreiben hat, etwa  $12^\circ$ , für südlicher gelegene Orte ist er kleiner, am Aequator selbst verschwindet er gänzlich, so daß dort die Schwingungs-Ebene so unveränderlich im Raume erscheint, wie sie es wirklich ist. Der Foucault'sche Versuch könnte also dort nicht angestellt werden um die Umbrehung der Erde zu beweisen, eben so wenig wie der Beweis durch Fallversuche am Pole zu führen ist, — die Kugel würde von einem am Pole gedachten Thurm genau an den Fußpunkt und nicht östlich von demselben fallen, da die Umbrehung der Erde hier ohne Einfluß bleibt. Man sieht daher, daß zwischen beiden Methoden eine gewisse Reciprocität statt findet; wo die eine versagen würde, läßt die andere das Resultat am deutlichsten hervortreten. Zu den ersten in Deutschland gemachten Versuchen gehören diejenigen, welche in Danzig angestellt wurden, auch ist von hier die Anregung zur theoretischen Behandlung des Problems ausgegangen, da der Versuch, ganz abgesehen von einem physikalischen Beweise für die Rotation der Erde, von höchster Wichtigkeit für die Mechanik erschien. Hansen, Director der Sternwarte in Gotha, hat in den Schriften der Danziger naturforschenden Gesellschaft seine umfassenden Arbeiten über diesen Gegenstand bekannt machen lassen.

Nachdem wir jetzt die Hypothese des Copernicus als richtig bewiesen haben, wird eine Vergleichung der auf verschiedenen Wegen bestimmten Figur des Erdkörpers, wie sie wirklich stattfindet, mit derjenigen, die aus der Annahme einer rotirenden flüssigen Kugel hervorgeht, auf die sicherste Grundlage gestützt sein. Am Anfange dieser Vorlesung wurde bemerkt, daß die Kugelgestalt unter solchen Umständen sich nicht erhalten könne, und nach Newton's Theorie eine Abplattung an den Polen eintreten müsse. Alle Theile der flüssigen Erbkugel mußten, mit Ausnahme der beiden an der Drehung nicht theilnehmenden Pole, das Bestreben haben, sich in den unendlichen Raum fortzubewegen, und zwar am stärksten die im Aequator liegenden; aber diese Theile konnten nicht gänzlich entweichen, denn der größern oder geringern Schwungkraft,

welche dieselben zu entfernen sucht, stellte sich die anziehende nach dem Mittelpunkte hin wirkende Schwerkraft, deren Gesetz durch die Galileischen Versuche und die Pendelbeobachtungen ermittelt wurde, entgegen. So ist die Aufgabe, die Figur des Erdkörpers zu finden, auf die Lehre vom Gleichgewichte der Flüssigkeiten zurückgeführt; und wenn man von dieser Seite die Untersuchung führt, so ergiebt sich, daß die durch Gradmessungen und Pendelversuche ermittelte Abweichung von der Kugelgestalt nicht zufällig ist, sondern eine Nothwendigkeit wurde, als der Tropfen am Eimer aus der Hand des Allmächtigen floß.

Es wurde vorhin angeführt, wie sich durch die Pendelbeobachtungen der Fallraum in der ersten Secunde auf nördlicher Breite größer als in der Nähe des Aequators herausgestellt hat; dort sind die Punkte der Erdoberfläche nicht nur dem Mittelpunkte näher, als hier, auch die Schwerkraft, welche dort der Schwerkraft entgegenwirkt, ist eine kleinere. Es sind also zwei Ursachen vorhanden, welche die anziehende Kraft der Erde auf nördlichern Breiten energischer wirken lassen als auf südlichern, der Fall muß daher dort ein beschleunigter sein. Die Pendelversuche haben aber außerdem auch nachgewiesen, daß die Schwere abnimmt, je weiter man sich vom Mittelpunkte der Erde entfernt, d. h. der Fallraum in der ersten Secunde ist auf hohen Bergen kleiner als an der Oberfläche des Meeres. Diese Abnahme der Schwere bei zunehmender Entfernung des fallenden Körpers vom Mittelpunkte war es, welche zu der Frage führte, nach welchem Gesetze in unerreichbaren Entfernungen die Anziehungskraft wirksam sei. Das zweimalige tägliche Steigen und Fallen des Wassers an den Küsten größerer Meere, die Fluth und Ebbe, war längst ein Gegenstand der Betrachtung gewesen, und vergebens hatte man sich bemüht dasselbe zu erklären; die Periode des Eintretens und Verschwindens der Fluth zeigte mit der Periode des Mondwechsels einen Zusammenhang, und nachdem Newton\*) durch Berechnung der Schwungkräfte für die bekannten Planetenbahnen ein Gesetz der abnehmenden Anziehungskraft der Sonne bei zunehmender Entfernung des angezogenen Planeten gefunden hatte, wagte er den kühnen Schritt, zu untersuchen, ob dieses Gesetz auch für die Kraft gültig sei, mit welcher die Erde den Mond anzieht. Die auf bekannte Elemente der Mondbahn gestützte Rechnung bestätigte dasselbe. Hieraus schloß er, daß umgekehrt auch die Erde der anziehenden Kraft des Mondes unterworfen sei, und daß diese Anziehungs-

\*) Vergleiche Zusatz 10: Newton und das Gravitationsgesetz.

kraft sich bei den nicht festen Theilen der Erde durch ein periodisches Steigen und Fallen offenbaren müsse. Nicht nur der Himmel, auch die Fluthen des Meeres bestätigen das Gesetz, daß alle Körper einander anziehen im umgekehrten quadratischen Verhältniß ihrer Entfernungen; d. h. die Anziehung, welche ein Körper auf einen andern ausübt, wird in größerer Entfernung nicht nur schwächer, sondern genau 4 mal schwächer, wenn der Körper 2mal, 9 mal schwächer, wenn er 3 mal weiter entfernt ist. Mit der Entdeckung dieses allgemeinen Attractions-Gesetzes beginnt in der Sternkunde eine neue Epoche. Die Bewegungen der Himmelskörper wurden auf ihre einfachste Ursache zurückgeführt; ein bis dahin nicht gekannter Theil der Wissenschaft, die physische Astronomie, konnte anfangen sich zu entwickeln; daß aber jenes Gesetz mit der Wirklichkeit übereinstimmt, nicht nur innerhalb der engen Grenzen der Planeten-Welt, sondern auch in jenen fernen Regionen, wo Sonnen sich um Sonnen drehen, dafür sprechen die Bahnen der Doppelsterne, welche, wie in einer frühern Vorlesung gezeigt wurde, sich genau demselben unterordnen; ein Triumph, den der große Entdecker nicht erlebte, da diese Untersuchungen einer spätern Zeit angehören. Endlich hat in nächster Vergangenheit die consequente, auf mathematische Betrachtungen gegründete Verfolgung der aus dem Gesetze fließenden Thatsachen das geistige Auge in so wunderbarer Weise bewaffnet, daß jenseit der Uranusbahn ein ferner Planet früher entdeckt werden konnte, als es dem körperlichen gelang ihn aufzufinden. Wo solche Erfolge sprechen, darf die scharfsinnige Zurückführung auf ein überraschend einfaches Grundprincip nicht noch besonders gepriesen werden; der Ruhm des unsterblichen Urhebers ist für alle Zeiten gesichert, die Wissenschaft selbst kann ihn nicht überdauern. Wohl mag der Geist des kühnen Denkers, dessen Lebensschicksale heute unsere Theilnahme erregten, sich gesehnt haben nach dem Erkennen des höchsten aller Bewegungsgesetze, denn sein Streben ging sichtlich vom Besondern ins Allgemeine, doch er sollte nur ein Vorkämpfer sein. Aber der Zufall wollte, daß in demselben Jahre, in welchem Galilei dahinging, Newton geboren wurde.

## Siebente Vorlesung.

Der Mond. — Die Mondphasen. — Die planetarischen Störungen. — Mond- und Sonnenfinsternisse. — Bestimmungen der geographischen Länge. — Fluth und Ebbe. — Bewohnbarkeit des Mondes.

---

Das periodische Steigen und Fallen des Meeres bietet uns, wie in der letzten Vorlesung bemerkt wurde, die sichtbare Einwirkung eines fernen Himmelskörpers auf unsere Erde dar; um dasselbe als durch die anziehende Kraft des Mondes hervorgebracht in seinen einzelnen Erscheinungen verfolgen zu können, wird zunächst die Bewegung, dann aber auch die physische Beschaffenheit unseres Begleiters ein Gegenstand der Betrachtung sein. Erde und Mond bilden im Gegensatz zu Merkur und Venus einen Doppelplaneten, ähnlich den Doppelsternen, sie müssen sich daher um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen, und dieser ist es, der seine Bahn um die Sonne beschreibt; allein man darf bei der Untersuchung der Mondbewegung die Erde als ruhend betrachten, und ihre Bahn um jenen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, der übrigens innerhalb des Körpers selbst fällt, durch Rechnung auf die vom Monde beschriebene übertragen; ein Verfahren, welches auch für die Bewegungen der Planeten um die Sonne jetzt allgemein üblich ist. Nachdem nämlich Newtons große Entdeckung gemacht war, stand auch fest, daß nicht nur die Sonne auf die Planeten, sondern auch umgekehrt diese auf jene eine Anziehung ausüben, die Sonne also nicht in aller Schärfe der Centralkörper ist, obgleich wegen der geringen Masse der Planeten im Vergleiche mit der mächtigen Sonne diese Rückwirkung keinen sehr beträchtlichen Einfluß zu äußern vermag. Die physische Astronomie nimmt auf die hier angedeuteten Umstände durch Berücksichtigung der Lage des Schwerpunktes die genaueste Rücksicht, es ist daher nicht nöthig den strengen genommen nur

annähernd richtigen Sprachgebrauch zu ändern. Der Mond nimmt, wie sich von selbst versteht und der Augenschein lehrt, an der täglichen Bewegung Theil, indem er sich wie die Sonne und die Fixsterne von Osten nach Westen zu bewegen scheint. Aber wie die Sonne hat er außerdem noch eine eigenthümliche Bewegung in entgegengesetzter Richtung, nur ist sie viel schneller als jene und keine scheinbare, sondern eine wirkliche. Wenige Stunden einer mondhellen Nacht genügen, um sich von dieser Fortrückung nach Osten zu überzeugen, man darf nur einen oder einige der hellern Sterne in seiner Nähe ins Auge fassen, so wird man bemerken, daß sein Abstand von den östlich gelegenen sich verkleinert. Setzt man diese Beobachtung fort, so ergiebt sich, daß der Mond nach 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten wieder bei demselben Sterne angekommen ist, und dann von neuem seinen Lauf fortsetzt. Diese seine siderische Umlaufzeit war schon im Alterthume mit großer Genauigkeit bekannt. Verschieden von ihr ist diejenige Zeit, welche zwischen zwei auf einander folgenden Zusammentreffen mit der Sonne verfließt, d. h. die Rückkehr zu dem Punkte, wo er mit der Sonne und der Erde in gerader Linie steht; diese verzögert sich um mehr als 2 Tage, denn die Erde hat in 27 Tagen bereits etwa den 13ten Theil ihrer Bahn um die Sonne zurückgelegt, die Richtungslinie von der Erde zur Sonne ist dadurch eine ganz andere geworden, als sie bei der vorangegangenen Zusammenkunft war, der Mond muß also noch einen beträchtlichen Bogen zurücklegen, um in die veränderte Richtungslinie zu gelangen. Einen solchen Umlauf nennt man einen synodischen, er beträgt 29 Tage 12 Stunden 44 M. In einer frühern Vorlesung, wo von den Bestimmungen der Abstände die Rede war, ist angegeben worden, wie bei dem verhältnißmäßig kleinern Mond-Abstande durch gleichzeitige Beobachtungen an zwei weit entlegenen Stationspunkten, Berlin und dem Cap der guten Hoffnung, wo an getheilten Kreisbogen die Richtungslinien nach jenem Himmelskörper in Hinsicht auf ihre Lage bestimmt wurden, der Schnittpunkt derselben mit Genauigkeit ermittelt werden konnte. Das Verfahren ist demjenigen ganz ähnlich, wodurch man die Höhe eines Thurms bestimmt, wenn man diese nicht durch Ablochung finden kann, oder solche unmittelbare Messung zu ungenau erscheint. Man mißt dann eine möglichst lange Basis und aus dem Endpunkte derselben die Winkel, unter welchen die Spitze erscheint; der Schnittpunkt der nunmehr bekannten Gesichtslinie führt dann sogleich zu der gesuchten Thurmhöhe. Für den Mond müssen aber offenbar zwei Beobachter angestellt sein, da die Messung wegen der Bewegung des Himmelskörpers gleichzeitig

erfolgt muß; die Basis wird nicht sowohl gemessen, als aus den bekannten Dimensionen des Erdkörpers und der Lage der beiden Stationenpunkte berechnet. Auf diese Weise hat sich herausgestellt, daß die mittlere Entfernung des Mondes vom Mittelpunkte der Erde 51800 Meilen beträgt; da aber die Bahn, welche er um die Erde beschreibt, nach den Kepler'schen Gesetzen eine Ellipse ist, und zwar eine vom Kreise ziemlich verschobene, so muß sein Abstand sich merklich ändern; und in der That haben geistliche Beobachtungen ergeben, daß er der Erde bis auf 48960 Meilen nahe kommen, und sich wieder bis auf 54640 von ihr entfernen kann. Die Ebene seiner Bahn fällt nicht mit der Erdbahn zusammen, sondern ist gegen diese unter einem Winkel von 5 Graden geneigt; daher kommt es, daß wir viel seltener eine Sonnen- oder Mondfinsterniß sehen, als dies der Fall sein würde, wenn beide Ebenen gegen einander noch mehr geneigt wären oder gar nur eine einzige bildeten. Unter allen Erscheinungen am Himmel haben vermuthlich die Lichtgestalten des Mondes zuerst die Aufmerksamkeit der Beobachter gefesselt; die Erklärung dieser Phasen ist in hohem Grade einfach. Wegen der großen Entfernung der Sonne von der Erde, sie ist im Durchschnitte 400mal größer als die Entfernung des Mondes von uns, kann man annehmen, daß die Sonnenstrahlen den Mond während eines seiner Umläufe immer genau in derselben Richtung treffen, also stets genau eine Hälfte der Mondkugel beleuchtet ist. Wenn nun diese 3 Himmelskörper eine solche Lage gegen einander haben, daß Mond, Erde und Sonne in genannter Reihenfolge in derselben Richtung stehen, so erblicken wir die beleuchtete Hälfte der Mondkugel vollständig, indem wir die Scheibe voll sehen, wir haben dann Vollmond; folgen dagegen Sonne, Mond, Erde auf einander, und stehen alle drei wieder in derselben Richtung, so ist die erleuchtete Hälfte des Mondes von uns abgewandt, wir sehen den Mond dann nicht und sagen, wir haben Neumond. Diese beiden Phasen, Vollmond und Neumond heißen „Syzygien“. — Vom Neumonde bis zum Vollmonde hat unser Erabant einen halben Umlauf gemacht. Auf der Mitte dieses halben Umlaufs steht er so, daß die Linie von der Erde nach ihm mit der von der Erde nach der Sonne gezogenen einen rechten Winkel macht, und zwar steht dann die Sonne westlich. Wir können dann noch nicht die ganze beleuchtete Hälfte der Mondkugel sehen, sondern erblicken nur die Hälfte dieser Hälfte, wir sehen einen hellen Halbkreis, während die andere Hälfte dieses Kreises unsichtbar ist; dabei liegt die helle Hälfte westlich. Wenn der Mond voll geworden, und darauf an Licht abnimmt, so kommt wieder ein Zeitpunkt, da wir den Mond

abermals genau als hellen Halbkreis sehen; aber jetzt ist die Sonne östlich vom Monde und der östliche Halbkreis hell. In jenem Falle, in welchem der westliche Halbkreis der helle ist, sagt man, das erste Viertel sei eingetreten, in diesem, das letzte; beide Phasen nennt man die Quadraturen. Diese 4 Haupt-Sichtgestalten, Neumond, erstes Viertel, Vollmond, letztes Viertel, und abermals Neumond folgen also in etwas mehr als in 7 Tagen in genannter Reihe auf einander, und haben ihren Grund nur darin, daß die erleuchtete Hälfte der Mondkugel von der Erde aus unter verschiedenen Richtungslinien gegen die Sonne gesehen wird. Der Kreis auf der Mondkugel, wo sich in der Wirklichkeit die helle Hälfte von der dunkeln trennt, erscheint dem Auge in den Quadraturen als gerade Linie, in den Syzygien als Kreislinie, zur Zeit des Vollmonds mit heller Scheibe, zur Zeit des Neumonds mit dunkler. Nicht minder sind die dazwischen liegenden Sichtgestalten eine bloße Folge davon, wie sich jener Trennungskreis dem Auge darbietet. Zwischen dem Neumonde und dem ersten Viertel projicirt er sich als halbe Ellipse, wodurch die Sichelgestalt entsteht; kurz nach dem Neumonde ist diese halbe Ellipse sehr breit, beinahe ein Halbkreis, die Sichel daher sehr schmal. Die Ellipse nimmt darauf an Breite ab, d. h. die Sichel wird breiter; zur Zeit des ersten Viertels hat sich die halbe Ellipse in eine gerade Linie zusammengezogen. Von nun an tritt sie wieder, aber nach entgegengesetzter Seite hervor, sie wird immer breiter, je näher die Zeit des Vollmonds ist, sie wird ein Halbkreis und der Mond ist voll. Darauf tritt sie nach der andern Seite auf, anfangs sehr breit, aber allmählig immer schmaler werdend, und zuletzt, beim letzten Viertel, sich in eine gerade Linie verwandelnd. Dann wieder zunehmend und immer mehr Licht entziehend, bringt sie abermals zwischen dem letzten Viertel und dem Neumonde die Sichelgestalt nur in entgegengesetzter Richtung, wie zwischen dem Neumonde und dem ersten Viertel, hervor. Um dem Monde sogleich ansehen zu können, ob er zu- oder abnehmend ist, hat man in alter Zeit eine Regel aufgestellt, sie lautet: wenn man aus dem Monde ein D machen kann, so nimmt er zu, wenn man aber ein C aus ihm machen kann, so nimmt er ab. Um die Regel dem Gedächtnisse einzuprägen, denke man daran, daß *crescere* wachsen, *decretere* abnehmen heißt und daß der Mond lügt, eine Eigenschaft, die man ihm wohl seiner Wandelbarkeit wegen zugeschrieben hat. Offenbar ist das Ganze nur eine Spielerei, man wird auch ohne Regel leicht erkennen, welche Sichtgestalt der Mond hat; wollte man eine in deutscher Sprache sehr einfache haben, so dürfte man nur sagen der Mond nimmt

zu, wenn sich aus der Sichel ein  $\text{B}$ , er nimmt ab, wenn sich aus ihr ein  $\text{A}$  bilden läßt.

Die Punkte, in welchen die Mondbahn die Erdbahn durchschneidet, sind nicht fest, sondern im Laufe der Jahre veränderlich, die Lage dieser Punkte bringt bisweilen die Erscheinung hervor, daß die Verbindungslinie der beiden Hörner beinahe horizontal zu liegen kommt, oder daß der Mond, wie man sich ausdrückt, auf dem Rücken liegt; alte Seeleute haben mir gesagt, daß dies Sturm bedeute, eine Behauptung, die nicht leicht zu beweisen sein dürfte. Unter allen Bahnen der Himmelskörper hat die genaue Berechnung der Mondbahn den Astronomen die meiste Schwierigkeit gemacht. Wenn nämlich vorhin bemerkt wurde, daß dieser Trabant den Kepler'schen Gesetzen folge, so ist dies doch nur annähernd der Fall, indem schon die Anziehungskraft der Sonne fortwährend die Bahn-Ellipse verändert und ihn aus derselben herauszieht; ähnlich wie die Bewegungen jedes Planeten dadurch gestört werden, daß während seiner Umdrehung um die Sonne einer oder mehrere Planeten, in deren Nähe er kommt, ihre Anziehungskraft auf ihn ausüben. Ueberhaupt sieht man, daß die beiden ersten Kepler'schen Gesetze in aller Strenge nur dann wirklich gelten würden, wenn außer der Sonne nur ein einziger Planet vorhanden wäre; dieser würde genau eine Ellipse beschreiben, und die in gleichen Zeiten zurückgelegten Flächenräume würden vollkommen gleich sein. Das Hinzutreten schon eines dritten Körpers ändert alles, indem nun gegenseitige Störungen erfolgen müssen. Die Entdeckung der allgemeinen Gravitationsgesetze mußte zugleich die Ueberzeugung herbeiführen, daß die Kepler'schen Gesetze nur eine starke Annäherung an die in der Natur vorkommenden Bewegungen der Himmelskörper gewähren, und es bot sich die berühmte Aufgabe der drei Körper dar, mit deren Lösung sich die Geometer von Newtons Zeit bis auf diese Stunde beschäftigt haben, ohne daß man sagen darf, sie sei vollständig durchgeführt. Allerdings hatte der große Entdecker des Gesetzes bereits mehrere von diesen planetarischen Störungen abgeleitet, auch in einzelnen Fällen ihren Betrag in Zahlen ausgedrückt, allein ein höheres Ziel hatte er sich selbst nicht gesteckt, als er durch sein großes Werk: „die Principien der mathematischen Naturlehre“ am geistigen Horizonte der Menschheit eine Sonne des Gedankens heraufführte; der Nachwelt blieb vorbehalten, diese dargebotene Weltleuchte immer höher zu führen, damit ihre Strahlen auch die verborgenen, bis dahin nicht gekannten Tiefen eines dornenvollen Weges durchdrängen. Euler, Clairaut, Lagrange, Laplace, Gauß, Hansen sind die



glücklichsten Nachfolger des englischen Geometers gewesen. Die französischen Gelehrten unserer Tage haben gewagt, nachdem sie den in Turin geborenen Lagrange zu ihrem Landsmann stempelten, nur Eulers Name vorübergehend zu nennen und das Hauptverdienst den beiden allerdings unsterblichen Geometern ihres Landes zu vindiciren, die Geschichte der Astronomie muß aber gegen ein solches Verfahren Protest einlegen, und die Redensart: „wenn Frankreich nicht die erste Stelle behauptete, so habe es seinen Platz verloren“, auf ein der Wissenschaft fern liegendes Gebiet verweisen; um so mehr, als die großen Arbeiten des Gothaer Astronomen allgemein bekannt sind, und Eulers Verdienste um den betreffenden Theil, noch in neuester Zeit vollständig dargelegt, wohl immer unbestreitbar bleiben werden. Mit Recht darf man nun aber fragen, worin denn die große Schwierigkeit der allgemeinen Theorie der planetarischen Störungen bestehe, da doch die Anleitung zur Berechnung durch das Gravitationsgesetz gegeben sei, und woher es komme, daß nicht schon viel früher die nothwendige Modification der Kepler'schen Gesetze sich aus den Beobachtungen offenbart habe. Gestatten Sie, daß ich die letzte Frage zuerst beantworte. In der vorhergehenden Vorlesung habe ich mir, wie bereits früher, darauf hinzuweisen erlaubt, daß zwischen Praxis und Theorie eine unauflösbare Wechselwirkung stattfindet, und vollkommene Beobachtungen mit genauern Instrumenten Resultate herbeiführen mußten, die früher unbekannt geblieben waren. Wenn man zu Tycho's Zeit schon wie jetzt die einzelnen Secunden hätte verbürgen können, während damals kaum die Minuten sicher waren, so würde sich dem Berechner der Marsbahn wohl gezeigt haben, daß jene Gesetze nur annähernd das Richtige enthielten, allein die zum Grunde gelegten Beobachtungen konnten, da sie etwa 80mal ungenauer als die heutigen waren, jene kleinen Abweichungen noch nicht erkennen lassen, sie stimmten mit der Theorie vollständig überein, und genauere hatte man nicht. Nur allmählig vervollkommneten sich die astronomischen Instrumente. Aber man sah auch ein, daß selbst das beste Instrument, wie es aus der Hand eines ausgezeichneten Mechanikers hervorgeht, noch immer mit Fehlern behaftet bleiben muß, deren Ermittlung dem praktischen Astronomen anheimfällt, so steigerte sich neben der Kunst des Verfertigers zugleich und zum Theil durch dieselbe auch die Geschicklichkeit des Beobachters. Glücklicherweise war man zu Newton's Zeit doch schon so weit vorgeschritten, daß die theoretisch gefundenen Abweichungen als auch in der Natur vorhanden erkannt werden konnten. Dieser Umstand ließ die mathematische Speculation ihrem wahren Werthe

nach richtig schätzen, und eine Ausdehnung derselben auf die in der Planetenwelt vorkommenden Störungen wenigstens in den einzelnen Fällen immer wünschenswerther erscheinen. So ist denn auch durch die Bemühungen der oben genannten großen Geometer in der That dem praktischen Bedürfnisse vollständig genügt worden. Die allgemeinste Lösung des Problems ist aber bis auf den heutigen Tag noch nicht gelungen, weil, und darin liegt die Beantwortung jener ersten Frage, die mathematische Analyse hier auf Entwicklungen stößt, deren Ausführung nur für wirkliche Zahlen, nicht aber im Allgemeinen möglich zu sein scheint. Diese hier gegebene Andeutung der wahren Sachlage durfte nach meiner Meinung nicht unterbleiben, um die scheinbare Unordnung, welche nach Newtons Zeit in die Berechnung der Planetenbahnen gekommen ist, auf ihren einfachsten Ausdruck zurückzuführen.

Von großem Einflusse auf die Erweiterung der hier genannten wissenschaftlichen Arbeiten war das praktische Bedürfnis. Schon längst hatte man eingesehen, daß die messende Beobachtung der beiden Hauptgestirne, der Sonne und des Mondes, für den Seefahrer die sichersten Hülfsmittel zur Bestimmung des Ortes, wo das Schiff sich auf dem Meere in einem gegebenen Augenblicke befindet, darbieten könne, und daß besonders die geographische Länge durch die gemessene scheinbare Entfernung beider mit Sicherheit zu ermitteln sei, zumal da nach Erfindung des Spiegelfertanten, dieses leicht transportabeln Instruments, welches der Beobachter frei in der Hand hält, während der eigene balancirende Körper ein natürliches Stativ dazu bildet, die Messung der Winkel auf dem schaukelnden Fahrzeuge nach einiger Uebung sehr genau zu bewerkstelligen war. Aber es ist ersichtlich, daß die Hülftafeln oder astronomischen Seetalender nur dann, wie das Bedürfnis erheischt, für mehrere Jahre voraus zu berechnen sind, wenn die zu dieser Rechnung nothwendigen Daten die erforderliche Sicherheit haben, d. h. die Elemente der Mondbahn mit ausreichender Schärfe berechnet sind. Das Parlament von England setzte daher auf die Verbesserung der Mondtafeln einen Preis aus, und Euler war der erste, dem eine solche in Folge theoretischer Untersuchungen gelang, worauf dann später durch die Arbeiten von Laplace die Mondtheorie mit großer Schärfe und weit über das praktische Bedürfnis hinaus vervollständigt wurde; die Rechnungen sind von einem Deutschen, Burkhart, in Paris ausgeführt. In der neuesten Zeit ist Hansen mit Verbesserung der Mondtafeln schon seit Jahren beschäftigt, und es wird nach Erscheinen derselben die Sternkunde wieder um einen großen Schatz bereichert sein, indem der

Gothaer Astronom, wie ich aus brieflichen Mittheilungen weiß, noch auf viele Einzelheiten Rücksicht nimmt, die dem französischen Gelehrten entgangen waren. Den hier genannten und ähnlichen Untersuchungen hat man zu danken, daß gegenwärtig trotz der Unermeßlichkeit des Oceans ein Verirren auf demselben nicht zu fürchten ist, wenn ein heiterer Himmel die Beobachtung des Mondes und der Sonne gestattet. Was im Besondern das berühmte Problem der Meeresslänge betrifft, so wird sich aus dem Folgenden vielleicht ergeben, worin das Princip der Lösung seinem Wesen nach zu suchen ist. Bevor ich diese Auseinandersetzung unternehme, gestatte ich mir, vom Besondern allmählig zum Allgemeinen schreitend, die Theorie der Finsternisse, welche der Mond erleidet und bewirkt, Ihnen vorzuführen, wobei freilich wegen des vielen Bekannten, welches um den Zusammenhang nicht zu unterbrechen hier vorkommen muß, auf Ihre gütige Rücksicht gerechnet wird.

Die Erde wirkt als ein an sich dunkler, von der Sonne beschienener Körper stets einen Schatten in den Weltraum, und da sie viel kleiner als die Sonne ist, so muß dieser Erdschatten nothwendig in einer Spitze endigen, also eine kegelförmige Form haben. Die Länge desselben ist offenbar abhängig von der größern oder geringern Entfernung beider Himmelskörper; er wird am längsten bei der größten Entfernung und beträgt dann über 188 Tausend Meilen, bei der kleinsten nur 182 Tausend. Da die Planeten viel weiter von der Erde entfernt sind, als dieser Schatten lang ist, so kann keiner derselben von ihm getroffen werden, wohl aber der Mond, der sich nicht weiter als bis auf 54640 Meilen von der Erde entfernen kann. Es entsteht nun eine totale Mondfinsterniß, wenn die Mondkugel ganz im Schatten liegt, eine partiale, wenn sie nur zum Theil darin liegt. Der Fall, daß der Mond in der Mitte dunkel und zu beiden Seiten hell wäre, kann niemals stattfinden, weil der Durchschnitt des Schattenkegels in der Entfernung des Mondes von der Erde immer größer ist als der Durchmesser des Mondes. Außer dem ganz dunkeln Erdschatten existirt noch ein zweiter, der rund um denselben liegt, und sich ins Unendliche hin erstreckt. Er ist nicht so dunkel wie jener, den man den Kernschatten nennt, und heißt, da er zum Theil noch Licht von der Sonne erhält, der Halbschatten. Das Vorhandensein dieses Halbschattens kann leicht theoretisch nachgewiesen werden; aber man wird auch auf ihn durch den wirklichen Anblick des Mondes vor dessen Verdunkelung geleitet. Der Mond erhält zuerst ein trübes verwaschenes Licht, bevor er in den Kernschatten eintretend wirklich verfinstert wird; und diese verminderte Hellig-

Zeit des Mondlichtes beginnt mit dem Eintritt in den Halbschatten. Der Schatten der Erde zeigt sich bald nach dem Eintritt des Mondes in Kreisform, wovon man schon frühe Veranlassung nahm auf die Kugelgestalt des Schatten werfenden Körpers zurückzuschließen. Bei einer totalen Mondfinsterniß sind die optischen Erscheinungen bei günstigem Zustande unserer Atmosphäre von höchstem Interesse. Die Mondflecken verschwinden anfangs ganz und der Mond nimmt die graue Farbe an. Allmählig geht aber dieses Grau in ein Violett und dieses darauf in ein Violett-roth über, ist endlich der Mond total verfinstert, so zeigt er sich trotzdem in einer entschiedenen rothen Farbe und die Flecken sind wieder sichtbar. Bisweilen erscheint er kupferroth, zuweilen grau-roth, rosenfarbig, auch unter südlichen Breiten glühend-roth. Während meines vieljährigen Aufenthalts in Königsberg konnte wegen ungünstigen Wetters keine totale Mondfinsterniß beobachtet werden, und auch in Danzig gelang mir erst am 31. Mai 1844 eine vollständige Beobachtung dieses interessanten Phänomens, welches mir nicht viel weniger beachtenswerth als das Schauspiel einer totalen Sonnenfinsterniß zu sein scheint. An jenem Tage beobachtete ich auf dem Observatorium der hiesigen Navigationschule an Gsüßigen Fraunhofer'schen Achromaten, während der ausgezeichnete Navigationslehrer, Herr Domke, sich gleichzeitig eines kleineren Instruments zu demselben Zwecke bediente. Nachdem die letzte Spur des Mondlichtes verschwunden war, in einem Augenblicke, der sich bis auf die Secunde genau angeben ließ, zeigte sich der Mond in dem schönsten rosenfarbigen Lichte mit deutlichem Hervortreten aller Flecken; nur an dem Rande war ein Uebergang des Rosenlichtes in ein prachtvolles Violett nicht zu verkennen; auch mit bloßem Auge sah man dieselbe Erscheinung. Nachdem wir die Stelle, wo das Ende der Totalität der Vorausberechnung gemäß eintreten mußte, in die Mitte des Fernrohrs gebracht hatten, brach der erste Sonnenstrahl an der Ostseite wieder hervor, und obgleich wir beide mit Notirung der Zeit beschäftigt waren, so mußten wir uns doch bald darauf gestehen, daß der Anblick dieses wiederkehrenden Lichts auf dem fernem Weltkörper zu dem Erhabensten und Großartigsten gehöre, was am Himmel könne gesehen werden. Jene röthliche Färbung ist höchstwahrscheinlich eine Folge der Strahlenbrechung und bereits von Kepler richtig erklärt; die Sonnenstrahlen erleiden bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre der Erde eine Beugung und werden so in den Schattenkegel geworfen. Die geröthete oder glühende Farbe ist nie gleichmäßig; einige Stellen zeigen sich immer dunkler, auch bemerkt man, daß die Farben in sanften Uebergängen variiren. Die Alten hatten,

obgleich sich an die rothe Farbe des verfinsterten und dennoch sichtbar bleibenden Mondes wunderliche Theorien knüpfen, doch schon erkannt, daß die Farbe nicht dem Mondkörper eigenthümlich sei; nach dem Berichte des Dio Cassius ward die Verwirrung im Lager des Vitellius sehr groß bei einer in der Nacht eintretenden Finsterniß. „Doch nicht sowohl die Finsterniß an sich“, fährt er fort, „obgleich sie bei mangelnder Geistesruhe unglückbedeutend erscheinen kann, als vielmehr der Umstand, daß der Mond in blutrothe, schwarze und andere traurige Farben spielte, erfüllte die Seele mit bangen Besorgnissen.“ Einen betrübenden Eindruck erhält man gegenwärtig nur dann, wenn Wolken vortreten, und das merkwürdige Phänomen uns zu entziehen drohen; die Gewißheit des Anbrechens eines neuen Tages, wenn auch auf einer fernen Welt, erfüllt die Seele des Beschauers schon während der Dunkelheit mit unnennbar freudigem Gefühl, welches zuletzt sich in Entzücken verwandelt. Die letzte totale Mondfinsterniß konnte bei uns wegen ungünstigen Wetters nicht in ihrem ganzen Verlaufe beobachtet werden; auch ist man auswärts nur auf einigen Sternwarten glücklicher gewesen. Zu den seltensten Fällen gehört, daß der Mond während der Verfinsternung gänzlich unsichtbar wird, so daß er auch durch Fernröhre nicht aufzufinden ist. Dieses sonderbare Verschwinden muß wohl in einem noch nicht erklärten eigenthümlichen Zustande unserer Atmosphäre seinen Grund haben. Unser Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß bei der totalen Mondfinsterniß am 25. April 1642 der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen besät war, und doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondscheibe spurlos verschwunden blieb. Vor ihm war dasselbe zuerst am 9. Dezember 1601 Kepler begegnet; seit länger als 40 Jahren ist dieser Fall nicht wieder eingetreten; zuletzt am 10. Juni 1816 zu London. Auch die Fälle, daß nur einzelne Theile der Mondscheibe, natürlich immer bei ganz heiterem Himmel, sichtbar werden, nicht aber die ganze, gehören zu den seltenen Ausnahmen.

Wenn der Mond zwischen die Erde und die Sonne tritt, so daß er die ganze Sonnenscheibe oder einen Theil derselben unsern Blicken entzieht, so entsteht eine Sonnenfinsterniß. Man bemerkt leicht, daß zwischen einer solchen und einer Mondfinsterniß eine wesentliche Verschiedenheit stattfindet, indem diese eine wirkliche, jene nur eine scheinbare Verfinsternung des dem Auge des Beobachters entzogenen Himmelskörpers ist. Da die Erde es ist, welche bei einer Sonnenfinsterniß in den Schatten tritt, den der Mond hinter sich wirft, so könnte man, wenn es üblich wäre, die Erscheinung eine Erdfinsterniß nennen. Dieser Schatten ist bei der größten

Entfernung des Mondes von der Sonne über 51. Tausend Meilen lang, so daß er die Erde dann allerdings erreichen kann, aber bei der kleinsten Entfernung von der Sonne oder, was dasselbe ist, bei der größten von der Erde beträgt die Schattenlänge nur ungefähr 49 Tausend Meilen und dann kann er die Erde nicht mehr erreichen, eben so wenig bei der mittleren Entfernung, die 50200 Meilen groß ist. Doch selbst dann, wenn die Erde vom Schatten des Mondes getroffen wird, ist dieser Schatten an der Stelle, wo es geschieht, nur klein, und da die Erde wegen der täglichen Umdrehung immer andere ihrer Theile in den Schattenegel bringt, so ist die Zone, für welche eine dann eintretende totale Sonnenfinsterniß stattfindet, stets schmal, und die außerhalb dieser Zone liegenden Orte sehen die Sonne entweder garnicht oder nur theilweise verfinstert. Wenn der Fall eintritt, daß die Spitze des Mondschattens den Erdkörper nicht mehr erreicht, so tritt für diejenigen Orte, welche die Mittelpunkte des Mondes und der Sonne zusammenfallen sehen, eine partielle Sonnenfinsterniß ein, die von der interessanten Erscheinung begleitet ist, daß der noch übrig bleibende helle Theil der Sonne einen Kranz um die dunkle Mondscheibe bildet. Eine solche ringförmige Sonnenfinsterniß hat man in Danzig zuletzt im Jahre 1836 bei sehr günstigem Wetter beobachtet. Das magische Licht, welches sich dabei verbreitete, kann nicht beschrieben werden, da der Eindruck mit keinem andern zu vergleichen ist. Leider dauern diese, so wie die totalen Finsternisse nur kurze Zeit, da sowohl durch die Umdrehung der Erde, als auch die Bewegung des Mondes schon nach wenigen Minuten ein Punkt der Erde, der im Schatten lag, wieder aus demselben heraustritt; dazu kommt noch der in unsern geographischen Breiten oft gänzlich oder doch zum Theil ungünstige Zustand der Atmosphäre, welcher jene schon an sich seltenen Sonnenfinsternisse in ihrem ganzen Verlaufe zu beobachten hindert. Genaue Beschreibungen derselben sind daher nur erst in geringer Anzahl vorhanden, doch ist zu hoffen, daß bei klarem Himmel die wenigen Augenblicke in Zukunft besser benutzt werden dürften, als dies in früherer Zeit geschah, indem namentlich das Hervortreten der rothen Berge, von welchem bei Beschreibung des Sonnenkörpers und seiner Atmosphäre die Rede war, durch gänzliche Unterlassung aller Angaben von Zeitmomenten mit nöthiger Ruhe wird wahrgenommen und untersucht werden können.

Außer dem eigentlichen Mondschatten giebt es auch bei den Sonnenfinsternissen einen Halbschatten, der sich unbegrenzt in den Raum erstreckt, und man kann leicht zeigen, daß diejenigen Orte der Erde, welche in die-

sem Halbschatten liegen, eine partielle Sonnenfinsterniß sehen; diese sich minder selten ereignenden Finsternisse bieten wenig bemerkenswerthes dar und dienen theils zur Berichtigung der Sonnentafeln, theils zur Bestimmung der geographischen Länge. Die geographische Länge eines Ortes auf der Erde, welche in Verbindung mit der geographischen Breite den Ort seiner Lage nach vollständig bestimmt, so daß er in eine Land- oder in eine Seefarte genau eingetragen werden kann, ist der Abstand jenes Ortes vom ersten Meridian, gemessen im Aequator der Erde; man nennt sie die Meeres-Länge, wenn sie sich auf einen Punkt bezieht, der nicht am Lande, sondern auf dem Meere liegt. Hier bieten sich nun sogleich zwei verschiedene Bestimmungsarten desselben Elements dar, je nachdem es sich um jenen oder diesen Fall handelt. Die geographische Länge eines Ortes, gleichviel wo derselbe liege, ist jedesmal gefunden, sobald man weiß, wieviel zu einer bestimmten Zeit an einem Orte des ersten Meridians die Uhr ist. Nach der Benennung sollte man glauben, es gäbe nur einen ersten Meridian, und dies wäre auch in der That am einfachsten und bequemsten, aber die Eifersucht der verschiedenen Nationen hat es dazu eben so wenig wie zu einem überall gleichen Fuße oder gleichviel geltenden Thaler kommen lassen. Die gewöhnlichen geographischen Charten geben bekanntlich den Meridian von Ferro als den ersten, welcher nichts als ein verkappter Pariser ist. Was die astronomischen Beobachtungen betrifft, so legen die Engländer ihren ersten Meridian durch Greenwich, wozu für sie der vernünftige Grund vorhanden ist, daß sich an jenem Orte eine weltberühmte Sternwarte befindet; der astronomische und zugleich Schiffskalender, der „nautical almanac“, ist daher für den Greenwicher Meridian berechnet; die Franzosen, bekanntlich erst in neuerer Zeit mit ihren Nachbarn jenseit des Canals verbündet, legen ihren ersten Meridian durch Paris, denn hier ist die bedeutendste Sternwarte ihres Landes; der astronomische und der Schiffskalender genannt: „connaissance des tems“ ist für den Pariser Meridian berechnet; die Russen legen den ersten Meridian durch Petersburg, für welchen ihre Schiffskalender gelten; die Italiener durch Mailand; die Preußen endlich legen ihren Meridian nicht bloß durch Berlin, dies geschieht nur für das astronomische Jahrbuch, sondern für nautische Zwecke durch Greenwich. Am besten wäre es, wenn man Paris allgemein wählte, doch ist daran kaum zu denken. Da die deutschen Seefahrer den Greenwicher Meridian für den ersten gelten lassen, so werde ich mir erlauben in den folgenden Erläuterungen diesem Beispiele zu folgen. Wenn es sich um die geographische Länge eines am

Orte gelegenen Ortes handelt, so wird dieselbe sich auf verschiedene Weise bestimmen lassen, entweder durch tragbare Uhren oder durch Signale. Diese können gegeben werden entweder optisch oder durch den electricischen Telegraphen. Die optischen sind entweder Pulverblitze, aufsteigende Raketen, schnell aufgehobte Flaggen und dergleichen, also terrestrische, oder sie sind solche, die ohne menschliches Zutun sich in fernen Regionen ereignen, Verfinsterungen des Mondes, der Sonne, der Fixsterne und der Monde des Jupiter. Für die Bestimmung der geographischen Länge auf dem Ocean fallen nun zunächst die optischen terrestrischen Signale von selbst weg, eben so diejenigen, welche durch die electricischen Telegraphen möglich sind. Es bleiben also noch: die tragbaren Uhren und sämtliche Finsternisse. Diese aber ereignen sich selbst, wenn man sie alle in Betracht zieht, nicht häufig, und dann erfordert ihre genaue Beobachtung auch ein fest aufgestelltes Fernrohr, welches am Bord eines schaukelnden Schiffes auf freiem Meere zu den frommen Wünschen gehört. Demnach würden die Uhren als einziges Hülfsmittel zur Bestimmung der geographischen Länge eines Schiffes übrig bleiben. Hieraus ergiebt sich von selbst, wie hoch eine Seemacht vom Range der englischen die Bervollkommnung des Chronometer in Anschlag bringen mußte, da die Sicherheit der Schifffahrt vom richtigen Gange der Schiffsuhr so wesentlich abhängt. Allein die vorhin genannte Methode mittelst der Mondbeobachtungen bietet ein zweites sehr geeignetes Mittel dar, dessen Angabe nunmehr sehr leicht sein wird. Wenn Sonne und Mond gleichzeitig am Himmel zu sehen sind, so darf man nur vom Schiffe aus mittelst des Spiegelsextanten den scheinbaren Abstand beider Gestirne von einander messen. Die nautischen Ephemeriden geben für jede Greenwicher Zeit diesen scheinbaren Abstand bereits vorausberechnet an. Man wird also nur mit dem gemessenen Winkel in den Nautical Almanac eingehen und die Greenwicher Zeit auffuchen dürfen, zu welcher jener Abstand gehört, um zu wissen, wieviel in Greenwich die Uhr war, als man die Beobachtung am Bord des Schiffes machte. Diese berechnete Zeit von der, welche die Schiffsuhr zeigt, abgezogen, giebt dann sogleich die geographische Länge des Punktes, wo man sich auf dem Meere befindet. So ersetzen diese sogenannten Mond-Distanzen gewissermaßen die Sonnenfinsternisse, und da man sie sowohl häufig als mit ausreichender Genauigkeit beobachten kann, ist ihre praktische Wichtigkeit von selbst einleuchtend. Die anzustellende Rechnung, für welche es bestimmte Regeln giebt, denn man hat noch auf Strahlenbrechung und den Halbmesser der Erde Rücksicht zu nehmen, ist für den geübten Seemann



mit wenig zeltraubend, so daß er sehr bald den Ort des Schiffes in die Seelarte eintragen kann.

Die genaue Kenntniß der Mondbahn hat nun auch möglich gemacht, jene von dem Winde und dem zufälligen Anschwellen der sich in das Meer ergießenden Ströme unabhängigen Erhebungen und Senkungen des Meeres, deren bereits oben Erwähnung geschah, auf mathematischem Wege zu ergründen. Die Einwirkung des Mondes und auch der Sonne in Folge des allgemeinen Gesetzes der Anziehung ist dadurch aus der Reihe der Hypothesen geschieden und zur Gewißheit erhoben worden, ja man ist im Stande die Fluth und Ebbe eben so genau voraus zu berechnen als die auf die Bewegung der Himmelskörper sich beziehenden Ereignisse. Um zunächst die Erscheinung im großen Ganzen aufzufassen, wollen wir uns die Erde ringsum vom Meere umspült denken, also das feste Land vorläufig bei Seite setzen. Nehmen wir an, der Mond stehe für einen bestimmten Ort am höchsten oder im Meridiane, so wird er die ihm nächsten Flüssigkeits-Theile stärker anziehen als den Mittelpunkt der Erde, er wird daher ein Anschwellen des Meeres an jenem Orte hervorbringen. Dies ist unmittelbar klar, nicht so das Anschwellen an dem andern Punkte der Erde, welcher dem Orte diametral gegenüber liegt. Wenn man indessen erwägt, daß hier das Meerwasser weiter vom Monde entfernt ist, als der Erdmittelpunkt, so wird man auch zugeben, daß dieser eine stärkere Anziehung als diese Flüssigkeits-Theile erfahren muß; dieselben bleiben daher zurück und bilden ebenfalls eine Erhöhung. Da das Wasser nun an diesen beiden einander entgegengesetzten Punkten steigt, so wird die Kugelgestalt aufgehoben, das Meer nimmt die Form eines länglichen runden Körpers an, und an den zwischen jenen beiden Punkten in der Mitte liegenden Orten steht es am tiefsten; jene beiden Erhebungen bilden die Fluth, diese beiden Senkungen die Ebbe. Da aber die Erde sich in 24 Stunden einmal um ihre Axe dreht, so kommen immer andere Punkte des Erdkörpers an den Stellen an, wo sich Fluth und Ebbe finden. Der Punkt des Erdkörpers, welcher in diesem Augenblicke Fluth hat, ist nach 6 Stunden schon da angelangt, wo Ebbe stattfindet, nach abermals 6 Stunden da, wo die Fluth auf entgegengesetzter Seite liegt, nach abermals 6 Stunden, wo sich Ebbe zeigt, und endlich kommt er wieder nach 6 Stunden da an, von wo er ausging, an dem Punkte, wo zuerst die Fluth bemerkt wurde. Es tritt also für einen und denselben Punkt der Erde während eines Tages zweimal Fluth, und zweimal Ebbe ein, indem Fluth und Ebbe in einer Zwischenzeit von 6 Stunden abwechselnd auf

einander folgen. Diese allgemeine Darstellung würde vollständig mit der Wirklichkeit übereinstimmen, wenn der Mond feststände; allein da er außer der scheinbaren täglichen Bewegung noch eine eigene im entgegengesetzten Sinne, also von Westen nach Osten hat, so braucht der Punkt der Erde, welcher sich während 24 Stunden gedreht hat, noch eine gewisse Zeit um dem Monde nachzuweichen und an die Stelle zu gelangen, wo nunmehr wirklich Fluth ist; diese Zeit beträgt ungefähr 50 Minuten, und daher kommt es, daß sich das Eintreten der Fluth in einem Tage immer um so viel verspätet. Man kann daher näherungsweise sagen, daß Fluth und Ebbe nicht in 6, sondern in  $6\frac{1}{4}$  Stunde mit einander abwechseln. Außer dem Monde übt auch die Sonne eine Anziehung in gleicher Weise auf das Meer, nur ist dieselbe nicht so beträchtlich, sondern etwa nur  $\frac{2}{6}$  jener; d. h. wenn z. B. die durch den Mond allein hervorgebrachte Fluthhöhe 30 Fuß beträgt, so bringt die Sonne eine von 12 Fuß zu Stande. Wenn Sonne, Mond und Erde in gerader Linie stehen, also zur Zeit der Syzygien, so addiren sich beide Wirkungen zu einander; die Gesamtluth würde dann in unserem Beispiele 42 Fuß betragen, wenn dagegen die Richtung der Sonne mit der des Mondes nicht zusammen fällt, so kommt nicht die ganze Sonnensluth der Mondsluth hinzu. In den Quadraturen, also zur Zeit des ersten und letzten Viertels, wird die vom Monde verursachte Erhebung des Meeres um die Höhe vermindert, welche durch Anziehung der Sonne entsteht; in dem obigen Beispiele wird dann die Fluth nur 18 Fuß betragen. Ueberhaupt ist demnach die Fluth am größten zur Zeit des Neu- und Vollmondes, am kleinsten, wenn das erste oder letzte Viertel eintritt; jene heißen Springfluthen. Es ist aber um den Erscheinungen, wie sie sich in der Wirklichkeit zeigen, näher zu treten, jetzt nothwendig das Vorhandensein des festen Landes in Betracht zu ziehen; da auf der Erde, wie sie gegenwärtig ist, nur zwei Drittel der Oberfläche vom Meere bedeckt, das andere Drittel dagegen vom Lande eingenommen werden, so können die obigen aus einer mit der Wirklichkeit nicht ganz übereinstimmenden Annahme abgeleiteten Vorgänge nicht vollkommen durch die Beobachtungen bestätigt werden. Das Meer hat, wie die Erfahrung lehrt, im Allgemeinen eine Strömung von Osten nach Westen. Ein großer Theil derselben muß der Fluth und Ebbe zugeschrieben werden, daneben wirken aber noch andere Ursachen, sie hervorzubringen. Die Beobachtungen, welche man auf dem Meere über die Temperatur desselben angestellt hat, indem Thermometer vom Schiffe aus in die Tiefe hinabgelassen wurden, haben gezeigt, daß selbst unter dem Aequator in

bedeutender Tiefe Wasser vorhanden ist, dessen Wärme vom Nullpunkte des Reaumur'schen Thermometers nicht weit absteht. Von den Polargegenden geht nämlich eine fortwährende Strömung aus; kälteres und daher dichteres Wasser verdrängt das wärmere und leichtere vom Grunde des Meeres, wird dann selbst erwärmt und verdunstet an der Oberfläche, wodurch einem fernern Zuströmen kalten Wassers von neuem der Weg gebahnt wird, — ein Prozeß, der sich unaufhörlich erneuert und das Räthsel löst, wodurch jenes kalte Wasser selbst unter dem Aequator entstehe, da andere Wahrnehmungen zu der Ueberzeugung geführt haben, daß die Temperatur des Erdkörpers mit der Tiefe zunimmt. Die Richtung der Meeresströmungen ist veränderlich, indem das feste Land mit seiner ungleichmäßigen Form sich denselben entgegensetzt, und die mannigfaltigsten Arten von Bewegung zu Tage fördert. Welch' ein reges Leben diese Strömungen zeigen, hat man zuerst aus der Beschreibung Humboldt's ersehen, da er seine Fahrt durch das Atlantische Meer nach Amerika schilderte. So läßt sich auch leicht erkennen, daß die Störungen des regelmäßigen Erscheinens der Fluth und Ebbe durch die Figur der Länder, gegen welche die Fluth anströmt, bestimmt werden, ja daß diese Störungen zuweilen größer sein können als das Haupt-Phänomen selbst und sogar dasselbe zu vernichten vermögen. Bei der Vorausbestimmung für einen gegebenen Ort kommt es offenbar auf zwei Stücke an, nämlich auf die Zeit des Eintretens und die Höhe der Fluth. Beide Stücke lassen sich aber für einen bestimmten Punkt vorausberechnen nur unter der Annahme, daß die Erde überall vom Meere gleichmäßig bedeckt sei; die Unregelmäßigkeiten in der Gestaltung der Küste und in der Tiefe des Meeres üben auf die wirklichen Erscheinungen Einflüsse, welche sich jeder Rechnung entziehen, und nur durch unmittelbare Beobachtungen erkannt werden können. So zeigt sich z. B. in allen Punkten der westlichen Küsten von Irland und von Portugal die Fluth beinahe gleichzeitig, weil diese Küsten sich vom Norden nach Süden erstrecken, und unmittelbar von dem ungeheuern atlantischen Oceane bespült werden. Dagegen wird der britische Kanal, der nur westlich mit dem atlantischen Oceane zusammenhängt, in der Richtung von Westen nach Osten von der Fluthwelle durchströmt, so daß diese an seinem östlichen Ende 6 Stunden später ankommt, als sie in seine westliche Oeffnung eingetreten ist. Sehr zusammengesetzt endlich wird die Erscheinung, wenn in einen solchen Kanal die Fluth von zwei verschiedenen Seiten zugleich gelangen kann, wie dies bei der Irländischen See der Fall ist, in welche die Fluth sowohl von Norden, als auch von

Süden her um Island herum einströmt. Aber nicht nur auf die Zeit des Eintritts der Fluth, sondern auch auf die Höhe derselben üben die Küsten einen unverkennbaren Einfluß; Küsten, welche der anströmenden Fluth gerade entgegenstehen, halten dieselbe auf, erhöhen sie also; bildet eine solche Küste einen Meerbusen, so kann die Fluth noch viel mehr gesteigert werden, wie denn in der Bucht von St. Malo, welche nur nach Westen hin geöffnet ist, und in der das von hier einströmende Wasser dem schon eingetretenen den Abfluß erschwert, die Fluthen eine Höhe von beinahe 50 Fuß erreichen. Die Küste von Norwegen bringt noch andere Erscheinungen hervor; hier werden heftige Strudel erzeugt, unter welchen der bekannteste, der Malström, nach Leopold v. Buch als unzweifelhafte Folge der Fluth und Ebbe angesehen werden darf. Ähnlichen Ursachen schreibt man auch die Charybdis zu in der Meeresenge von Messina, welche jedoch mit jenem nordischen Strudel kaum vergleichbar ist. Daß endlich in geschlossenen Meeren, wie in der Ostsee, dem schwarzen und caspischen Meere, keine Fluth bemerkbar wird, ist daraus zu erklären, daß sie zu klein sind. Wenn das Wasser an einem Orte steigen soll, so muß es an einem andern fallen, allein in solchen kleinen Becken werden alle Theile vom Monde sehr nahe gleich stark und nach derselben Richtung hin angezogen, also ist die Störung, welche die einzelnen Theile der Flüssigkeit erleiden, gleich Null zu setzen, und das Wasser kann weder steigen noch fallen. Allerdings hat man früher in der Nähe von Bornholm sowohl, als hier bei Danzig an der Westerplatte Spuren von Fluth und Ebbe wahrzunehmen geglaubt, doch sind die beobachteten Höhen so klein, daß sie wohl mehr besondern Windrichtungen und lokalen Zuständen, als einer Anziehung des Mondes ihre Entstehung verdanken.

Newtons Theorie der Ebbe und Fluth, welche er nur durch wenige Sätze kurz angedeutet hatte, wurde von Daniel Bernoulli, MacLaurin und Euler weiter ausgeführt. Obgleich durch die Untersuchungen dieser die Theorie sich bedeutend erweiterte, fehlte es doch nicht an Naturforschern, welche die Richtigkeit der aufgestellten Grundsätze geradezu leugneten und jene Erscheinungen als ganz unabhängig von der Anziehung des Mondes und der Sonne ansahen, indem sie die Ursache in der innern Structur des Erdkörpers, in den oberen und unteren Strömungen des Meeres suchten. Allein dem Verfasser der *Mecanique celeste* war vorbehalten, die Theorie der Ebbe und Fluth so auszubilden, daß jetzt kein Zweifel mehr über die wahre Ursache statt finden kann; er war der Erste, der eine hinreichend lange Beobachtungsreihe seinen Rechnungen

zum Grunde legen konnte. Auf Veranlassung der Pariser Akademie war schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts im Hafen zu Brest eine Reihe 6jähriger Fluthbeobachtungen angestellt. Die Lage dieses Hafens im Hintergrunde einer weiten Bucht, die durch einen Kanal mit dem Meere in Verbindung steht, ist für solche Beobachtungen besonders vortheilhaft. Alle unregelmäßigen Bewegungen des Meeres werden in diesem Hafen nur schwächer wahrgenommen, auch machen die durch Winde herbeigeführten zufälligen Aenderungen nur einen kleinen Theil der an sich beträchtlichen Fluth aus. Bei Vermehrfältigung der Beobachtungen bot sich eine große Regelmäßigkeit dar, die durch den kleinen in die ungeheure Bucht sich ergießenden Fluß auf keine Art gestört werden konnte. Durch diese Regelmäßigkeit wurde Laplace bestimmt, das Gouvernement zu ersuchen: eine neue Reihe solcher Fluth-Beobachtungen zu Brest für eine längere Zeit veranlassen zu wollen. Dies geschah nicht nur, wie es sich in Frankreich, wo die Autorität der Meister eines Faches von den höchsten Behörden geachtet wird, von selbst versteht, mit größter Bereitwilligkeit, sondern die Beobachtungen wurden auch bis auf den heutigen Tag mit Genauigkeit fortgesetzt, ja man errichtete an vielen Punkten der französischen und englischen Küsten eigene Observations Thürme, auf welchen die Bewegungen des Meeres jetzt mit gleicher Regelmäßigkeit wie auf den Sternwarten die der Himmelskörper beobachtet werden. Diesen Beobachtungen und deren Berechnung hat man die gegenwärtige schöne Uebereinstimmung der Theorie mit den wirklichen Erscheinungen und die genauen Hülfsmittel zu danken, deren sich die Seefahrer nun ganz mechanisch bedienen, um beim Einlaufen in einen Hafen die Zeit und Höhe der Fluthen voraus zu ermitteln, so daß neben dem rein wissenschaftlichen Zwecke auch das praktische Bedürfniß seine vollständige Befriedigung finden konnte.

Nachdem ich mir erlaubt habe, die Bewegung des Mondes und die durch dieselbe hervorgebrachten Erscheinungen zugleich mit der Einwirkung unseres Begleiters auf die flüssigen Theile der Erdoberfläche Ihnen vorzuführen, bleibt nur noch die Betrachtung der physischen Beschaffenheit desselben übrig, um die Aufgabe, welche ich mir am Anfange dieser Vorlesung stellte, zum Abschluß zu bringen. Aus der bekannten Entfernung eines Himmelskörpers und dessen gemessenem scheinbarem Durchmesser läßt sich seine wahre Größe leicht bestimmen, so hat man denn auch ohne große Mühe ermitteln können, daß der wahre Durchmesser des Mondkörpers 468 geographische Meilen groß ist. Daraus folgt, daß seine Oberfläche 14mal kleiner als die Oberfläche der Erde, und sein körperlicher

Inhalt 50mal in dem unserer Erde enthalten ist, d. h. daß 50 Mondkugeln in der Erdfugel würden Platz finden, und sein Flächeninhalt etwa so groß wie Amerika ist. — Allein der Umstand, daß jener Himmelskörper uns der nächste von allen ist, hat auch den natürlichen Wunsch entstehen lassen, mit der eigenthümlichen Beschaffenheit der Oberfläche immer näher bekannt zu werden, zumal da die selbst mit bloßen Augen so gut wahrnehmbaren dunklen Stellen, die schon den alten kindlichen Beobachtern ein Gesicht im Monde zeigten, dem bewaffneten Auge eine reiche Ausbeute zu versprechen schienen. Man säumte auch nicht, bald nach Erfindung der Fernröhre die Berge und Thäler der Mondoberfläche aufzusuchen und durch mehr oder minder genaue Zeichnungen die erhaltenen Eindrücke zu fixiren, doch war der Fortschritt kein progressiver, und es dauerte lange bis man erkannte, daß gelegentliche Beobachtungen auch hier nicht ausreichten, sondern nur ein planmäßiges mit Messungen verbundenenes Verfahren der Wissenschaft zum Nutzen gereichen könne. In unserer Stadt sind bereits vor zwei Jahrhunderten die ersten Riesenschritte in diesem Theile der beobachtenden Astronomie durch einen Mann gethan, der, obwohl einem praktischen Berufe angehörend, neben diesem doch im Stande war, durch anhaltende mühsame Arbeiten auf dem Felde der Wissenschaft seine Zeitgenossen in Erstaunen zu setzen, und der Nachwelt einen reichen Schatz glänzender Untersuchungen über bis dahin kaum Bekanntes zu hinterlassen. Ehe ich aber an die Darstellung der Mondbeobachtungen gehe, mit welchen Hevelius eine ganz neue Bahn brach, und durch welche er sich einen unsterblichen Namen erwarb, eine Darstellung, die um so nothwendiger erscheint, als die Geschichte der Astronomie des 17ten Jahrhunderts an großen Vorurtheilen kränkelt, und der Ruhm des Danziger Astronomen nicht ohne Absicht von einer Seite verkleinert wurde, — mögen Sie mir gestatten einen Blick in denjenigen Theil der Himmelskunde zu thun, welche man die transcendente Astronomie nennen könnte, da in der That die dort gestellten Aufgaben die gewöhnlichen Kräfte nicht nur zu übersteigen, sondern sogar zu verspotten scheinen. So ist die Frage, ob der Mond bewohnt sei, zu verschiedenen Zeiten ausgesprochen, und wenn auch eine directe Lösung dieses Räthfels wohl kaum im Ernste gehofft werden durfte, so ließ doch die gesteigerte Kraft der Fernröhre es wenigstens nicht als unmöglich erscheinen, mittelst dieser mächtigen Werkzeuge die auf dem uns nächsten Weltkörper vorhandenen Natur-Gebilde von den etwa durch Kunst dort geschaffenen allmählig zu unterscheiden, und falls dies gelänge, auf die Existenz vernünftiger Wesen

auf dem Monde den Abschluß zu machen. In der That scheint auch dieser Weg der einzige, den man einschlagen kann, wenn die in den andern Theilen der Wissenschaft übliche Forschung noch einigermaßen soll beibehalten werden, und man nicht Hypothesen aufstellen will, welche sich jeder auf Erfahrung ruhenden Stütze und Prüfung entziehen. Freilich kann man auch von allen sinnlichen Wahrnehmungen abstrahirend die ganze Untersuchung in anderer Weise führen und aus Gründen, welche außerhalb jeder empirischen Wissenschaft liegen, das Bewußtsein des Mondes und der Himmelskörper überhaupt zur Wahrscheinlichkeit oder gar zur Gewißheit steigern wollen. Hiegegen kann eben so wenig etwas eingewandt werden, wie gegen irgend ein anderes unschädliches Spiel der Phantasie, um so weniger, als die Astronomie nicht das Monopol besitzt, die Natur der Himmelskörper zum Gegenstande der Betrachtung zu wählen, sondern nur in Bezug auf die Methode der Forschung ihre exclusive Stellung zu wahren hat, die nun einmal mit ihrem innersten Wesen auf das Engste verbunden ist und verbunden bleiben muß, wenn jene Wissenschaft nicht aufhören soll eine solche zu sein.

Noch jetzt sind Fontanelles Dialoge „Entretiens sur la pluralité des mondes“ ein von den Franzosen schon der geschmackvollen Darstellung wegen geschätztes Werk, und obgleich unsern jetzigen Kenntnissen nicht ganz entsprechend, doch viel tiefer als manche der neuesten denselben Gegenstand behandelnden Schriften. Es ist von mehreren ins Deutsche übersetzt, zuerst von Gottsched und dann von Bode mit astronomischen Anmerkungen und hinzugefügten Zeichnungen. Auf dem reizenden Landhause einer jungen und schönen Dame, der Marquise von G\*\*\*, finden wir den Verfasser mit seiner geistreichen Wirthin am Abende nach einem heißen Tage im Garten die Pracht des Sternenhimmels bewundernd. Der Mond ist aufgegangen, seine zwischen den Zweigen hindurchbringenden Strahlen machen durch ihr blendendes Weiß eine angenehme Mischung mit dem Grünen, welches sie in Schwarz zu verwandeln scheinen. Nicht eine Wolke entzieht oder verdunkelt den kleinsten Stern; sie strahlen alle wie hell leuchtende Goldkugeln auf blauem Grunde; dies Schauspiel versenkte mich, schreibt Herr v. Fontenelle, in Staunen, das von längerer Dauer würde gewesen sein, hätte die Gegenwart einer so liebenswürdigen Dame, wie der Marquise, mir erlaubt, mich Mond und Sternen ganz zu überlassen. Daher wandte ich mich mit der Frage an sie: Finden Sie eine schöne Nacht nicht selbst noch schöner als den Tag? Marq.: Gewiß; die Schönheit des Tages gleicht der mehr schimmernden Blondine, die

aber der Nacht der mehr auf das Herz Eindruck machenden Brünnetta. Einer feinen Erwiderung Fontenelles, aus welcher wir ersehen, daß die Marquise eine Blondine ist, weiß sie mit den Worten: „was ist Schönheit, wenn sie nicht Eindruck auf das Herz macht“! zu begegnen. Geste-  
hen Sie nur, fährt sie fort, daß der Tag Sie nie in ein so angenehmes Staunen würde versenkt haben, als das war, von dem ich Sie so eben bei dem Anblick einer so schönen Nacht ergriffen sah. Ich liebe die Sterne und möchte mich herzlich gerne über die Sonne beschweren, die uns jene verlöscht. Ah! ruft der Freund zustimmend aus, ich kann es ihr nicht verzeihen, daß sie mir alle diese Welten unsichtbar macht. Die Marquise, sich gegen ihn umwendend und ihn fest ins Auge fassend: Alle diese Welten? Was meinen Sie damit? Font.: Ich bitte um Verzeihung, meine gnädige Frau, Sie setzten mich auf mein Steckenpferd, und sogleich trabte meine Einbildungskraft mit mir davon. Marq.: Und dies Steckenpferd ist? F.: Was mir äußerst verdrießlich fällt Ihnen gestehen zu müssen. Jeder Stern, habe ich mir in den Kopf gesetzt, könnte wohl eine Welt sein. Auf die Wahrheit davon möchte ich eben nicht schwören, dennoch aber glaub ich's, weil mir dieser Gedanke viel Vergnügen macht, un-  
gemein viel Behagliches für mich hat, und sich auf angenehme Weise bei mir eingeschlichen. Nach meiner Meinung muß es selbst Wahrheiten an Anmuth nicht fehlen. Marq.: Nun denn hervor mit ihrem Steckenpferd, weil es ein so anmuthiges Ding ist! Ich will alles von den Sternen glauben, was Sie nur verlangen, wenn es mich nur belustigt. Font.: So werden Sie sich nicht belustigen, wie bei einem Stücke von Molière. Es ist nur Ergözung für die höheren Seelenkräfte und macht nur die Seele lachen. Marq.: Wie? Halten Sie uns denn höherer Geistesgenüsse für unfähig? Ich will Ihnen sogleich das Gegentheil beweisen, lehren Sie mich Ihre Sterne. — Es hilft ihm natürlich nichts, daß er sich weigert, und nun entspinnt sich schon am ersten Abende eine astronomische Unterhaltung, welche mit verschiedenen Unterbrechungen an sechs Abenden fortgesetzt wird. Die Erde, der Mond, die Sonne und die im Jahre 1686 bekannten Planeten bilden den Gegenstand dieser geistreichen Gespräche, in welchen auch der Bewohnbarkeit der Welten ein Paar Kapitel gewidmet sind. Mit vielem Geschick weiß Fontenelle die Wahrscheinlichkeitsgründe für die Existenz von Mondbewohnern so vorzuführen, daß man sie allenfalls gelten lassen kann, dann aber zerstört er wieder das aufgebaute Lustschloß, wie heftig er auch von der Marquise deshalb gescholten wird. „Sehen Sie“, so sagt er eines Abends, „daß zwischen Paris und St.



Denis nie eine Gemeinschaft gewesen wäre, und daß ein Pariser Bürger, der nie aus seiner Vaterstadt gekommen, von dem Thurme unserer lieben Frauen St. Denis in der Ferne erblickte, und dabei gefragt würde: ob er diese Stadt so wie Paris bewohnt glaube, so wird er frei heraus antworten: Nein! Denn, könnte er sagen, ich sehe wohl die Einwohner von Paris, aber nicht die von St. Denis, und man hat auch von ihnen nie etwas gehört. Wenn ihm hierauf jemand vorstellte, daß, wenngleich man von dem Thurme unserer lieben Frauen die Einwohner von St. Denis nicht sehen könne, dies bloß von der Entfernung herrühre, und daß dennoch alles Uebrige, was man von St. Denis gewahr würde, der Stadt Paris gleich käme, daß es Kirchtürme, Häuser und Mauern habe, und folglich auch wie Paris bewohnt sein könne, so wird doch dies nichts bei unserem Bürger verfangen. Er wird steif und fest fort behaupten, St. Denis sei nicht bewohnt, weil er Niemanden darin sehen könne. Unser St. Denis ist der Mond, und ein jeder von uns gleicht diesem Bürger, der nie aus seiner Stadt gekommen“. Marq: Ah! Sie thun uns Unrecht! So albern sind wir nicht, wie Ihr Bürger, der St. Denis eben so gebaut sieht wie Paris und allen Verstand verloren haben muß, wenn er nicht für bewohnt halten will. Allein der Mond ist der Erde ganz und gar nicht ähnlich. Dieser Behauptung wird nun von Seiten Fontenelles widersprochen, indem er die Aehnlichkeit beider Himmelskörper nachweist, aber die Unähnlichkeit, besonders den Mangel einer Mondatmosphäre, verschweigt. In solcher Weise ist es nicht schwer, die hervorgerufene Ueberzeugung wiederum zu vernichten. Zuletzt erzählt er der Marquise die Stellen aus dem rasenden Roland, in denen Astolph vom heiligen Johannes in den Mond geführt wird, und nimmt darauf wieder die Existenz von Mondbewohnern an, doch schreibt er ihnen die Eigenschaft zu, fliegen zu können. Daß es bei diesen Unterhaltungen an manchen Anspielungen auf die damaligen Sitten und Zeitverhältnisse nicht fehlt, versteht sich von selbst. Das Resultat ist in Beziehung auf die Bewohnbarkeit des Mondes und der Planeten, wie sich erwarten läßt, ganz erfolglos, doch wird die Phantasie in angenehmer Weise beschäftigt. Der berühmte Akademiker, geb. 1657, gest. 1757, war bekanntlich ein Universal-Genie, er besaß in den verschiedensten Fächern Kenntnisse und so war er auch mit der Astronomie innig vertraut; daher kommt es, daß in jenen Dialogen neben den erwähnten Abschweifungen auch gründliche Betrachtungen über die Erde und die Planeten angestellt wurden. Man würde den Werth des Buches in der That nicht richtig schätzen, wenn man die Träumereien, denen er

sich, übrigens in liebenswürdigster Weise, hntreibt, für die Hauptstücke halten wollte.

In neuerer Zeit ist die Frage über die Existenz der Mondbewohner durch Gruithuisen in München zur Sprache gekommen. Mit einem 42zölligen Fraunhofer'schen Achromaten, also einem nur sehr mäßigen Instrumente, hatte er den Mond betrachtet und sich die Ueberzeugung verschafft, daß dort Festungswerke und Kunststraßen vorhanden seien. Astronomen, die im Besitze viel größerer Fernröhre waren und sich angelegentlich mit der Beobachtung des Mondes beschäftigten, hatten nicht die geringste Spur von dem entdeckt, was Gruithuisen sehen zu können behauptete. Er gab sich außerordentlich viel Mühe durch seine sogenannten Arbeiten über den Mond in den großen Verband der Astronomen aufgenommen zu werden, doch ist er niemals als solcher anerkannt worden, und die Bemühungen hochgestellter Personen, welche ihn zum Director der Sternwarte bei München in Bogenhausen befördern wollten, sind durch offene Erklärungen, welche einige Koryphäen der Wissenschaft laut werden ließen, vereitelt worden.

Endlich haben die Mondbewohner lebhaftere Debatten herbeigeführt, als in dem Philosophical Magazine eine Beschreibung der Entdeckungen erschien, welche der jüngere Herschel am Cap der guten Hoffnung in Feldhausen gemacht haben sollte. Die Schrift verbreitete sich in der Uebersetzung über ganz Deutschland und wurde mit dem höchsten Interesse gelesen. In wirklich meisterhafter Weise hat der ungenannte Verfasser die Darstellungsart der Astronomen nachgeahmt, so daß z. B. an den Stellen, wo er von den Vorkehrungen spricht, die John Herschel getroffen habe, um einen großen Spiegel von 24 Fuß Durchmesser herzustellen, was ihm denn auch endlich gelungen sei, der nicht ganz Sachkundige wohl getäuscht werden kann, zumal da der Verfasser klug genug ist die erdichteten Beobachtungen mit wirklich möglichen zu verweben. Die Schilderung, wie Herschel vier auf einander folgende Heerden großer geflügelter Geschöpfe entdeckt, die sich unter stärkerer Vergrößerung in der Gestalt von menschlichen Wesen zeigen, ist, wenn man zwischen den Zeilen liest, im höchsten Grade komisch, und jeder Unbefangene dürfte, wenn ihm auch die optischen Hülfsmittel und die ganze Thätigkeit des Astronomen während des Aufenthalts am Cap unbekannt geblieben wären, wohl sogleich errathen haben, daß es hier auf eine bloße Persiflage abgesehen sei. Dennoch bildeten sich sogleich zwei Heerlager, von denen das eine für, das andere gegen die Realität der ungeheuern Entdeckung Partei nahm; auch bei uns

erregte das Erscheinen jener Schrift, die, wie sich später zeigte, einen jungen Amerikaner zum Verfasser hatte, das lebhafteste Interesse. Eine harmlose Anzeige im Intelligenz-Blatte, durch welche der Werth jener angeblichen Entdeckungen gewürdigt, und die Arbeit als eine Verpottung des gefeierten englischen Astronomen bezeichnet wurde, erfuhr heftigen Widerspruch, obgleich doch allmählig die Zahl der unbedingt Gläubigen sich verringerte. Endlich erschien in der wissenschaftlichen Abtheilung der damaligen Staats-Zeitung eine Erklärung, die Herschel selbst nach Berlin gesendet hatte, aus welcher jeder ersehen konnte, daß eine Mystification des Publicums beabsichtigt und leider in hohem Grade gelungen war.

Die Frage über die Bewohnbarkeit des Mondes steht, wie man leicht sieht, in der genauesten Verbindung mit einer ersteren, nämlich mit der zu erwartenden allmählichen Vervollkommnung der Fernröhre; denn obgleich, wie sich in der nächsten Vorlesung zeigen wird, man schon jetzt die uns sichtbare Hälfte der Mondoberfläche in Bezug auf die Berge und Thäler genauer bestimmt und gemessen hat, als manche Theile unserer Erde, so ist doch nicht zu leugnen, daß ein höherer Standpunkt der praktischen Optik die Einsicht in den Bau jenes Weltkörpers sehr wesentlich fördern müßte. Die Zukunft einer Wissenschaft oder Kunst läßt sich aber nicht mit großer Wahrscheinlichkeit für eine sehr lange Zeit vorausbestimmen, da ein Blick in die Vergangenheit uns überzeugt, daß man zwar niemals die Hoffnung auf bessere Zustände aufgeben, aber auch auf Stillstände und selbst Rückschritte gefaßt sein muß. Noch ist kein Newton erstanden, der die geheimnißvollen, im Allgemeinen sicher fortschreitenden Wirkungen geistiger Kräfte auf einfache Gesetze zurückgeführt hätte; aber die Hoffnung, diese milde Trösterin des armen Menschenlebens, kann schon jetzt uns die Zuversicht geben, daß den folgenden Generationen das mühsam Erworbene nicht verloren gehen wird, ja daß einst noch reichere Schätze den Geist wie das Herz der Sterblichen erheben und erquickten werden.

## Achte Vorlesung.

Vibration. — Hevelius. — Tobias Mayer, Schröter, Zohrman, Mädler, —  
Mondberge — Mondatmosphäre. — Mars.

---

Obgleich für die heutige Vorlesung mir die Aufgabe gestellt ist, den geehrten Anwesenden die Entdeckungen vorzuführen, welche bis jetzt in Bezug auf die physische Beschaffenheit des uns nächsten Weltkörpers gelungen sind, so glaube ich doch in Ihrem Sinne zu handeln, wenn die organische Entwicklung dieser Kenntnisse, wie sie aus den Bemühungen einzelner, von rastlosem Eifer befeelter Männer hervorging, nicht unbeachtet bleibt, zumal da auf diese Weise wohl am natürlichsten wird sich beurtheilen lassen, welchen Grad von Sicherheit wir dem Erstrebten in jedem besondern Falle zuschreiben dürfen, eine Beurtheilung, die bei bloß encyclopädischer Angabe der Resultate nicht wohl möglich ist, aber für die noch zu hoffende Erweiterung der Kenntnisse über den Gegenstand einen Maassstab darbietet.

Schon den frühesten Beobachtern konnte nicht verborgen bleiben, daß der Mond während eines Umlaufs um die Erde uns immer dieselben hellen und dunklen Stellen zuwendet, wir also im Allgemeinen immer nur eine Hälfte der Kugel sehen, während die andere uns verborgen bleibt; ich sage im Allgemeinen, denn spätere Betrachtungen und theoretische Untersuchungen zeigten, daß die Mondkugel sich zwar genau in derselben Zeit um ihre Aze dreht, in welcher die Bewegung um die Erde geschieht, jedoch jene Rotation eine vollkommen regelmäßige bleibt, während letztere wie in der vorigen Vorlesung bemerkt wurde, durch bedeutende Unregelmäßigkeiten gestört wird. Wäre der monatliche Umlauf eben so gleichförmig als die Umdrehung, hätten Mondbahn und Mondäquator keine Neigung gegen die Bahn der Erde, so würden wir stets genau dieselbe Hälfte sehen,

was die Beobachtung und richtige Darstellung dieser Seite ungemein erleichtern müßte. Die hieraus hervorgehenden Verschiebungen führen den Namen Librationen (Schwankungen). Außerdem kommt noch der Umstand in Betracht, daß es für genaue Beobachtungen nicht ganz gleichgültig ist, an welchem Punkte der Erdoberfläche man sich befindet; denn da die Linien, welche von dem Monde nach entgegengesetzten Rändern derselben gezogen werden, noch eine merkliche Neigung gegen einander haben, so ist klar, daß zwei weit von einander entfernte Beobachter nicht genau dieselben Theile der sichtbaren Mondhälfte erblicken, und Verschiebungen eintreten werden, die, wenn es gestattet wäre von der Größe des Erdkörpers zu abstrahiren, sich nicht zeigen würden; diese begreift man unter dem Namen der parallactischen Libration. Man sieht hier also einen unverkennbaren Einfluß der richtig bestimmten Umlaufsbewegung auf die jedesmalige Lage der Flecken gegen den Mittelpunkt oder den Rand des Mondes, d. h. die Libration wird um so genauer zu ermitteln sein, je genauer seine Bahn, die er als Weltkörper beschreibt, uns bekannt ist. Diese ist aber erst, wie früher bemerkt wurde, in neuerer Zeit durch Berechnung der Störungen gefunden, es ist daher leicht zu erklären, weshalb auch die früheren Versuche, sich eine vollständige Kenntniß des überhaupt sichtbaren Theiles der Mondoberfläche zu verschaffen, nicht zum gänzlichen Abschluß gebracht werden konnten.

Die großen Unterschiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondscheibe erzeugten schon bei den Alten einige verständigen Ansichten über die Unebenheiten der Oberfläche unseres Satelliten, allein der gänzliche Mangel an optischen Hülfsmitteln ließ selbst jeden Versuch eines tiefern Eindringens als unmöglich erscheinen, was um so mehr zu bedauern ist, als ein tiefer Einblick in die Methode der Höhenbestimmungen mittelst Messung des Schattens, den die von der Sonne beleuchteten Mondberge werfen, schon bei Plutarch kann nachgemessen werden. Es heißt dort ausdrücklich, daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnen könne, welche: „lange Schatten werfen wie der Athos, der mit dem seinigen Lemnos erreicht.“ Diese alte Beobachtung ist im 16ten Jahrhundert von dem Reisenden Pierre Belon wiederholt worden; der Schatten des beinahe 6000 Fuß hohen Berges, jetzt bekanntlich Monte Santo genannt, traf die eiserne Kuh auf dem Marktplatz der Stadt Myrine auf Lemnos, jetzt Stalimene. Eben so wenig konnte der dunkle Theil der Mondscheibe, welcher einige Tage nach dem Neumonde sichtbar wird, so daß man

neben der Sichel ihre Ergänzung zur kreisrunden Scheibe deutlich erblickt, — eine Erscheinung, die auch in den Frühstunden bei abnehmendem Monde nach dem letzten Viertel eintritt, — dem unbewaffneten Auge entgehen, wenngleich die Erklärung einer viel spätern Zeit vorbehalten war. Jenes aschgraue Licht, in welchem der nicht beleuchtete Theil der Mondscheibe dann sichtbar wird, ist die Folge der Zurückwerfung des Sonnenlichtes, von welchem die Erde beschienen wird, auf die Nachtseite des Mondes; die Sichtbarkeit derselben wird aufgehoben, wenn, wie schon beim ersten oder letzten Viertel, die Helligkeit des Mondlichtes jenen Schimmer überglänzt. Für unsere mitteleuropäische Breiten wird man jenes Erdenlicht im Monde, also den Wiederschein eines Wiederscheines, am besten im März und April nach dem Neumonde Abends, so wie im September und October vor dem Neumonde Morgens bemerken können. Obgleich Galilei von dem reflectirten Erdenlichte, als von einer Sache sprach, die er seit mehreren Jahren selbst aufgefunden, so läßt sich doch dieses Resultat einer sinnigen Betrachtung noch hundert Jahre früher zurückdatiren, indem Leonardo da Vinci es war, der mit seinem die Wirklichkeit der Körperwelt in ihren tausend und aber tausend Nuancirungen von Licht und Schatten und ihren chromatischen Reflexen erfassenden Auge den Sternkundigen zuvorkam\*).

Nur gering waren die Vorarbeiten, welche sich einer genauen und vollständigen Untersuchung der sichtbaren Mondhälfte zum Grunde legen ließen, als Johann Hevelke\*\*) im Jahre 1642 den Entschluß faßte, die Wirkung der aus seiner eigenen Hand hervorgegangenen Fernröhre an dem nächsten Weltkörper zu prüfen. Von dem Wunsche befeelt, wenn auch mit großen Kosten in den Besitz eines Fernrohrs zu gelangen, unternahm er selbst die Schleifung der Objective auf einer noch sehr unvollkommenen Maschine, welcher nach Art der damaligen Drehbänke die drehende Bewegung mittelst einer Stange gegeben wurde; nach manchem fruchtlosen Versuche gelang ihm dennoch auf diese Weise die Objective zu den Fernröhren herzustellen, mit welchen er darauf seine berühmten Mondbeobachtungen unternahm. Ist es doch, als wollte die Natur einen Kampf hoher Kunstfertigkeit und Ausdauer mit äußern Hindernissen dem wißbegierigen Sterblichen nicht erlassen, bevor sie ihre Geheimnisse ihm enthüllt, die sie nicht willig zu offenbaren, sondern nur in Folge einer Eroberung

\*) Siehe den 11ten Zusatz: Erdschein auf dem Monde.

\*\*) Vergleiche den 12ten Zusatz: Hevelius.

Preis zu geben scheint. Wir sahen in einer frühern Vorlesung einen Musiker der irdischen Harmonie entsagen um der Harmonie der Sphären zu lauschen, und ohne fremde Hülfe sich selbst die Mittel schaffen, welche vor dem erstaunten Beobachter den Schleier zerreißen sollten, der eine Welt von Sonnen für ewig zu bedecken schien; in ähnlichem Falle befand sich schon 200 Jahre vor ihm der unermüdlche Forscher, dessen rastloser Thätigkeit das tiefere Eindringen in den Bau unseres Neben-Planeten zuerst gelingen sollte. Es ist nicht übertriebene Begeisterung für den Manne welcher den Ruhm seiner Vaterstadt auch in Bezug auf unvergängliche Schätze zu erhöhen bestimmt war, wenn man den Namen Hevelius neben dem des Astronomen von Windsor zu nennen wagt, — die Geschichte muß anerkennen, daß, wie verschieden auch die durch einen langen Zeitraum getrennten Erfolge sich gestalten mögen, die richtige Methode der Forschung immer nur eine bleibt, wie die Wahrheit selbst, also eine Vergleichung gestattet ist, die ganz abgesehen von dem wirklich erreichten das energische umsichtige Streben kühner Eroberer in Betracht zieht. Die Beobachtung der größern Mondflecken geschah vor 200 Jahren nicht so wie jetzt überhaupt, da man das Fernrohr unmittelbar nach dem zu betrachtenden Gegenstande richtet und das Auge vor die Oeffnung des Oculars hält, sondern man ließ das Bild durch ein Fernrohr in ein dunkles Zimmer auf Papier fallen und zeichnete die Conturen der hellen und dunklen Stellen nach, welche sich auf demselben von selbst projecirten; eine Methode, deren sich Hevelius auch für seine, wie eine neuere Berechnung kundgibt, sehr genauen Ortsbestimmungen der Sonnenflecken schon früher bedient hatte. Da die Zeichnung der kleineren Flecken sich nicht wie die der größern mit gleicher Sicherheit ausführen ließ, so zog er nur die Umrisse dieser nach, vervielfältigte diese Zeichnungen und benutzte sie darauf um die kleineren Stellen nach dem Augenmaathe einzutragen, in welchem er, wie eine Revision seiner Arbeit gezeigt hat, eine beinahe unglaubliche Übung muß besessen haben. Anfangs war nur seine Absicht eine Vollmondskarte zu liefern, allein je weiter die Arbeit fortschritt, um so mehr überzeugte er sich, daß um den beabsichtigten Zweck zu erreichen, es nöthig sein würde zuvor den Mond in seinen verschiedenen Phasen zu zeichnen, denn gerade beim Vollmonde prägen sich die verschiedenen Flecken am undeutlichsten aus; er zeichnete deshalb zugleich die einzelnen Phasen, wie sie von Tage zu Tage während eines Monats erschienen. Aber diese mühevollen Untersuchungen war es nicht allein, die ihn beschäftigte; er unternahm noch außerdem eine Höhermessung der Mondberge, welche, wenn man sie mit den

Beobachtungen der jetzigen Zeit vergleicht, eine überraschende Genauigkeit besitzen und die höchste Sicherheit in der Anwendung geringer Hülfsmittel darthun. Seine Methode war folgende: Er wartete den Augenblick ab, wann der Gipfel eines Berges auf der Nachtseite des Mondes den ersten Sonnenstrahl empfing, und maas sodann den scheinbaren Abstand dieses hellen Punktes von der Lichtgrenze. Man kann leicht zeigen, daß sich dann der wahre Abstand der Spitze des Berges vom Mittelpunkte der Mondkugel berechnen läßt, also auch die Höhe des Berges selbst, indem nur der Halbmesser der Mondkugel, 234 Meilen, in Abzug zu bringen ist. Einer so sorgfältigen Betrachtung blieben nun auch die oben angegebenen Vibrationen nicht verborgen, ja Hevelius erklärte sie zuerst richtig als entstehend aus der unregelmäßigen Bewegung des Mondes um die Erde, so daß später Newton nur noch einige Zusätze machen durfte und die auf dem Wege der Theorie abgeleitete Erscheinung als in der Wirklichkeit vorhanden bezeichnen konnte. Man kann in eigentlichem Sinne sagen, daß die große Arbeit über den Mond ihn während einer Zeit von 5 Jahren Tag und Nacht beschäftigte; indem das in der Nacht Beobachtete und Gezeichnete im Tage ins Reine gebracht und von ihm selbst mit dem Grabstichel in Kupfer gestochen wurde; der beschreibende Text wurde sogleich gedruckt, und zwar in der Buchdruckerei, welche mit den Zimmern der Sternwarte zusammenhing; so daß die Beobachtungen gemacht, berechnet, gedruckt und gestochen wurden, ohne daß Hevelius nur das Haus verließ. Im Jahre 1647 war die Selenographie glücklich beendet, und konnten Exemplare versandt werden. Der Beifall, mit welchem das Werk in England, Frankreich und Italien begrüßt wurde, steigerte sich beinahe zur Begeisterung, und die Zeitgenossen ließen es nicht an der schmeichelhaftesten Anerkennung fehlen. Cassendi, Merfenne, und Bouillaud konnten kaum selbst zum Lesen kommen, weil sie von Freunden und Bekannten bestürmt wurden, die sich in ihre Wohnungen drängten um das Buch zu sehen und die Zeichnungen zu bewundern. Aus England erhielt der Verfasser die verbindlichsten Dankfagungsschreiben für die dorthin übersendeten Exemplare nicht nur von einzelnen der größten Astronomen und Mathematiker, sondern auch von den Universitäten Oxford und Cambridge. Nicht geringer war das freudige Erstaunen in Italien unter den dortigen Männern des Faches; sogar der Papst mußte es sehen. Wenn jemals das Urtheil der Mitlebenden sich als ein gerechtes erwies, so war es hier der Fall, denn die Selenographie des Danziger Astronomen behauptete den ersten Rang anderthalb Jahrhunderte hindurch und wurde



durch die Arbeiten eines Tobias Mayer und Schröter nur im Einzelnen übertroffen, weil die Beobachtungsmittel während einer so langen Zeit sich bedeutend vervollkommnet hatten. Jener entwarf eine Mondkarte, die nicht zur Vollenbung kam, der zuletzt genannte Astronom aber hat seine Betrachtungen der Mondoberfläche in einem Werke bekannt gemacht, welches den Titel führt: „Selenotopographische Fragmente“ und 1791 — 1802 in zwei Bänden mit Kupfern erschienen ist. Eine Karte des Mondes zu geben lag leider nicht in seinem Plane, sondern er zeichnete nur einzelne Stellen des Mondes, so wie sie im Augenblicke der Beobachtung erschienen; ein Weg, der keinesweges geeignet war, den beabsichtigten Zweck zu erreichen. Er hatte sich nämlich vorgesetzt, die möglichen Veränderungen, welche auf jenem Weltkörper im Laufe der Zeit vorgehen, zu entdecken, bedachte aber nicht, daß um jene festzustellen eine sehr genaue auf Messungen basirte Mondkarte nothwendig ist, damit spätere Beobachter, wenn sie dieselbe prüfen, durch Vergleichung ihrer Wahrnehmungen mit den einer frühern Zeit angehörigen die Frage entscheiden können. Wenn man, ohne die Arbeiten der beiden genannten Nachfolger des Hevelius herabsetzen zu wollen, (die Mayer'sche Karte versprach in der That eine gebiegene Untersuchung, da sie auf genaue Messungen einzelner Punkte gegründet ist, stellte aber nur die Haupt-Umriffe dar) eine gerechte Kritik des wirklich Geleisteten walten läßt, so darf man sich wohl die Ansicht bilden, daß erst mit dem Auftreten Lohrmauns 1821 für die Mondtopographie im großen Ganzen eine neue Epoche eingetreten ist. Es liegt nicht in meinem Plane die andern astronomischen Leistungen des Hevelius hier anzuführen, das Eine erlaube ich mir nur auszusprechen, daß nicht, wie Arago angiebt, der große Sternkatalog mit 1564 Sternpositionen für das Jahr 1660 als das Hauptwerk zu betrachten ist, sondern daß, wie zum Theil schon aus dem Gesagten hervorgeht, die erste Arbeit, mit welcher er auftrat, als die bedeutendste von allen anzusehen ist, da schon die Entdeckung einer von den Ursachen der Mondlibration den Scharfsinn des Beobachters ahnen läßt. Der genannte große französische Gelehrte läßt ihm übrigens volle Gerechtigkeit widerfahren, indem er sagt: „Seine Name wird in der Geschichte der Wissenschaft fortleben als der eines Beobachters voller Eifer und von musterhafter Uneigenwilligkeit. Ein wohlwollendes Andenken wird auch seiner Gattin bleiben, meines Wissens der ersten Frau, die sich nicht gefürchtet hat, sich den beschwerlichen Beobachtungen und astronomischen Rechnungen zu unterziehen. Glücklich sind diejenigen zu preisen, welche beim Scheiden aus der Welt

solche Andenken in der Wissenschaft hinterlassen“. Die astronomische Gehülfin, deren Arago hier erwähnt, war die zweite Frau des Hevelius, eine geborne Kopmann; er hinterließ keinen Sohn, sondern Töchter; seine letzte Nachkommnin lebt noch hier am Orte. Mit dem wissenschaftlichen Nachlasse verfuhr man nicht in angemessener Weise. Die noch übrig gebliebenen Exemplare der verschiedenen Werke wurden schlecht aufbewahrt und verdarben, die Brieffammlung und die Kepler'schen Handschriften wurden, obgleich keine Noth die wohlhabende Familie dazu zwang, für wenig Geld verschleubert, die Kupferplatten der *Machina coelestis* an einen Kupferschmidt verkauft, die Platte der großen Mondkarte ward zwar von einem der Erben zurückbehalten, jedoch in ein Kaffeebrett verwandelt.

Während die Mondtopographie in dem Zeitranne von 1647 bis 1821, also in 174 Jahren, keine große Fortschritte machte, wurde in den darauf folgenden 15 Jahren auch dieser Theil der praktischen Astronomie so ausgebildet, wie die genaueren optischen Werkzeuge und Meß-Apparate dies in anderen Zweigen der Wissenschaft schon früher gestattet hatten. Der Umstand, daß die vollständige Herausgabe der von Lohrmann in Dresden bearbeiteten 25 Blätter, welche die ganze Mondscheibe darstellen, durch den Tod des ausgezeichneten Beobachters eine längere Unterbrechung erlitt, veranlaßte einen eifrigen Freund der Sternkunde, den verstorbenen Geh. Rath Wilhelm Beer in Berlin, — den Bruder des berühmten Componisten und des Dichters, der als Verfasser des *Struensee* große Hoffnungen erregte, die leider durch den Tod vernichtet wurden, — in Gemeinschaft mit Herrn Professor Mädler nach demselben Plane eine neue selbstständige Arbeit zu unternehmen. Das aus diesen Beobachtungen hervorgegangene Werk war 1836 beendet, und erschien im folgenden Jahre unter dem Titel „*Mappa selenographica*,“ welche die Zeichnungen enthält, zugleich mit dem erläuternden Texte. Dieses ist gegenwärtig die Hauptquelle für unsere Kenntniß des sichtbaren Theiles der Mondoberfläche. Die genauen Faden-Mikrometer, welche den größeren Fraunhofer'schen Fernröhren gewöhnlich beigegeben werden, gestatteten die Höhenmessung der Mondberge in viel sicherer Weise, als es früher möglich war, zumal da man sich dazu nicht der oben beschriebenen, sondern einer andern auf Messung der Schattenlänge gegründeten Methode bediente. Es ist bekannt, daß auf der Erde die Schatten der verschiedenen Gegenstände sich verkürzen, wenn die Sonne höher steigt, und umgekehrt mit abnehmender Sonnenhöhe länger werden. Da also die Länge des Schattens, den ein vertikal stehender Gegenstand auf den Erdboden wirft,

von der jedesmaligen Höhe der Sonne abhängig ist, so leuchtet auch ein, daß, wenn diese Höhe auf irgend eine Weise gemessen wird, aus ihr und der ebenfalls gemessenen Schattenlänge die Höhe des Schatten werfenden Gegenstandes zu berechnen ist. In dieser Weise würde sich auf der Erde die Höhe eines Thurms, Berges und dergl. bestimmen lassen, wenn man hier nicht genauere Mittel besäße; für den Mond dagegen ist dieses Verfahren sehr zweckmäßig. Mittelfst der Faden-Mikrometer werden die Schattenlängen gemessen und die Abstände des Berges von der Lichtgrenze in der Richtung, in welche die Schatten fallen. Die zuletzt genannte Messung ersetzt die Höhe der Sonne über dem Horizonte des Mondberges, welche Höhe sich auch leicht direct würde berechnen lassen, wenn die Breiten und Längen der betreffenden Punkte auf der Mondkugel mit hinreichender Schärfe bekannt wären. Daß die Berechnung der nach dieser Methode erhaltenen Beobachtungen, schon wegen der gekrümmten Bergschatten und weil dieselben sich meistens in schräger Richtung projiciren, ziemlich umständlich ist, kann eigentlich nicht in Betracht kommen und bedarf kaum einer Erwähnung; daß aber, trotz der reinen und gleichförmigen Tiefe der Schatten, dennoch den aus scharfen Messungen hervorgehenden Berghöhen in Vergleich mit den Höhenbestimmungen auf der Erde eine vollkommene Sicherheit fehlt, wenn die Höhe etwa unter 120 Fuß beträgt, und man dann auf Schätzungen nach dem Augenmaße angewiesen ist, fällt nicht der Methode zur Last, sondern hat seinen Grund in der eigenthümlichen Beschaffenheit des Mondkörpers; auch giebt es auf demselben nicht ein allgemeines gleichförmiges Niveau, auf welches sämtliche Höhen reducirt werden könnten, wie bei terrestrischen Messungen auf den Meerespiegel. Die Höhen der Berge auf unserer Erde lassen sich alle auf die Entfernung der höchsten Spitze vom Meere zurückführen, sie können daher absolut angegeben werden; bei den Mondbergen dagegen sind nur die Bestimmungen von den Höhenunterschieden, also relative Angaben möglich. Der Umstand, daß Erhebungen unter 120 Fuß sich, wenn auch nur durch Schätzung, noch ermitteln lassen, darf nicht die Hoffnung erwecken, künstliche Bauwerke, falls sie auf dem Monde vorhanden sein sollten, als solche zu erkennen, denn die Schatten, welche schon bei den massenhaften Naturgebilden das einzige Mittel sind um auf die wahren Dimensionen einen Rückschuß zu machen, würden, wenn auch in Hinsicht auf ihre Länge bemerkbar, so schmal ausfallen, daß sie auch unter den allerstärksten Vergrößerungen unsichtbar bleiben. Aber auch den günstigsten Fall gesetzt, daß sich auf dem Monde Bauwerke fänden, die wie die chinesische Mauer

sich meilenweit erstrecken und außerdem eine Höhe von 500 Fuß bekämen, so würden wir allerdings durch stärkere Vergrößerungen einen Schattenstreifen bemerken, und aus diesem auf die Höhe des unmittelbar nicht sichtbaren Gegenstandes zurückschließen können, allein wer wollte entscheiden, ob er hier ein Natur- oder Kunstprodukt vor Augen habe? Halte man doch den geraden Stengel einer Blume gegen eine von Kerzenlicht beschienene Wand und frage den Beschauer des Schattens, ohne den Gegenstand selbst zu zeigen, nach dessen eigenthümlicher Beschaffenheit! — welche ein großes Feld der Phantasie wird hier dem Befragten übrig bleiben, da jener Schatten eben so wohl einem Metalldrahte oder irgend einem andern künstlich bearbeiteten länglichen Stifte, als dem genannten Naturprodukte angehören kann; nicht kleiner ist aber der Spielraum, welcher in Beziehung auf die für den Mond gestellte Frage der Einbildungskraft des Beobachters übrig bleibt. Und nun gar die Städte! Eine ganz einfache Rechnung zeigt, daß eine Stadt von der Größe Berlins vom Monde aus gesehen, selbst wenn der dort gedachte Beobachter sich dabei eines der vollkommensten Fernröhre bediente, die wir zur Zeit besitzen, daß, sage ich, diese Metropole preussischer Bildung nur als ein kleines, dunkles, verwaschenes Fleckchen erscheinen würde, welches die Aufmerksamkeit in keiner Weise in Anspruch nehmen könnte. Bei solcher Lage der Dinge muß der Reichthum an unzweifelhaft Erkantem uns vorläufig das noch Unergründbare verschmerzen lassen. Die zahlreichen Höhenmessungen haben das merkwürdige Resultat festgestellt, daß bei unserm Satelliten die höchsten Gipfel nur 3600 Fuß niedriger als die der Erde sind, also im Verhältniß zum Durchmesser der Mondkugel dort viel bedeutendere Erhebungen als bei uns vorkommen. Denkt man den Durchmesser der Erde in 1481 gleiche Theile zerlegt, so beträgt ein solcher Theil so viel als die Höhe des höchsten Gipfels des Himalaya (1 u.  $\frac{1}{4}$  geogr. Meile), während man den Durchmesser des Mondes nur in 454 Theile zu zerlegen braucht um den höchsten Gipfel seiner Berge (1 geogr. Meile) zu erhalten. Unter den mehr als tausend bis jetzt gemessenen Mondbergen finden sich 39 höher als der Mont Blanc und 6 übersteigen 18 Tausend Fuß. Wenn man den Mond durch ein Fernrohr betrachtet — am besten vor dem ersten und nach dem letzten Viertel — so zeigen sich die dunkleren Theile der Scheibe als die flacheren und niederen, die helleren dagegen als die höheren und gebirgigen. Jene wurden und werden zum Theil noch jetzt mit dem Namen von Meeren belegt, jedoch ohne daß man sich solche wirklich bei diesem Namen denkt; ihre Ausdehnung ist sehr beträcht-

Hoh. Diese führen jetzt meistens die Namen ausgezeichnete und berühmter Gelehrten, so daß der Vortag, welchen Hevelius Anfangs gefaßt hatte, aber aufgab, später von seinen Nachfolgern ausgeführt wurde. Unter den gebirgigen Theilen der Oberfläche ist die Kreisform die vorherrschende, wiewohl auch hier Abweichungen vorkommen. Viel häufiger als auf der Erde finden sich isolirte Berge von allen Formen und Dimensionen in der Ebene zerstreut; auch stehen sie oft in einer Reihe neben einander ohne einen bestimmten Zusammenhang, bisweilen umgeben sie in beinahe regelmäßiger Kreisform eine Fläche und bilden einen sogenannten Bergkranz. Diese Bergkränze vermitteln den Uebergang zu den höchst merkwürdigen Gebilden, welche in großer Anzahl vorkommend uns am fremdartigsten entgegentreten, nämlich den Kraterformen, wo wieder die Benennung, eben so wie bei den Meeren, keine Analogie mit dem bezeichnen soll, was auf der Erde so genannt wird. Ein hoher kreisförmiger nach außen sanft, nach innen steil und concav geböschter Wall umgiebt eine Vertiefung, in deren Innern sich bisweilen Berge erheben, die, zwar steil und hoch, dennoch die Höhe des umgebenden Walles weder erreichen, noch mit ihm zusammenhängen. Aber wie überhaupt, so ist auch hier die Mannigfaltigkeit des Geschaffenen viel größer als der Reichthum der Sprache, welche sich vergebens bemüht die unzähligen vom allgemeinen Typus abweichenden Thaten der schaffenden Natur in den engeren Kreis bezeichnender Worte zu bannen. Es sind nur dürftige, allein die Größenverhältnisse beachtende Abtheilungen, wenn man Wall-Ebenen, eigentliche Ringgebirge, Krater und Gruben unterscheidet. Die eigentliche Wall-Ebene hat Durchmesser von 10 bis 30 Meilen. Mehrere derselben sind zwar sehr groß, aber kaum als solche erkennbar, indem das umgebende Gebirge eine nur geringe Höhe und Steilheit besitzt, auch nur einen schwachen Zusammenhang zeigt. Bestimmter ausgeprägt sind die Ringgebirge, deren Durchmesser von 2 bis 10 Meilen groß ist. Diese sind fast immer vollständig geschlossen, der kreisförmige Wall hat ringsumher gleiche Kammhöhe, auch gleiche Breite des Fußes, so daß bei abnehmender Größe die Naturgebilde auf dem Monde an Regelmäßigkeit augenscheinlich zunehmen. Der umschlossene Raum ist beträchtlich vertieft und senkt sich in einigen Fällen bis auf 12000 Fuß; der innere Boden ist entweder eben, oder es erhebt sich auf ihm ein Centralberg. Den höchsten Centralberg findet man im Ringgebirge Moretus, er ist über 6000 Fuß hoch, erreicht aber trotz dem noch lange nicht das Niveau des umgebenden Walles, welcher an einigen Stellen die bedeutende Erhebung von 14000 Fuß über die Tiefe besitzt.

Die oberflächlichste Betrachtung des Mondes durch ein Fernrohr zeigt jedem sogleich das scharfbegrenzte kreisrunde Ringgebirge in der Nähe des südlichen Randes, welches den Namen Tycho führt, und dadurch sehr kenntlich wird, daß von ihm strahlenartig in großer Anzahl jene schwer zu erklärenden Lichtlinien ausgehen, die auf der Oberfläche des Weltkörpers selbst liegend weder als Erhöhungen noch Vertiefungen geedeutet werden können. Der Durchmesser dieses Ringgebirges beträgt nahe an 12 Meilen, wodurch zugleich die Größe einer Meile auf dem Monde (an jener Stelle) dem Beobachter in leichter Weise unmittelbar anschaulich wird; hier ist die Erhebung des Randes ringsum mehr als 15000 Fuß, der Centralberg aber noch nicht 5000 Fuß hoch, und so bleibt immer die Höhe des letzteren beträchtlich zurück gegen die der Umgrenzung; in keinem einzigen Falle erreicht der Centralberg die Kammhöhe des Walles. Mit Unrecht hat man jene hellen Lichtstreifen, welche im Vollmonde am kenntlichsten sind, bei schräger Beleuchtung aber verschwinden, früher für Bergketten gehalten, die sich von einem Ringgebirge nach allen Seiten hin erstrecken. Spätere sorgfältige Betrachtungen haben gezeigt, daß es zwar an Bergketten nicht gänzlich fehlt, jedoch die wenigen vorhandenen sich niemals in Strahlenform kund geben. Hevelius war, und selbst Schröter ist ihm merkwürdig genug darin gefolgt, in jenem Irrthume befangen, wie schon die Benennung montes andeutet, mit welchen er diese Strahlensysteme belegte. Sie werfen niemals einen Schatten, bilden daher keine Erhabenheiten und müssen einer freilich unbekanntem Eigenthümlichkeit, vielleicht einer spiegelnden Beschaffenheit des Bodens ihre Entstehung verdanken; denn eben so wenig sind sie Vertiefungen und daher nicht zu verwechseln mit den schmalen Furchen, die ohne erhebliche Krümmung selbst über Berge hinwegziehend am deutlichsten in der Ebene ihre Spur verrathen, und Rillen genannt werden. Ihr Aussehen ist von dem unserer Flüsse so bedeutend in Hinsicht auf die Form verschieden, daß nichts dazu auffordern kann, selbst wenn man die höchst unwahrscheinliche Annahme des Wassers auf dem Monde gelten lassen wollte, sie wirklich für solche zu halten. Etwa 90 solcher meistens geradliniger Rillen sind bis jetzt aufgefunden.

Die Frage, ob der Mond eine Atmosphäre besitze, ist in neuerer Zeit auf einem Wege untersucht worden, der für das Resultat eine, man möchte sagen, mathematische Sicherheit herbeigeführt hat, wodurch ein langer Streit vorläufig als beendet anzusehen ist. Die älteren Beobachter, Hevelius und selbst noch Schröter, mögen wenigstens zum Theil durch

Erscheinungen getäuscht worden sein, die unter gewissen Verhältnissen die Erdatmosphäre hervorbringt, wenn sie dem Monde eine solche zuschreiben. Es ist bereits bei anderer Gelegenheit der Sternbedeckungen durch den Mond erwähnt worden, daß sowohl die Eintritte am dunklen Rande als die Austritte sich bei klarem Himmel mit großer Sicherheit beobachten lassen; beide geschehen plötzlich, ohne daß der Stern vor seinem Verschwinden ganz in der Nähe des Mondrandes an Licht ab-, oder nach seinem Wiedererscheinen allmählig zunimmt. Nun kann man den scheinbaren Durchmesser des Mondes einerseits durch directe Messung mittelst eines Mikrometers, andererseits aber auch durch die Zeit des Verweilens vor einem Fixstern bei einer Bedeckung ableiten, und die Uebereinstimmung beider gefundenen Werthe oder ihre Abweichung muß ergeben, ob der geradlinige Strahl in dem Augenblicke, in welchem der Stern den Mondrand berührt, eine Ablenkung erfährt oder nicht. Diese würde sich zeigen müssen, wenn eine Atmosphäre des Mondes vorhanden wäre, die nothwendig eine Strahlenbrechung nach sich zöge; um das Doppelte dieser müßte nach der zweiten Bestimmung der Halbmesser kleiner herauskommen als nach der ersten. Auf diese Weise fand man nach beiden Bestimmungsarten den Halbmesser des Mondes von genau gleicher Größe, woraus man den Schluß ziehen konnte, daß der Mond entweder keine, oder eine nur so unbedeutende Atmosphäre besitze, daß sie gegen die unserer Erde beinahe als verschwindend anzusehen sei, nämlich von so geringer Dichtigkeit, daß diese weniger als den 900sten Theil der Dichtigkeit unserer Erdluft betrage.

Durch jene auf Beobachtung und Rechnung gestützte ausführliche Untersuchung sind auch die Hypothesen über die vermeintlichen Meere und Vulkane des Mondes mächtig erschüttert worden, und man ist genöthigt zuzugeben, daß wenigstens aus einer wissenschaftlichen Behandlung des Gegenstandes sich nicht absehen läßt, mit welchem Rechte man dem Monde durchaus eine Aehnlichkeit mit unserer Erde aufdrängen will. Demungeachtet bleiben die Wahrnehmungen der beiden großen Himmelforscher Hevelius und Herschel, welche auf der Nachtseite des Mondes helle Stellen aufstimmten sahen und, merkwürdig genug, für brennende Vulkane erklärten, unbestreitbar, da man von solchen Beobachtern nicht annehmen kann, daß eine optische Täuschung sie irre geführt habe; höchstens die Erklärung des Phänomens, nicht aber dieses selbst darf als richtig bezweifelt werden. Und in der That, wenn man erwägt, daß jene hellen Punkte nur in der vom Erdblicht beschienenen Nachtseite an solchen

Stellen gesehen wurden, wo die mit ganz besonderem Glanze auch im Sonnenlichte strahlenden Flecken Aristarch, Copernicus und Kepler stehen, so wird man versucht der eigenthümlichen, wenn auch schwer zu ergründenden Leuchtkraft der genannten Flecken die Erscheinung zuzuschreiben. Da nun, wenn der Mond überhaupt eine Atmosphäre besitzt, diese mit unserer Erdluft in keiner Weise vergleichbar ist, so wird auch die Existenz von Menschen oder Menschen ähnlichen Geschöpfen auf unserm Satelliten als unmöglich erscheinen müssen. Bis zu dieser Grenze der Erkenntniß ist man, wie ich mich bemüht habe in entwickelnder Weise darzustellen, auf wissenschaftlichem Wege gelangt; was darüber hinausgeht, gehört nicht in die Astronomie.

Das laufende Jahr\*) ist reich an interessanten Sternbedeckungen durch den Mond; denn außerdem, daß an einigen Tagen 3 bis 4 eintreten und darunter sogar ein Stern erster Größe, Spica in der Kornähre, zweimal bedeckt wird, findet auch der seltene Fall von mehreren Planetenbedeckungen statt. Die Planeten können, da sie sich durch Fernröhre als Scheiben oder Sicheln darstellen, nicht wie die keinen merklichen Durchmesser besitzenden Fixsterne plötzlich verschwinden, sondern nehmen allmählig an Helligkeit ab, bis zuletzt der vorübergehende Mond sie unsern Blicken entzieht. Der Nutzen der Planeten-Verfinsterungen besteht darin, daß man durch sie die geographischen Längen bestimmen kann, hauptsächlich aber darin, daß sie, wenn die Beobachtungen an vielen verschiedenen Orten der Erde gemacht sind, die Richtigkeit der Mond- und Planeten-Tafeln prüfen lassen. Auf größeren Sternwarten mißt man schon kurz vor dem Eintritt die scheinbaren Abstände der Planeten von dem nächsten Mondrande, wodurch nicht weniger erreicht wird, als durch die Wahrnehmung des Phänomens selbst.

Von der uns abgekehrten Seite der Mondkugel kennen wir nur den kleinen Theil, welchen die Libration zu sehen gestattet, und dieser ist im Wesentlichen der sichtbaren Hälfte gleichartig; es ist auch kein Grund vorhanden daran zu zweifeln, daß im Allgemeinen der Mond auf der einen Seite eben so wie auf der andern beschaffen sei. Indem man sich in Gedanken auf jenen Weltkörper versetzt, ist es nun leicht den Anblick, welchen dort das Weltall dem Beschauer bieten müßte, sich vorzustellen. Der Mangel einer Atmosphäre von einigermaßen beträchtlicher Dichtigkeit bringt hervor, daß der Himmel dort nicht wie bei uns blau erscheint.

\*) Das Jahr 1857.



Auf nachtschwarzem Teppich glänzt dort der Fixsternhimmel mit denselben Sternbildern wie bei uns, selbst der Ort der Planeten wird nur wenig durch den verschiedenen Gesichtspunkt verändert; aber die scheinbaren Bewegungen sind dort 27 mal langsamer, die der Sonne fast 30 mal. Die Erde kann dort Sterne bedecken wie uns der Mond, nur ist die Zeit des Verweilens hinter der bedeckenden Erde bedeutend länger. Der helle Erdschein wird jedoch jene feinen und lichtschwachen Objecte, welche wir telescopische nennen, einer genauen Beobachtung wohl entziehen, während viele Umstände zusammenwirken die uns stets abgekehrte Seite des Mondkörpers, wo die Nacht selbst nicht durch Dämmerung verkürzt wird, ungleich geeigneter zu astronomischen Beobachtungen zu machen, als unsere Erde ist. Die mittlere Dauer eines Tages so wie einer Nacht ist ein halber synodischer Monat also 354 Stunden. Auf den höchsten Gipfeln der Berge am Pol geht die Sonne nicht unter, sie glänzen in ewigem Lichte! Aber bei aller Pracht, welche unser Auge dort entzücken könnte, würde das Reich der Löwe dem Erdensohne verschlossen bleiben, denn keine Luftwelle wird dort erschüttert und lautlos ist dort die Einöde. Gesang und Rede, die der Menschenbrust entströmend das Herz erheben und beruhigen, die ermattende Thatkraft entflammen, das Leben des Sterblichen erfreuen, ja ihn ein höheres ahnen lassen, wer möchte sie Preis geben, bevor alle jene geheimnißvollen Fäden zerrissen sind, die den Staubgeborenen mächtig fesseln an die erste Stufe geistiger Entwicklung! — Nicht ohne Besorgniß, Ihre freundliche Aufmerksamkeit schon zu lange auf unsern treuen Begleiter gelenkt zu haben, erbitte ich mir dieselbe jetzt für den ersten der sogenannten obern Planeten, der im Gegensatz zu den bereits betrachteten mehrfache Aehnlichkeiten mit dem Erdkörper zu besitzen scheint.

Der Mars bewegt sich um die Sonne wie alle Planeten in einer Ellipse, nur ist dieselbe von dem Kreise viel abweichender als, mit Ausnahme des Merkur, die Bahnen der anderen, welcher glückliche Umstand ein erwünschtes Mittel darbot um die Richtigkeit der Hypothesen zu prüfen, die Kepler zu machen genöthiget war, bevor ihm die Entdeckung seiner Gesetze gelang. Dieser Planet kann wie Venus und Jupiter zu denen gezählt werden, welchen die Bestimmung zufiel den Erdbewohner über unerforschte Raumverhältnisse aufzuklären: während jene die Entfernung der Erde von der Sonne und durch die Lichtgeschwindigkeit noch größere absolute Abstände messen ließen, lieferte dieser die qualitativen Beziehungen, welche stattfinden zwischen den veränderlichen Entfernungen eines und desselben zum Sonnensystem gehörigen Himmelskörpers vom Mittelpunkte

des Systems, woraus sich endlich die Bestimmung der Form der Planetenbahnen ergeben mußte. — Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt über 31 Millionen Meilen; die kleinste über 28, die größte dagegen mehr als 34 Millionen. Die Neigung seiner Bahn gegen die Erdbahn ist nur klein, noch nicht 2 Grade, weshalb er der Erde bis 8 Millionen Meilen nahe kommen und andererseits sich bis auf 55 Millionen Meilen von ihr entfernen kann, so daß wir ihn in sehr verschiedener scheinbarer Größe erblicken. Der wahre Durchmesser ist 892 Meilen, also nicht bedeutend größer als der Halbmesser der Erde; hieraus folgt, daß seine Oberfläche etwas mehr als den 4ten Theil der Erdoberfläche, und sein körperlicher Inhalt ungefähr  $\frac{1}{7}$  von dem der Erde beträgt, so daß er 7mal kleiner als die Erde und 7mal größer als der Mond ist. William Herschel schrieb ihm eine sehr beträchtliche Abplattung zu, die wohl entschieden zu groß war, obgleich nach Aragos neuen Messungen sich dieselbe noch auf  $\frac{1}{32}$  erhält, d. h. der Durchmesser des Aequators soll sich zur Axc wie 32 : 31 verhalten. Der Abstand von der Sonne oder genauer die halbe Axc seiner Bahn ergiebt sich bei ihm wie bei allen andern Planeten aus seiner Umlaufzeit von 1 Jahr und 321 Tagen durch Rechnung nach dem 3ten Keplerschen Gesetze — die absolute Entfernung der Erde von der Sonne als bekannt vorausgesetzt, wie sie durch die Vorübergänge der Venus vor der Sonnenscheibe ermittelt worden ist. Doch hat auch die in Beziehung auf unsern Mond erklärte Methode der beiden Beobachter La Caille am Cap der guten Hoffnung und Lalande in Berlin den Abstand des Planeten von der Erde direct ergeben. Da die Bahn, in welcher sich die Erde um die Sonne bewegt, von der Bahn, die Mars beschreibt, umschlossen ist, während für die untern Planeten das Gegentheil stattfindet, so ist nicht wie bei Merkur und Venus nur in der Nähe der Sonne, sondern zu allen Stunden der Nacht, wenn er sich über dem Horizonte befindet, seine Sichtbarkeit möglich. Da aber umgekehrt von ihm aus gesehen die Erde immer in der Nähe der Sonne erscheinen muß, so folgt, daß er uns immer einen beträchtlichen Theil seiner von der Sonne beschienenen Seite zukehrt. Durch ein Fernrohr sieht man ihn nur als Kreisscheibe, wenn er sich mit der Sonne in Opposition befindet, d. h. wenn Sonne, Erde und Planet in gerader Linie liegen und er daher um Mitternacht am höchsten steht. Zu andern Zeiten erkennt das bewaffnete Auge, daß der Kreis nicht voll ist, doch ist er immer mehr als halb erleuchtet, und seine kleinste Phase nur etwa der Lichtgestalt unseres Mondes ähnlich, welche 4 Tage vor oder nach dem Vollmonde stattfindet. Mit bloßen

Augen läßt sich die Abweichung von der Kreisform nicht bemerken. In den Oppositionen glänzt Mars in einem rothen Lichte, besonders wenn man ihn mit bloßen Augen betrachtet, während im Fernrohr diese Entschiedenheit der Farbe sich einigermaßen verliert und mehr der Eindruck des Gelben hervortritt. Wenn er der Erde am nächsten ist, und die Opposition zugleich mit seiner Sonnennähe zusammenfällt, was ungefähr alle 15 Jahre einmal stattfindet, lassen sich auf seiner Oberfläche verschiedene Flecken bemerken. Sehr auffallend sind darunter zwei weiße, schneeglänzende Stellen, die sich in der Nähe des Nord- und des Südpols der Planetenkugel zeigen. Bereits zu einer Zeit wahrgenommen, da die optischen Hülfsmittel noch keine große Ausbildung erlangt hatten, blieben jene an den Kälte-Polen erscheinenden Flecken ziemlich unbeachtet, bis der ältere Herschel mit seinen mächtigen Teleskopen auch sie in den Kreis seiner ausgedehnten Untersuchungen über die physische Beschaffenheit der Himmelskörper aufnahm, und auf ihren Zusammenhang mit den klimatischen Verhältnissen des Planeten hinwies. Sie werden nämlich wechselsweise größer oder kleiner, je nachdem ein Pol sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert. Photometrische Messungen haben auch gezeigt, daß die Intensität des Lichts dieser Schneezonen, denn als solche darf man sie nach den sorgfältigen 10jährigen Beobachtungen Beers und Mädlers wohl bezeichnen, etwa doppelt so groß ist als die Lichtstärke der übrigen Scheibe. Die schöne Uebereinstimmung der Veränderung ihrer Größe mit den Jahreszeiten des Mars läßt kaum noch einen Zweifel übrig, daß wir in diesen weißen Flecken einen unserm Schnee nicht unähnlichen Winterniedererschlag vor Augen haben, ein Fall, der sonst bei keinem andern Planeten vorkommt und als eine im ganzen Sonnensystem einzige Erscheinung höchst beachtenswerth ist. Daß ein solches Resultat der Beobachtung und Rechnung auch die Annahme einer Atmosphäre fordert, in welcher sich Dünste erheben um wieder als Schnee oder Regen herabfallen zu können, versteht sich von selbst; aber auch durch die Wahrnehmung, daß die übrigen Flecken der Kugel, die dunkeln, die gelbrothen, und die ins Grün spielenden, nur in der Mitte der Scheibe deutlich, in der Nähe des Randes aber allmählig trüber erscheinen, ja unsichtbar werden, erhält jene Hypothese eine mächtige Stütze. Die fortgesetzte Beobachtung der zuletzt genannten Flecken hat wie bei der Sonne gezeigt, daß sie ihren Ort auf der Planetenkugel scheinbar verändern, und die Rotations-Elemente berechnen lassen; der Planet dreht sich in 24 Stunden und 37 Minuten einmal um sich selbst, so daß dort die Tageslänge der unsrigen äußerst nahe kommt,

und die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn ist  $28^\circ$  also nur um  $5^\circ$  größer als die des Erdaequators gegen die Elliptik. Diese dunkleren und farbigen Flecken sind nur in Folge der täglichen Umbrehung veränderlich und gehören der Oberfläche des Himmelskörpers selbst an; sie lassen das Vorhandensein eines festen, ins Röthliche spielenden, von großen Wassermassen umgebenen Mars-Bodens ahnen. Alle diese Eigenthümlichkeiten, von denen die wesentlichsten keinem Zweifel zu unterliegen scheinen, deuten darauf hin, daß, falls die Planeten überhaupt bewohnt sein sollten, auf dem, den wir jetzt betrachten, ein dem menschlichen Organismus ähnlicher als möglich gedacht werden kann.

„Doch warum fragen wir die Sterne,  
Ob Gott ein Gott des Lebens sei?  
Der Boden, wo Du wandelst, schüttert  
Von Lebenskraft; auf jedem Strahl,  
Mit jedem Hauch des Frühlings zittert  
Ein junges Leben in Dein Thal.“

Zwischen Mars und dem Jupiter, welcher in der Reihe der alten mit bloßen Augen sichtbaren Planeten von der Sonne an gerechnet auf ihn folgt, bemerkte man längst eine Lücke, die in Folge des Gesetzes einer empirisch gefundenen Progressions-Stala durch einen zum Sonnensystem gehörigen Weltkörper ausgefüllt sein mußte, wenn jenes Gesetz auch nur annäherungsweise seine Richtigkeit behaupten sollte. Gerade am 1. Januar 1801 entdeckte Piazzi in Palermo einen kleinen teleskopischen Planeten, die Ceres, welcher auch in die berechnete oder vielmehr gemuthmaßte Entfernung fiel; aber nicht lange nachher fanden Olbers und Harding noch drei solcher kleinen Planeten mit jenem von nahe gleichem Abstände auf. Nun vergingen ungefähr 40 Jahre, bis ein fünfter entdeckt wurde, dem sich dann rasch eine große Anzahl ähnlicher anschloß, so daß bis jetzt an der erwähnten Stelle 42 kleine Weltkörper aufgefunden sind\*). Es darf wohl kaum noch besonders hervorgehoben werden, daß diese eigenthümliche Erweiterung früher erlangter Kenntniß des Sonnen-Systems nach einem Stillstande von 4 Decennien mit dem Aufblühen der Wissenschaft und einer neuen Gestaltung derselben in nothwendigem Zusammenhange steht, und nicht etwa nur die verstärkte Kraft künstlicher Sehwerkzeuge, den auffallenden Fortschritt begünstigt hat. Wenngleich die zahlreichen neuen Planeten auch in den mächtigsten Fernröhren nur als kleine Sternchen erscheinen, die an sich in keiner Weise etwas Bemerkenswerthes darbieten,

\*) Gegenwärtig (August 1861) bereits 70.

so ist doch, ganz abgesehen von dem durch ihre Entdeckung erlangten tiefern Einblick in die Mannigfaltigkeit des Erschaffenen, die Methode, welche man auf sichere Grundlagen gestützt in diesem Theile der beobachtenden Astronomie gegenwärtig anwenden kann, schon an sich von einem Interesse, welches selbst bei minder reicher Ausbeute, als die bisherige und noch zu hoffende ist, in keiner Weise dürfte beeinträchtigt werden. Der heutige Zustand der Wissenschaft ist durch große Vorarbeiten geschaffen, die mit Entschagung unternommen und mit anhaltendem Fleiße fortgesetzt wurden. Die praktische Astronomie, in so fern sie auf Beobachtungen mit getheilten Instrumenten Bezug hat, wird, wenn man die Bemühungen der Alten um diesen Gegenstand für sich betrachtet, in Hinsicht auf ihre Entwicklung drei Perioden darbieten. Die erste beginnt mit Tycho de Brahe, die zweite mit Bradley, die dritte fällt in die erste Hälfte dieses Jahrhunderts. Bei dieser Eintheilung habe ich, ohne die Verdienste Flamsteeds schmälern zu wollen, den Umstand, daß Bradleys Vorgänger sich bereits der Fernröhre an seinen Instrumenten bediente, was der große Dänische Astronom nicht konnte und Hevelius nicht wollte, keinesweges übersehen; aber es kommt hier vorzugsweise die Art der Benutzung, nämlich die Kunst des Beobachters in Betracht, und in dieser Beziehung kann dem Nachfolger ein größeres Verdienst nicht abgestritten werden. Nach Bradleys Tode (13. Juli 1762) hatte die Beobachtungskunst ihren Glanzpunkt erreicht, denn selbst auf der Greenwicher Sternwarte bemühte man sich nicht in gleicher Weise fortzufahren, sondern kehrte zu Methoden zurück, denen die innere Sicherheit mehr oder minder fehlte, und so kam es, daß im Anfange dieses Jahrhunderts den Grundpfeilern der praktischen Astronomie eine Festigkeit abging, welche der im Ganzen vorgeschrittene Zustand der Wissenschaft zu fordern schien. Besonders waren die Berechnungs-Elemente in Bezug auf die Dexter der Fixsterne theils unsicher, theils nur in beschwerlicher und zeitraubender Weise brauchbar. Wieviel aber gerade hiervon auch für die Sonne, den Mond und die Planeten überhaupt abhängt, habe ich bereits in einer andern Vorlesung darzustellen mir erlaubt. Was helfen wohl die mit den besten Instrumenten angestellten Beobachtungen der Himmelskörper, wenn z. B. die Lage des Gesichtspunktes im Welttraume nur ungenau bekannt ist, d. h. die Elemente der Erdbahn keine vollkommene Schärfe besigen? — Wenn Dänemark und England bis dahin den höchsten Ruhm in der praktischen Astronomie erworben hatten, obgleich letzteres ihn viel länger als jenes zu bewahren wußte, so war es unser Vaterland, welches nun auch in dieser Hinsicht dem Auslande nicht

nachstehen sollte. Mehr als 120 Jahre waren vergangen, seitdem der Danziger Astronom seine ruhmvolle Laufbahn geschlossen hatte, da bestieg in unserer Nachbarstadt Königsberg ein junger Mann, der nicht lange zuvor den Comptoir-Tisch bei Kulenkamp und Söhnen in Bremen verlassen hatte, den akademischen Lehrstuhl. Wohl selten war eine Wahl eine glücklichere. Wilhelm v. Humboldt, auf dessen Fürsprache und Empfehlung Friedrich Wilhelm III. die Berufung erfolgen ließ, hat dadurch auch in der Geschichte der Astronomie seinen Namen unsterblich gemacht, zumal da er ahnungsvoll erkannte, daß Friedrich Wilhelm Bessel als Director einer neu zu errichtenden Sternwarte auch eine neue Epoche in der Wissenschaft, zu deren Vertretung man ihn ausersehen hatte, herbeiführen würde. Mit dieser beginnt die dritte sich auf die Gegenwart erstreckende Periode der praktischen Astronomie. Doch nur undeutlich und unvollständig würden die Phasen der neueren Himmelskunde sich darstellen, wenn man nicht zugleich auf ihren Ursprung zurückgehen und sich mit bloßer Angabe des mühevoll Errungenen begnügen wollte. Von der Ansicht durchdrungen, daß alles Leben der Wissenschaft in dem Leben der einzelnen von der Vorsehung Auserlesenen, welche mit leuchtender Fackel voranschreiten, seine unvergänglichen Keime entwickelt, glaube ich auf Ihre Zustimmung rechnen zu dürfen, wenn ich Ihre Theilnahme für den Mann zu erregen bemüht sein werde, der 40 Jahre hindurch mit beispielloser Ausdauer und Consequenz einem Ziele, nämlich der neuen Begründung der Astronomie, glücklich entgegenstrebte und nicht nur dieses zu erreichen, sondern auch glorreiche Erweiterungen auf demselben Gebiete herbeiführen bestimmt war.

---

## Neunte Vorlesung.

Bessel. — Die Kornbrobachtungen auf der Königsberger Sternwarte. — Entdeckung der kleinen Planeten. — Jupiter.

---

Friedrich Wilhelm Bessel\*) wurde am 22. Juli 1784 in Preussisch Minden geboren, woselbst sein Vater Regierungs-Sekretair mit dem Titel eines Justizraths war. Seine Mutter war die Tochter eines Pastors Schrader in Rehme. Eine zahlreiche Familie, nämlich drei Söhne und sechs Töchter, machte den Eltern die äußerste Sparsamkeit zur Pflicht, so daß unser Bessel schon frühe die Nothwendigkeit erkennen mochte, zur Abhülfe häuslicher Noth nach Kräften das Seinige beizutragen. Nachdem er das Gymnasium seiner Vaterstadt nur bis Unter-Tertia besucht hatte, verließ er dasselbe schon im 13ten Jahre und erhielt darauf einen, für künftigen praktischen Lebenslauf geeigneten Privat-Unterricht, den er mit ausgezeichnetem Erfolge benutzte. Nicht zu den Knaben gewöhnlichen Schlags gehörend, fühlte er schon frühe einen Drang nach Selbstständigkeit im Reiche des Wissens und kam seinen Lehrern auf halbem Wege entgegen, indem ein seltener Fleiß verbunden mit glücklicher Fassungs-gabe ihn die dargebotenen Unterrichtsgegenstände in seinem Verstande sich entwickeln und deren Bedeutung schätzen ließ, ohne daß es dazu einer bei vielen Naturen so ganz erfolglosen äußeren Anregung bedurfte. Schon nach zwei Jahren war er hinreichend vorbereitet, um, seinem Wunsche gemäß, in ein Handlungshaus als Lehrling eintreten zu können. Am 2. Januar 1799 brachte ihn sein Vater nach Bremen zu „A. G. Kulenkamp und Söhne.“ Wohl Niemand ahnte, daß der Lehrling, welcher an dem genannten Tage seinen Platz am Comptoir-Bulte erhielt, einst

---

\*) Das Folgende nach des Verfassers Schrift: Erinnerung an Bessel's Leben und Wirken. Danzig.

eine Stufe ersteigen würde, auf welcher ihm eine große Wissenschaft zu beherrschen und in die Reihe der Tycho's, Kepler's und Newton's zu treten bestimmt war. Nicht nur die Ordnung des Weltalls erregt die stauende Bewunderung des Erdensohnes, auch das freilich oft dunkle, doch sicher nicht minder vollkommene Walten einer höheren Macht im Lebensschicksale der Menschen lenkt seinen Blick nach oben zum Urquell des Lichts und der Wahrheit.

Nachdem Wilhelm Bessel sich in nicht langer Zeit mit dem Mechanismus des Geschäftslebens vertraut gemacht hatte, suchte er den innern Zusammenhang desselben zu ergründen und gab sich dem erwählten Berufe mit so erfreulichem Eifer hin, daß er sich die volle Zufriedenheit und den Beifall seiner Prinzipale erwarb, zumal da die Thätigkeit und Umsicht des jugendlichen Gehülfsen sich schon im ersten Jahre als dem Geschäfte sehr nützlich erwies. Es lag in seiner Natur aus dem Kleinen in's Große überzugehen, vom Besonderen zum Allgemeinen die Stufenleiter zu ersteigen. Der Verkehr mit dem Meere in jener großen Handelsstadt ließ bald die Comptoirstube zu enge erscheinen, und obgleich die regelmäßigen Arbeiten mit größter Treue vollbracht wurden, sehnte sich dennoch der Geist, welcher geschaffen war, einst die Räume des Weltalls zu durchforschen, hinaus in die Welt. Eine Reise als Cargadeur bei einer der von den Hansestädten beabsichtigten Expeditionen nach den Französischen und Spanischen Colonieen und nach China gehörte bald zu den heißesten Wünschen. Diese waren nicht unbestimmt und planlos wie so häufig bei jungen Leuten, vielmehr that er zu ihrer Verwirklichung die geeignetsten Schritte. Die Ruhe, welche ihm nach beendeter Tagesarbeit die Stille der Nacht gewährte, wurde benutzt, um sich in den neueren Sprachen eine noch immer größere Fertigkeit zu erwerben, und da er sich mit dem Gedanken, während einer längeren Seereise ein müßiger Passagier bleiben zu müssen, in keiner Weise befreunden konnte, griff er zu einem Lehrbuche der Navigation. Damals war das Handbuch von Hamilton Moore, welches später durch Norie's Werk verdrängt wurde, das gewöhnliche Hilfsmittel für den astronomischen Theil der Schiffahrtskunde. Man weiß aber, in welcher Art dergleichen Handbücher zum Theil noch jetzt abgefaßt werden; da heißt es Aufgabe, Regel, Beispiel, und von einer wissenschaftlichen Behandlung ist nicht die Rede, da der Lernende nur abgerichtet, nicht unterrichtet werden soll. Bessel war aber so leicht nicht zu befriedigen. Er versuchte die Nichtigkeit der astronomischen Vorschriften zu ergründen, und wäre ihm die reine Mathematik damals



nicht noch unbekannt gewesen, so hätte er die Auflösungen der Aufgabe wohl bald da gesucht, wo sie allein zu finden waren. Indes leistete ihm das Studium von Volgt's populärem Handbuche der Himmelskunde wenigstens mittelbar den gewünschten Dienst, indem er dadurch auf Bohnenberger's Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung aufmerksam gemacht dieses treffliche Werk sich verschaffte; aus diesem erlah er, daß zur Erreichung seines Zweckes sich zunächst die Mathematik als ein unabweisbares Bedürfnis herausstellte. Durch unermüdblichen Eifer und größtentheils durch eigenes Nachdenken brachte er es dahin, daß ihm der Flor von den Augen fiel und jene Wissenschaft in ihrer ganzen Pracht und Herrlichkeit entgegenstrahlte. Die Schwierigkeiten, welche er zu überwinden hatte, waren in der That sehr bedeutend; sie sind von hohem Interesse nicht nur in historischer, sondern auch in psychologischer Hinsicht und mir im Einzelnen durch persönliche Mittheilungen genau bekannt, doch würde die detaillirte Darstellung zu weit führen, weshalb ich, wenn auch ungern, eine solche hier unterdrücken zu müssen glaube. Weit entfernt sich mit den Methoden zur Länge- und Breitebestimmung, wie er sie aus Bohnenberger's Buche kennen gelernt hatte, zu begnügen, wandte er nun auch die dort gefundenen Vorschriften wirklich an, nachdem er mit Hilfe eines Tischlers und eines Uhrmachers einen hölzernen Sextanten hergestellt und eine alte Pendel-Uhr in einen brauchbaren Zustand versetzt hatte. Von einer Uebung, die zu keinem bestimmten Resultate führte, hielt er schon damals nichts und hat später seinen Schülern gegenüber niemals etwas gehalten, immer mußte, wie er sich auszudrücken pflegte, etwas dabei herauskommen, welches denn auch schon bei seinen ersten Beobachtungen mit den genannten unvollkommenen Hilfsmitteln auf überraschende Weise geschah. Doch die astronomischen Zeitbestimmungen sollten nun auch zu Längebestimmungen benutzt und die Vorschriften für Berechnung der geographischen Länge aus beobachteten Sternbedeckungen auf eigene Beobachtungen angewandt werden. Wirklich gelang ihm, den Eintritt eines hellen Sterns am dunkeln Mondrande zu beobachten, und nun hatte er nichts Giltigeres zu thun, als diese Sternbedeckung zu berechnen, um aus derselben die Länge von Bremen abzuleiten, welche denn auch zu seiner höchsten Freude mit der bereits bekannten sehr nahe übereinstimmte. Wenn man die Art, wie er sich mit der praktischen Astronomie bekannt machte, indem er sein eigener Lehrer und sein eigener Examinator wurde, näher ins Auge faßt, so muß man bekennen, daß später, als er auf der höchsten Stufe wissenschaftlicher Ausbildung stand, seine

Thätigkeit in gleicher Weise fortgesetzt wurde, so daß zwar die Arbeiten einen höheren Werth erreichten, aber in Hinsicht der Methode nicht die geringste Verschiedenheit eintrat. Das Wissen als solches hat ihm niemals genügt, so reich das seinige auch war; er betrachtete es nur als ein Mittel zum Können und hat während seines arbeitsamen Lebens durch die wirkliche Ausführung der größten und schwierigsten Aufgaben für diese seine Aufsicht den unwiderlegbarsten Beweis geliefert. Wenn jemals das Wort des Dichters „wißt Ihr, wie auch der Kleine was ist? Er thue das Seinige nur recht, der Große begehrt just so das Große zu thun“ — den jugendlichen Muth eines reich begabten Menschen stärkte und seinem ganzen Wesen eine geistige Spannkraft verlieh, die ihn niemals verließ, so war es hier der Fall, wo jenes Wort, obgleich der Betheiligte es niemals äußerlich vernommen hatte, als selbst gebildete Lebensregel zur Erscheinung kam.

Der berühmte Astronom Olbers, der Entdecker mehrerer Kometen und der einfachsten Methode zu ihrer Bahnbestimmung, der Entdecker der Vesta und Pallas und, was mehr werth ist, einer der leutseligsten und menschenfreundlichsten Aerzte, war häufig im Kulenkamp'schen Hause, wo er den strebsamen Bessel zuerst bemerkte. Dieser kannte jenen schon längst theils aus seinen astronomischen Schriften, theils durch die Vorträge, welche der gefeierte Gelehrte im Museum zu Bremen gehalten hatte, wo er ein eifriger Zuhörer gewesen war; aber nicht ohne eine wissenschaftliche Arbeit wollte er sich bei ihm einführen. Nachdem ihm die genaue Berechnung eines Kometen von 1607 gelungen war, dessen Elemente früher nicht mit großer Sicherheit waren bestimmt worden, wagte er zuerst eine persönliche Annäherung. Olbers wurde durch die Mittheilung der Arbeit freudig überrascht und säumte nicht dieselbe sogleich im November-Hefte der monatlichen Correspondenz des Freiherrn v. Zach vom Jahre 1804, welches Journal damals in Deutschland für die Astronomie das Haupt-Organ war, zu veröffentlichen, wodurch der 20jährige Handlungsgehülfe auf eine sehr ehrenvolle Weise in die Wissenschaft eingeführt wurde; die Abhandlung, welcher ausgedehnte Rechnungen zum Grunde lagen, gelangte zur allgemeinen Kenntniß des betreffenden Publikums, auch wurde ihr von andern Männern des Faches große Anerkennung zu Theil. Dieser folgte bald eine theoretische Arbeit, welche auf die Berechnung der Kometen Bezug hatte, und für die damalige Zeit einem tief gefühlten Bedürfniß abhelfend die Vorarbeiten eines Euler und Laplace hinter sich zurückließ. Ferner berechnete er die Bahn des ersten

Kometen von 1805 in der kurzen Zeit von 4 Stunden. „Am 1. November Abends um 8 Uhr“, erzählt Oibers, „schickte ich ihm meine beiden Beobachtungen des Kometen vom 29. und 31. Oktober und die beiden früheren aus Paris vom 19. und 20. Oktober und bat ihn um gelegentliche Berechnung der Bahn, da mir die Zeit dazu fehlte. Mein Billet traf ihn nicht zu Hause, weil er in Gesellschaft war, und doch überraschte er mich den folgenden Morgen 8 Uhr schon mit den Elementen der Kometenbahn, wozu er bloß die Zeit von 10 bis 2 Uhr des Nachts angewendet hatte. Mit Vergnügen, fährt Oibers fort, kann ich nun auch melden, daß unser Bessel jetzt ganz für die Astronomie gewonnen ist; er verläßt den Kaufmannsstand und geht an Harding's Stelle zu Schröter nach Elienthal; wahrlich eine große Acquisition für die Wissenschaft; ein solches Genie, mit so vielem Eifer, Fleiß, Beharrlichkeit und Geduld verbunden, ist mir noch nicht vorgekommen.“

Hier beginnt nun eine neue Epoche im Leben dieses merkwürdigen Mannes. Einem der Wissenschaft fremdartigen Berufe, dem er 7 Jahre hindurch mit aller Treue und mit hohem Interesse oblag, nicht ohne innern Kampf entriekt — denn er verkannte niemals die auf den Kulturzustand der Nationen so wesentlichen Einflüsse einer ausgebreiteten merkantilschen Thätigkeit — darf seine früher getheilte Kraft sich concentriren und der Erreichung eines Zieles nachstreben. Schröter's Thätigkeit, deren in der achten Vorlesung gedacht wurde, war mehr demjenigen Theile der Astronomie, welchen man den physikalischen nennen kann, zugewendet, indem ihn weniger die Bewegung der Himmelskörper im Weltraume als ihre physische Beschaffenheit interessirte. Um so willkommener mußte ihm ein Astronom sein, der alles, was auf Ortsbestimmungen am Himmel Bezug hat, mit zweckmäßiger Behandlung der vorhandenen, nicht reichen Hülfsmittel zu leisten und sämtliche Rechnungen mit Fertigkeit auszuführen verstand. Bessel führte dort seine eigenen astronomischen Tagebücher; beobachtete Kometen und die neuen Planeten am Kreismikrometer und stellte nach wie vor wissenschaftliche Untersuchungen an. Bei Durchsicht der Tagebücher, die noch jetzt im Originale vorhanden sind, erstaunt man über den Scharfsinn, mit welchem er die Fehler der Instrumente zu untersuchen und ihren Einfluß in Rechnung zu bringen weiß. Dabei ist er stets sein eigener Lehrer, indem er jedes Problem selbstständig untersucht, und ohne seine Vorgänger zu benutzen die Lösung zu Ende führt. Nur einige seiner Arbeiten aus dieser Periode mögen hier genannt werden. Zu diesen gehören seine genauen und fleißigen Beobachtungen des

Kometen von 1807, nebst der Berechnung der Elemente und die Abhandlung über die Figur des Saturns mit Rücksicht auf die Attraction seiner Ringe, aus welcher schon eine genaue Bekanntschaft mit der Mechanik des Himmels hervorgeht, die er auch später in glänzender Weise bei andern Untersuchungen an den Tag legte. Allein die Arbeiten, die er dem astronomischen Publikum mittheilt, und welche den nach allen Richtungen, als Beobachter, Rechner und Theoretiker thätigen Astronomen zu erkennen geben, sind nicht die einzigen, welche den künftigen neuen Begründer der Wissenschaft in Anspruch nehmen. Durch seine eigene Beobachtungen hatte er bereits erkannt, wie mangelhaft die Grundlagen waren, auf welche die Hilfsmittel zur Berechnung sich stützten. Die Positionen der Fixsterne und die Elemente zur Reduktion derselben besaßen nicht diejenige Sicherheit, welche seine Beobachtungen der Planeten und Kometen forderten, wenn die Fehler der Instrumente und die stets unvermeidlichen kleinen Beobachtungsfehler gehörig von einander getrennt wurden. Da entschließt sich der Unermüdlche zu der großen Arbeit, auf die Beobachtungen James Bradley's, des größten Beobachters seiner Zeit, einen neuen Fixsternkatalog und neue Rechnungs-Elemente zu gründen. Aber er verschweigt sein Unternehmen und erst, nachdem er zwei volle Jahre diesen Rechnungen geweiht hat, läßt er seinen Entschluß der Welt bekannt werden und führt ihn mit der ihm eigenthümlichen Beharrlichkeit im Laufe der Zeit glücklich aus. Sein im Jahre 1818 erschienenenes Werk: „*Fundamenta astronomiae*“ enthält die Früchte dieser unermesslichen Rechnungen. Alle Astronomen Europas nahmen diese Gabe mit Bewunderung und Dankbarkeit auf. Während seines Silienthaler Aufenthalts war, wie er selbst später bekannte, seine äußere Lage sehr beschränkt, auch an ihm ging die rauhe Wirklichkeit mit Sorgen mancherlei Art nicht spurlos vorüber, doch half ein kräftiger Körper nothwendige Entbehrungen leicht ertragen; auch bedurfte er an Mäßigkeit gewöhnt nicht viel, und da seine geist- und lehrreichen Recensionen in der Jenaischen Literaturzeitung ihm gern honorirt wurden, so fand sich bald ein Auskunftsmitel, um augenblicklicher Verlegenheit vorzubeugen.

Zu einer Zeit, da wir hier einen Gelehrten den stillen Beschäftigungen des Friedens folgen sehen, wird die Ruhe der äußern Welt durch gewaltsame Ereignisse gefährdet. Das glänzende Meteor, welches im Westen aufflammte um nicht lange nachher im Osten zu erlöschen, hat auch Deutschland und unser engeres Vaterland in Besorgniß versetzt; die Tage der Prüfung sind angebrochen für die Mächtigen der Erde, die

Throne schwanken und fallen durch die ehrgeizigen Pläne des hochbegabten und siegreichen fremden Eroberers, und vergebens kämpft auch Preußen um die Erhaltung seines Ranges, den ihm Friedrich II. in der Reihe der Staaten erstritten hatte. In solcher bedrängten Lage kann eine Nation oft während weniger Jahre Alles verlieren, was in einer großen Vergangenheit mit Anstrengung der edelsten Kräfte gewonnen wurde. Bedauernswerth ist der Fürst, dem in so schwerer Zeit nicht treue und hochgesinnte Rathgeber zur Seite stehen. Es giebt eine Macht, die dann wirksamer ist als alle Bajonnete der Welt, ein Macht, die sich im Einzelnen wie im Volke entwickelnd den Stürmen zu trotzen und das mühsam Errungene zu schützen weiß, sie ist das Bewußtsein sittlicher Kraft. Wird dieses geläutert und durch Thaten genährt, so kann die Gefahr nur eine vorübergehende sein, die zwar zu erschüttern, aber nicht zu zerstören vermag. Friedrich Wilhelm III. erkennt die Nothwendigkeit, seinem Volke die Güter zu erhalten und zu mehren, die mehr bedeuten als jene vergänglichem, die man geraubt hatte, die ewigen Besitzthümer, welche, wenn der Geist nach Erhebung strebt, das Herz nach Stärkung seufzt, noch zu keiner Zeit ihren Dienst versagt haben. Oder wäre es Zufall, daß gerade in jener bedrängten Zeit die wissenschaftlichen Institute, welche noch jetzt Preußens Stolz sind, theils erweitert, theils neu errichtet wurden, daß, um nur Weniges unter Vielem zu nennen, die Universität in der Residenz und die Sternwarte in der Stadt des unsterblichen Weltweisen im Angesicht der staunenden Fremdlinge beinahe gleichzeitig entstanden? Wilhelm v. Humboldt, jener nun schon längst erblichene Stern der Diosturen, wußte die geeigneten Kräfte zur Belegung und Vertretung der Wissenschaft auch auf den Gebieten zu würdigen und, mit dem Vertrauen des Königs beschenkt, für Preußen zu gewinnen, die er selbstständig nicht betreten hatte, denn dem tiefen Forscher und umsichtigen Staatsmanne entgeht nicht leicht ein aufsteimendes Talent, wo es sich auch bemerkbar mache; auch des jungen Bienthaler Astronomen Verdienst war ihm, dem Minister, nicht fremd geblieben und auf seine und Oibers Empfehlung wird Bessel zum Professor der Astronomie an der Universität zu Königsberg, zugleich zum Direktor der dort zu errichtenden Sternwarte ernannt. Im Jahre 1810 geht er dorthin ab. Hier vollendet er, obgleich noch immer durch Berechnung des Brabley'schen Beobachtungs-Schazes in Anspruch genommen, seine Arbeit über den Kometen von 1807, den er mit Berücksichtigung der Störungen noch einmal scharf berechnet. Schon in demselben Jahre erschien sein berühmtes Werk über diesen Himmels-

Körper, welches ihm den Lalande'schen Preis erwarb. Nun beginnt auch seine Thätigkeit nach verschiedenen Richtungen sich zu erweitern; seine Vorlesungen an der Universität und die Vorbereitungen zum Baue der Sternwarte nehmen dieselbe bedeutend in Anspruch. Sein klarer lebendiger Vortrag gewinnt ihm bald eine große Anzahl von Zuhörern, zumal da er sich nicht auf astronomische Vorlesungen beschränkt, sondern auch rein mathematische hält. So erlangt er, dem als Gelehrten ein vortheilhafter Ruf voranging, auch in dem engeren Kreise der studirenden Jugend Verehrung und Liebe, deren er sich 35 Jahre hindurch zu erfreuen hatte.

Obgleich die astronomische Thätigkeit unseres Freundes hier vorzugsweise Berücksichtigung finden muß, wird mir doch vielleicht Ihre gütige Rücksicht nicht fehlen, wenn auch seines Privatlebens mit wenigen Worten gedacht wird. Durch seine Berufung endlich in eine sorgenfreie, den Verhältnissen entsprechende Lage versetzt, hat er nun auch das Glück in seiner neuen Heimath an der Tochter des Medizinal-Raths und Professors Hagen eine Lebensgefährtin zu finden, die eine lange Reihe von Jahren hindurch mit ihm heitere und trübe Tage zu theilen, und zuletzt, als der Tod auch dieses Bündniß löste, ihm in der Stunde des Scheidens mit milder Hand den letzten Dienst zu erweisen berufen war. Wenn jemals Gelegenheit zu Theil wurde, den großen Mann in seiner gemüthlichen Häuslichkeit zu sehen, dem mußte die Herzlichkeit seines glücklichen Familienlebens ein erfreuliches Bild gewähren. Wenn seine Beobachtungen und Rechnungen es nur irgend gestatteten, so zog ihn das Herz zu den Seinigen. Der zärtliche Vater freute sich über den Fortschritt seiner Töchter und seines einzigen Sohnes in den verschiedenen Gegenständen des Unterrichts, und obgleich in unerklärlicher Weise ihm in früherer Zeit die Musik unangenehm, ja unerträglich war, so brachte er doch das Opfer sich mit ihr auszuföhnen, als die Ausbildung der Töchter diesen Unterricht zu fordern schien. Von seinem Sohne hegte er die Hoffnung, daß dieser einst den Weg betreten werde, auf welchem er selbst so weit gekommen war; leider blieb dieselbe unerfüllt. Der talentvolle Jüngling widmete sich nicht der Astronomie, sondern dem Baufache und starb 6 Jahre vor ihm, nachdem er so eben seine Prüfung als Bau-Kondukteur mit Auszeichnung bestanden hatte.

Nachdem die Sternwarte nach Bessel's Plan erbaut und mit guten Englischen Instrumenten, die später dem Münchener Meridiankreise von Reichenbach mit Fraunhofer'schem Fernrohre weichen mußten, versehen war, begann er am 12. November 1813 jene Beobachtungsreihe, die

ununterbrochen fortgesetzt bis jetzt in 33 Folio-Bänden veröffentlicht wurde. Der erste Band erschien im Jahre 1815, ich kann mir nicht versagen die Anfangsworte der Einleitung hier mitzutheilen:

„In einer Zeit, in welcher die Verhältnisse Preußens große Verbesserungen der Wissenschaften von Seiten des Staats unmöglich zu machen schienen, entstand dennoch die Sternwarte, von der die Astronomen hier die erste Abtheilung der Beobachtungen empfangen. Sie wurde in den Jahren 1811, 1812 und 1813 erbaut, in der Absicht, der Wissenschaft durch sie eine neue Hülfquelle zu eröffnen. Keine Anstrengungen wurden gespart, um dieses Ziel ganz zu erreichen. Durch wahrhaft königliche Freigebigkeit wurden alle Schwierigkeiten, so unübersteiglich sie auch erschienen, überstiegen. — Die Sternwarte ist daher ein eben so würdiges als rühmliches Denkmal des Geistes, der in Preußen selbst zu dieser Zeit herrschte, geworden. Lange blühe diese Anstalt; sie trage Früchte, und auch sie erinnere unsere Enkel an die Wohlthaten, die sie unserm großen Könige verdanken! Die Wissenschaft hat gerechte Ansprüche an die Sternwarte, die diese befriedigen muß und über kurz oder lang befriedigen wird. Denn es ist unmöglich, daß die Absicht ihrer Stiftung getäuscht werden könnte“.

Man durchzuckt nicht ein freudiges Gefühl, daß diese Worte, welche der große Himmelforscher in prophetischem Geiste aussprach, und er aussprechen durfte, in so reichem Maße erfüllt worden sind. Die Geschichte der Königsberger Sternwarte bildet einen großen Theil der neueren Astronomie überhaupt und ist bis jetzt nur erst in einzelnen Druckstücken bearbeitet worden; doch würden auch diese für den Zweck meiner Vorlesungen viel zu ausgedehnt sein. Deshalb erlaube ich mir nur diejenigen Beobachtungen zu erwähnen, die zu der Entdeckung der zahlreichen kleinen Planeten einen direkten Weg gebahnt haben. Die Musterungen des Himmels in Bezug auf die kleinsten Sterne herab und die damit verbundenen Zählungen oder Annäherungen, welche der ältere Herschel mit seinen großen Teleskopen unternahm, hatten nicht den Zweck den Ort aller jener Sterne an der Himmelskugel durch Messungen fest zu legen, auch überzeugten wir uns in einer der früheren Vorlesungen, daß die Zahlen-Angaben nur ungefähre waren und sein sollten, wie denn auch seine Mikrometer keine genauere Bestimmungen zuließen. Anders stellt sich die Aufgabe, wenn der Himmel bis zu einer gewissen Grenze herab in der Weise erforscht werden soll, daß, nachdem die Positionen der einzelnen Sterne mit hinreichender Sicherheit in einen Katalog gebracht, zu jeder Zeit die beobachteten Verter

derselben wieder aufzufinden sind. Herschel entwarf ein Bild des Fixsternhimmels im großen Ganzen, so wie Jemand auf einer Anhöhe stehend die Gegenstände, welche der Erdboden dem Auge darbietet, in Hinsicht auf Größe, Lage und Anzahl genau zu bemerken sucht, während ein Anderer die Richtung der Gesichtslinien nach den verschiedenen Punkten so anzugeben bemüht ist, daß über den Ort derselben niemals ein Zweifel entstehen kann. Wenn in jenem Falle die Schärfung des sinnlichen Organs durch ein wirkames Fernrohr ausreicht, so kann in diesem Gleiches nicht genügen, da noch ein messendes Hülfsmittel, der getheilte Gradbogen, als wesentliches Instrument mit dem beweglichen Fernrohr in Verbindung benutzt werden muß. Eine auf solche messende Beobachtungen gestützte Spezial-Kenntniß des Fixsternhimmels ist wichtig, da theils die eigene Bewegung der Gestirne, theils die Bestimmung des Ortes der kleineren Planeten und aller Kometen daraus hervorgeht. Eine Beobachtungsreihe dieser Art hatte bereits am Ende des vorigen Jahrhunderts Lalande am Mauerquadranten der école militaire in Paris ausgeführt und in der *Histoire céleste* bekannt gemacht; eine Arbeit, welche der Wissenschaft zu großem Nutzen gereichte und den jedem Astronomen unentbehrlichen Harbingschen Karten einen erwünschten Grad genäherter Vollständigkeit verlieh. Dennoch blieben in Bezug auf die kleineren Sterne noch viele Lücken unausgefüllt, die sich besonders bei den plötzlich erscheinenden Kometen sehr bemerklich machten, indem oft in der Nähe des Wandelfterns genau bestimmte kleine Fixsterne als Anschließpunkte im Katalog und in den Karten vermisst wurden.

Als der Reichenbach-Fraunhofersche Meridiankreis im Jahre 1820 nach Königsberg kam, war Bessel in den Stand gesetzt an diesem Instrumente das Unternehmen zu beginnen, welches er schon längst als zeitgemäßes erkannt hatte. Freilich ließ sich voraussehen, daß selbst das Ziel, welches er vorläufig in's Auge gefaßt, nicht ohne großen Zeitaufwand in einem den Himmelsbeobachtungen ungünstigen Klima werde zu erreichen sein, allein ein gütiges Geschick wollte ihm gewähren noch weit darüber hinausgehen zu dürfen. Er theilte den Himmel in Zonen von 2 Graden und stellte sich die Aufgabe zunächst den Gürtel von  $15^\circ$  südlicher bis  $15^\circ$  nördlicher Declination bis zu den Sternen neuerer Größe vollständig zu beobachten. Die Beobachtungszeit einer Zone war, wenn nicht trübes Wetter sie unterbrach, auf 2 Stunden festgesetzt, und in der Regel wurden an jedem klaren Abende bis tief in die Nacht hinein, mit einer halbstündigen Pause, zwei solcher Zonen beobachtet, so daß oft an einem Abende



mehr als 200 Sterne durch Messungen bestimmt werden konnten. Zählt man dazu die fortlaufenden Beobachtungen der Sonne, des Mondes, der Planeten und der Fundamentalsterne, — im Fraunhofer'schen Fernrohre sind auch die Sterne vierter bis fünfter Größe bei hellem Tage leicht bemerkbar, — und die während des Tages auszuführenden Berechnungen, so wird man einen ungefähren Begriff von der Thätigkeit erhalten, welche der durch akademische Vorlesungen und abzuhaltende wissenschaftliche Prüfungen in Anspruch genommene Königsberger Astronom entwickelte, dem noch Zeit übrig blieb in zahlreichen Abhandlungen die Resultate seiner Privatstudien niederzulegen. Als jener Gürtel glücklich beendet war, wurden die Beobachtungen auf Veranlassung der Akademie der Wissenschaften in Karten gebracht, deren Ausführung man unter viele verschiedene Astronomen vertheilte. Auf diese Weise entstanden die speciellen Himmelkarten, durch deren Vergleichung mit dem Himmel die Entdeckung der zahlreichen neuen Planeten hervorging, welche Bessel mit Bestimmtheit als eine aus den Königsberger Beobachtungen zu erwartende bezeichnet hatte. Mit Ausnahme des Neptun sind auch alle in den letzten Jahren entdeckte Planeten mit Hilfe der auf die Zonenbeobachtungen gegründeten Karten angefunden, und selbst Galle würde den Neptun ohne Beihülfe der betreffenden Karte, die von Bremiker entworfen sich damals nur noch allein auf der Berliner Sternwarte befand und noch nicht in den Buchhandel gekommen war, wenigstens nicht unmittelbar nach der Leverrier'schen Mittheilung als Planeten erkannt haben.

Der Weg, auf welchem die neuen kleinen Planeten entdeckt sind, stellt sich sogleich als ein solcher heraus, der das Vorhandensein genauer Sternbestimmungen benutzt um aus der veränderten Bewegung zu erkennen, ob das kleine Sternchen, welches sich von einem Stern neunter bis zehnter Größe äußerlich durch nichts unterscheidet, zur Fixsternwelt oder zu unserm Sonnensysteme gehört. Ein Zufall war es, der am 1. Januar 1801, als Piazzi in Palermo das Fernrohr seines Instruments nach einem bekannten Fixstern gestellt hatte, ihm zugleich in demselben einen andern kleinen Stern erscheinen ließ, dessen Ort wenigstens zu notiren, er doch nicht unterlassen wollte, da ihm noch Zeit dazu übrig blieb. Als er am folgenden Abende das Instrument auf dieselbe Stelle richtete, fand er, daß jenes kleine Sternchen jenen Ort merklich verändert hatte, und die Vermuthung, daß es ein Planet sei, wurde, da diese Bewegung sich auch an andern Abenden zeigte, zur Gewißheit. Der Anfangs bedenkliche Zufall, daß die Ceres den Astronomen verloren gegangen war, nöthigte zu ihrer Wie-

berauffindung, bei welcher Olbers am 28. März 1802 einen andern der Ceres sehr ähnlichen kleinen Stern fand, der sich auch als Planet auswies und den Namen Pallas erhielt. Mit der Anfertigung der vorhin erwähnten Sternkarten und ihrer Vergleichung mit dem Himmel beschäftigt entdeckte Harding, damals in Lilienthal, am 1. September 1804 einen dritten, die Juno. Nachdem bereits die Berechnung der Ceres- und Pallas-Bahn, wozu Gauss zuerst eine geeignete Methode erdacht hatte, erkennen ließ, daß die Entfernungen von der Sonne und die Umlaufzeiten nicht viel von einander abwichen, wurde man nicht wenig überrascht, als sich Gleiches auch bei Juno ergab. Endlich schien die Reihe der kleinen Planeten mit Vesta geschlossen, die am 29. März 1807 aufgefunden wurde, als Olbers die Gegend, wo die Bahnen der andern drei sich kreuzen, einer genauen Musterung unterwarf. Nach der vorhin gegebenen Entwicklung wird der darauf folgende Stillstand von 38 Jahren kaum noch ein Befremden erregen können. Gewiß gehörte es zu Dessel's schönsten Sonnenblicken, die ihm in den letzten durch schmerzhaftes Krankheits getrübteten Tagen seines Lebens noch zu Theil wurden, daß die vorausgesagte Entdeckung eines fünften kleinen Planeten schon am 8. Dezember 1845 wirklich erfolgte. Planmäßig hatte ein eifriger Liebhaber der Astronomie, Gendé in Driesen, sich der Erforschung des Himmels in der Absicht hingegeben um die bisherige Kenntniß des Sonnensystems zu erweitern. Mit den akademischen Sternkarten sich nicht begnügend, zeichnete er eine derselben in vierfacher Vergrößerung und trug alle Sterne bis zur eilften Größe in dieselbe ein, da sie nur die bis zur neunten enthielt; die Entdeckung der Astraea wurde der Lohn seines mühevollen Strebens; ja es gelang ihm am 2. Mai 1848 noch einen kleinen Stern als Planeten zu erkennen, welcher den Namen Hebe erhalten hat. Nun folgten die Entdeckungen anderer Planeten in verhältnißmäßig kurzen Zeiträumen, da man auch auf den Sternwarten das Auffuchen derselben zum Gegenstande der regelmäßigen Arbeiten machte. Mit glücklichem Erfolge haben besonders Hind, Astronom der Privatsternwarte des Herrn Bishop in Regents-Parck zu London, Luther in Bill bei Düsseldorf, Marth in London, Ferguson in Washington, Goldschmidt und Chacornac in Paris, Gasparis in Neapel, Pogson in Oxford ihre Bemühungen gekrönt gesehen, so daß jetzt sich die Zahl der neuen Planeten auf 42 beläuft, während bis zum Jahre 1825 nur deren 4 bekannt waren\*).

\*) Wie oben bereits bemerkt, ist die Zahl der kleinen Planeten bis jetzt, im August 1861, bereits bis auf 70 gestiegen.

Die Ähnlichkeit der Elemente dieses reichen Planetenschwarms — die Entfernungen von der Sonne sind alle sehr nahe 55 Millionen Meilen — hat in neuerer Zeit wieder an die Hypothese denken lassen, die Olbers bereits aufgestellt hatte, als nur Ceres und Pallas entdeckt waren, nämlich daß alle nur Trümmer eines großen Weltkörpers seien, der sich einst in jenem Abstände um die Sonne bewegte, und durch ein Ereigniß — etwa durch den Ausbruch von Vulkanen, die in seinem Innern wütheten — in Stücke zersprengt wurde. Die Möglichkeit eines solchen Ereignisses kann nicht bestritten werden, doch hat die Rechnung gezeigt, nachdem die Ceres- und Pallas-Bahn bekannt waren, daß der kleine Abstand, welcher allerdings zwischen beiden Bahnen an demjenigen Punkte statt fand, wo jene sich über diese erhebt, nicht im Zunehmen sondern im Abnehmen war. Daraus folgte, daß die Bahnen auf einen wirklichen Schnitt zugehen, nicht aber von einem solchen ausgehen, welches letztere der Olbers'schen Hypothese eines einzigen Planeten, also auch nur einer Bahn günstig gewesen wäre; — die Distanz ist ehemals größer gewesen als sie jetzt ist. Nach derselben Rechnung erhält man das Resultat, daß ein wirklicher Schnitt der beiden Bahnen, in welchen Ceres und Pallas sich bewegen, etwa im Jahre 3397 erfolgen wird. Freilich wird auch früher einmal schon ein solcher Schnitt stattgefunden haben, allein aus dem Gange der Zahlen, welche den berechneten Unterschied ergeben, läßt sich wenigstens schließen, daß dies nur zu einer viele Jahrtausende entfernten Epoche könne möglich gewesen sein. Wenn man also jene Hypothese über den Ursprung der kleinen Planeten, welche die Lücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllen, annehmen will, so fällt derselbe nothwendig in eine noch gar nicht zu berechnende Ferne vor die Zeit, bis zu welcher unsere Geschichte reicht. Diese Berechnung stimmt auch damit gut überein, daß die ältesten Beobachter, welche stets den Planeten eine besondere Aufmerksamkeit zuwandten, nichts von einem mit bloßem Auge sichtbaren sechsten und nur der fünf Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn erwähnen. — Die außerordentliche Kleinheit des scheinbaren Durchmessers der neuen Himmelskörper — sie zeigen sich oft nur als Sterne zehnter Größe, bisweilen noch kleiner — veranlaßte Anfangs einige Astronomen und unter diesen sogar den älteren Herschel, ihnen ihren Rang als integrierende Theile der Planetenwelt streitig zu machen, man nannte sie daher auch nur Asteroiden; da sie aber in geschlossenen Bahnen sich um die Sonne bewegen, wie die andern, und man den im Verhältniß zum Jupiter doch nur kleinen Mars als Planeten gelten läßt, so ist eine solche Unterschei-

bung durch nichts gerechtfertigt. Die genaue Bestimmung ihres körperlichen Inhalts unterliegt großen Schwierigkeiten; was die populären Schriften darüber gewöhnlich angeben, ist nur mit Vorsicht als wahr anzunehmen. So ist der Durchmesser der Juno entschieden viel kleiner als 300 oder gar 360 Meilen; die wenigsten dürften einen Durchmesser von mehr als 100 bis 150 besitzen. Setzen wir denselben auch, im Durchschnitt sicher schon zu groß, auf 172 geogr. Meilen, so würde ihr körperlicher Inhalt doch nur den tausendsten Theil von unserm Erdkörper betragen, und könnten sich aus unserer Erde 1000 jener kleinen Planeten formen lassen. Nimmt man an, daß der Planet, als dessen Fragmente die obige Hypothese sie hinstellt, vor seiner Zersprengung den zehnten Theil des Erdkörpers betragen hat, also noch kleiner als Mars gewesen sei, der, wie in der letzten Vorlesung angegeben wurde, 7 mal kleiner als die Erde ist, so würde man auf die Anzahl von etwa 100 vorhandenen kleinen Planeten schließen dürfen; eine Annahme, die nichts Unwahrscheinliches hat, da es sehr wohl möglich ist, daß die Zahl der bekannten leicht noch durch eine eben so große im Laufe der Zeit vermehrt werden kann.

Die Königsberger Zonenbeobachtungen wurden, nachdem der Gürtel von 30 Graden beendet war, noch bis 45° nördlicher Declination fortgesetzt. Die Zahl sämmtlicher Beobachtungen kleiner Sterne beläuft sich auf 75,011. Wenn einst auch diese in Karten gebracht sein werden, so ist von der Benutzung derselben ein Fortschritt unserer Kenntniß des Himmels zu erwarten, der den bisherigen noch weit übertreffen dürfte. Am 19. August des Jahres 1821 wurde die erste, am 21. Januar 1833 die letzte Zone beobachtet.

Wenngleich die hier betrachtete reichhaltige Gruppe dem bloßen Auge nicht bemerkbarer Körper unseres Sonnensystems selbst dem bewaffneten Organe keinen überraschenden Anblick gewährt, so ist doch die Wissenschaft durch jene Entdeckungen schon jetzt mächtig gefördert und der menschliche Scharfsinn durch versuchte und gelungene Lösung schwieriger Probleme geprüft worden. Bereits in einer früheren Vorlesung ist hervorgehoben, wie die Bewegungen der Planeten, durch gegenseitige Anziehung, welche sie auf einander äußern, gestört, und die Keplerschen Gesetze modificirt werden, so daß nach Newton's großer Entdeckung sich ein früher nicht gekanntes Feld der mathematischen Analysis eröffnete. Der große Planet, der jetzt in den Abendstunden am Himmel thronet, der mächtige Jupiter, läßt seine Anziehungskraft nicht spurlos an andern Gliedern des Sonnensystems vorübergehen, wenn sie in seinen Wirkungskreis treten, und

behauptet einen merklichen Einfluß auf ihre Bewegung. Diesen zu ermitteln ist besonders bei den kleinen Planeten eine unabweisbare Forderung, welche nur durch Anwendung solcher Rechnungs-Vorschriften befriedigt werden kann, die auf tiefe theoretische Untersuchungen gestützt sind. Aber so wie er seine Anziehungskraft auf benachbarte Himmelskörper äußert, zwingt er auch die sein Gefolge bildenden Trabanten ihn in geschlossenen Bahnen zu begleiten. Ist doch schon ein nur mäßig vergrößertes Fernrohr von geringer Lichtstärke ausreichend, um erkennen zu lassen, daß sich hier eine kleine gesonderte Welt unsern Blicken erschließt, ein Abbild des großen Sonnensystems. Wenn schon bald nach der Entdeckung des Jupiter-Systems der kühnen Hypothese des Copernicus eine Stütze zu Theil wurde, da man wie in einem Verkleinerungs-Spiegel in der Ferne des weiten Weltraumes Bewegungen um einen Centalkörper sich ereignen sah, die den gemuthmaachten sämtlicher Planeten um die Sonne analog waren, so hat eine genauere und anhaltende Beschäftigung im Laufe der Zeit eine kaum gehoffte Bestätigung des allgemeinen Gravitations-Gesetzes herbeigeführt, auch eine Geschwindigkeit messen lassen, die man früher als unendlich groß anzunehmen genöthigt war. Sowie aus der wechselseitigen Anziehung der Planeten selbst Perturbationen entstehen, eben so stören sich die Jupiter-Trabanten gegenseitig, nur mit dem Unterschiede, daß sich hier, in einer kleineren Planetenwelt, die Erscheinungen viel rascher folgen, als in der großen. Was bei den viel größeren Abständen und viel langsameren Bewegungen der Planeten erst im Laufe von Jahrtausenden hervortritt, verräth sich hier schon in der Bewegung der Jupiter-Trabanten nach Jahrzehnten. Während demnach die Voraussagungen der Wissenschaft über die wichtigsten Veränderungen im Planetensystem zum Theil noch des Beweises durch wirkliche Beobachtungen entbehren, zeigt uns der Blick auf jenes isolirte Weltgebäude, daß die mathematische Analysis in ihrer Anwendung auf die Newton'sche Lehre auch zur Erkenntniß der wahren Verhältnisse gelangt ist, die in Folge des allgemeinen Gesetzes einst im Sonnensystem eintreten, und in Perioden von Jahrtausenden sich wiederholen müssen. Die Kürze des irdischen Daseins sollte, so scheint es beschlossen zu sein, dem Menschen die Freude nicht rauben, eine kühne und tief gedachte Geistes-Arbeit durch Zustimmung der Natur als gelungen erkennen zu dürfen.

Der Hauptkörper des gesonderten Systems braucht, um seine Bahn um die Sonne zu vollenden, beinahe 12 Jahre (11 Jahre 314 Tage 20 Stunden 2 Minuten 7 Sekunden). Seine größte Entfernung von der

Sonne beträgt über 112 Millionen Meilen, die mittlere über 107, die kleinste noch über 102 Millionen Meilen. Von der Erde kann er sich bis auf 133 Millionen Meilen entfernen, wogegen sein kleinster Abstand von ihr nur 82 Millionen Meilen beträgt. Sein wahrer mittlerer Durchmesser — die Kugel ist nämlich stark abgeplattet — ist 19294 geographische Meilen, also mehr als 11 Erddurchmessern gleich. Die starke Abplattung an seinen Polen, die sich dem aufmerksamen Beobachter schon ohne Messungen, in Folge bloßer Anwendung des Augenmaßes kund giebt — der Polar-Durchmesser ist nämlich um  $\frac{1}{17}$  kleiner als der Aequatorial-Durchmesser — findet in der großen Geschwindigkeit ihre Aufklärung, mit welcher jener Koloss, der mehr als 1400 Erdkugeln in sich aufnehmen könnte, um seine Aze rotirt, wenn man die wahrscheinliche Annahme gelten läßt, daß auch er sich bei seiner Erschaffung in flüssigem Zustande befand. Während die Erde in 24 Stunden eine Umdrehung macht, braucht er dazu noch nicht volle 10 Stunden (9 St. 55'). Es ist ganz überflüssig dieses Element genauer anzugeben, da seine Bestimmung, die sich wie bei andern Planeten und der Sonne ebenfalls auf Verschattung gewisser Flecken gründet, die aber hier äußerst schwierig ist, einer absoluten Schärfe zur Zeit noch entbehrt; so viel ist aber gewiß, daß diese Rotationsbewegung nicht viel langsamer vor sich geht, als die Umdrehung um die Sonne. Die Masse des Jupiter ist nach der Sonnenmasse für das Planetensystem und die Berechnung der Störungen das wichtigste Element. Eine Anwendung des dritten Kepler'schen Gesetzes auf zwei Systeme mit zwei verschiedenen Centralkörpern, von denen jeder von einem oder mehreren Planeten umkreist wird, bietet ein erwünschtes Hülfsmittel um das Verhältniß der Massen beider Centralkörper zu finden, also, wenn die Masse des einen bekannt ist, die andere zu berechnen. Aus der bekannten Entfernung Jupiters von der Sonne und seiner Umlaufzeit, aus der bekannten Entfernung eines Trabanten von seinem Centralkörper, der für jenen die Stelle der Sonne vertritt, und der Umlaufzeit dieses Trabanten um ihn hat man das Verhältniß der Sonnenmasse zu der des Jupiter berechnen können; die Rechnung hat ergeben, daß diese Masse 1048 mal kleiner als die der Sonne ist, d. h. 1048 Jupiters-Kugeln wägen zusammen so viel wie die eine Sonnenkugel. Hieraus läßt sich auch leicht die Dichtigkeit des Jupiter ermitteln, da sein körperlicher Inhalt bekannt ist. Diese fand sich etwas kleiner als  $\frac{1}{2}$  der Erddichtigkeit, also nahe gleich der Dichtigkeit der Sonne, welche der des Wassers ziemlich gleich kommt. Die Dichtigkeit Jupiters, der sich durch seine ganze

Erfcheinung als fester und nicht von einer bedeutend hohen Flüssigkeit umgebener Körper darstellt, wogegen schon die Schärfe seiner Ränder streitet, ist daher ziemlich gleich zu setzen der des Nußbaum- oder des Ebenholzes.

So wie die Stellung der Erdoze gegen die Erdbahn die Länge unserer Tage und Nächte bestimmt, ist dies offenbar auch in ähnlicher Weise bei andern Planeten der Fall. Nun steht aber die Jupiter-Axe beinahe senkrecht auf seiner Bahn, sie weicht nur 3 Grade 6 Minuten von dieser Lage ab, während bei der Erde diese Abweichung mehr als 7 mal so groß ist, also muß auf jenem Planeten in allen seinen Jahreszeiten im Durchschnitt Tag und Nacht gleich sein; nur 4 Stunden und 58 Minuten weilt dort die Sonne über, eben so lange unter dem Horizonte. Aus demselben Grunde kann auf dem Jupiter im Allgemeinen keine der unstigen ähnliche Veränderung der Jahreszeiten eintreten; höchstens ganz in der Nähe der beiden Pole. An diesen selbst wird die Sonne während einer Zeit von sechs Erdenjahren doch höchstens nur in so kleiner Höhe gesehen, daß sie vom Horizonte nur etwa um eine halbe Handbreite absteht, worauf dann wieder eine sechsjährige Nacht folgt, und so fort. Am Aequator dagegen muß sich die Sonne um Mittag im Scheitelpunkte oder nahe demselben zeigen. So war für die Allmacht des Schöpfers die Stellung einer geraden Linie im Weltraume hinreichend, um für einen Himmelskörper, der in der Reihe der Hauptplaneten auf den in der letzten Vorlesung betrachteten Mars folgt, durchaus andere Verhältnisse herbeizuführen, als diejenigen sind, unter welchen den Erdbewohnern das Dasein innerhalb weiter Zonen nicht nur erträglich, sondern auch angenehm wird. Welche Mannigfaltigkeit des Organismus lebender, von uns nicht gekannter Wesen stellt sich der Einbildungskraft dar, wenn wir den Blick zum Himmel richtend von dem Gedanken überrascht werden, daß jener Planet, der nahe an anderthalbtausend Erdkörper in sich aufnehmen könnte, vielleicht nicht unbewohnt sei; aber die scheue Frage verstummt, denn ihr gegenüber schweigt die Natur und läßt uns ahnen, wie gefährlich ein Forschen sein könnte, zu welchem dem Sterblichen die Berechtigung zu fehlen scheint.

Anderer Art als die Flecken auf der Oberfläche des Mars und mehr sich denen der Sonne nähernd sind die, welche Jupiter zeigt. Schon im Jahre 1665 bemerkte Cassini einen Flecken, der 26 Jahre hindurch von gleicher Farbe und in gleichem Umrisse sichtbar blieb. Sie scheinen nicht der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören; bisweilen sind sie kleinen,

mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Der Kern ist vermuthlich ein Theil der Planetenoberfläche selbst. Auch eine Theilung derselben wie bei den Sonnenflecken hat man an ihnen bemerkt. — Ein mächtig vergrößerndes Fernrohr läßt schon in der Aequatorial-Zone des Jupiter zwei breite Hauptstreifen oder Gürtel von grauer oder braun-grauer Farbe erkennen, welche gegen die Ränder blasser werden und endlich ganz verschwinden. Ihre Bewegungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren ganz hellen Aequatorialstreifen geschieden. Auch gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit vielen schämmleren, blasserem, öfter unterbrochenen, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. Die wahrscheinlichste Erklärung derselben ergibt sich, wenn man eine durch Wolkenschichten theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, vielleicht als Folge von Passatwinden, dunstleer und durchsichtig ist. Da, wie auch des älteren Herschel bereits vor 60 Jahren gemachte Beobachtungen annehmen lassen, die Wolktoberfläche ein intensiveres Licht zurückwirft als die Oberfläche des Planeten, so muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft sehen, dunkler erscheinen, als die vieles Licht zurückstrahlenden Wolkenschichten. Deshalb wechseln dunkle und helle Streifen mit einander; befinden sie sich im Mittelpunkte der Jupiter-Scheibe, so sehen wir gerade auf sie, bestuden sie sich an den Rändern, so ist die Gesichtslinie schräg; im letztern Falle geht aber dieselbe durch eine größere, dickere Masse und mehr Licht zurückwerfende Luftschichten, mithin müssen wir, wie auch der Fall ist, an den Rändern die dunkeln Flecken weniger dunkel als in der Mitte des Planeten sehen.

Nachdem wir den Hauptkörper in Beziehung auf seine Bewegung, Größe und eigenthümliche Beschaffenheit untersucht haben, wird sich diesen Betrachtungen in der nächsten Vorlesung die Darstellung der merkwürdigen Eigenschaften anschließen, welche die vier Begleiter in ihren Bewegungen zeigen. So schätzenswerth auch die früheren Beobachtungen über das genannte System immerhin sind, eine neue Epoche wurde auch in diesem Theile der Astronomie durch Arbeiten auf der Königsberger Sternwarte begründet, welche in einer großen Abhandlung im zweiten Bande von Bessels astronomischen Schriften niedergelegt sind. Und so bin ich denn veranlaßt, am Schlusse des heutigen Vortrages den Namen zu wiederholen, mit welchem ich zu beginnen mir gestattet habe.



## Behnte Vorlesung.

Die Trabanten des Jupiter. — Heliometer. — Geschwindigkeit des Lichts. —  
Aberration der Fixsterne. — Fizeau's Versuch. — Geschwindigkeit  
der Electricität. — Saturn.

---

Als Galilei sein Fernrohr nach dem Jupiter richtete, der für das bloße Auge bekanntlich nur den Anblick eines hellen, im Gegensatz zu den Sternen erster Größe ruhig, nicht flimmernd glänzenden Punktes darbietet, war er nicht wenig überrascht eine sehr kennliche Scheibe zu sehen und in der Nähe derselben vier beinahe in gerader Linie stehende, kleine, durch lebhaftes Licht sich auszeichnende Sterne; — er wollte einen Stern betrachten und entdeckte ohne es zu ahnen eine Welt, die wir in der neunten Vorlesung als ein Abbild des Sonnensystems bezeichnet haben, — eine Welt, die jene allgemeine Gesetze der Anziehungskraft einst bestätigen und die Geschwindigkeit, von welcher Descartes und seine Schüler behauptet hatten, daß sie unendlich groß sei, auf ein bestimmtes Maas zurückführen sollte. Auch in diesem Systeme gelten die Kepler'schen Gesetze insofern, als sie wie im großen Planetensysteme nur durch die gegenseitigen Störungen der vier Trabanten modificirt werden. Die Bahnen sind dem Kreise sich sehr annähernde Ellipsen, in deren einem Brennpunkte sich der Hauptplanet befindet, den Rang einnehmend, welcher in unserem großen Systeme der Sonne selbst zu Theil wurde. Die Trabanten beschreiben nicht weniger nach dem zweiten Kepler'schen Gesetze um den Jupiter in gleichen Zeiten nahe gleiche Flächenräume, als die Erde und die andern Planeten während ihrer Bewegung um die Sonne, auch verhalten sich nach dem dritten jener Gesetze die Quadrate der Umlaufzeiten zu einander, wie die Würfel der mittleren Entfernungen vom Centrakörper. „Achtzig Jahre sind verfloßen“, so rief schon Kepler den

Stimmführenden jenseits der Alpen zu, „in denen des Copernicus Lehre von der Bewegung der Erde und von der Ruhe der Sonne ungehindert gelesen wurde, weil man für erlaubt hielt, über natürliche Dinge zu disputiren und die Werke Gottes zu beleuchten; und jetzt, da neue Dokumente zum Beweise der Lehre aufgefunden sind, Dokumente, welche den geistlichen Richtern unbekannt waren, wird die Verbreitung des wahren Systems vom Weltbau bei Euch verpönt“. Diese Worte bezeugen, wie er durchdrungen von der Wahrheit der neuen Lehre des Thorer Astronomen in der Analogie eines fernen Systems, wo die Bewegungen der Satelliten um einen Hauptkörper nicht nur gemuthmaßt, sondern gesehen werden konnten, eine mächtige Stütze erkannte für eine Wahrheit, die in Bezug auf die Erde das Zeugniß der Sinne allerdings gegen sich hatte. Freilich bewiesen war jene Lehre noch nicht durch die Entdeckung der Jupiter-Welt, sondern nur wahrscheinlich gemacht, aber nachdem wieder ein Jahrhundert vergangen war, gab die Entdeckung und Erklärung der Aberration durch die aus den Verfinsterungen der Jupiter-Trabanten abgeleitete Lichtgeschwindigkeit den strengen Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne, so daß man diesen, wenn auch mittelbar, doch dem genannten isolirten Jupiter-Systeme zu danken hat.

Die wahren Abstände der Trabanten drückt man gewöhnlich in Theilen aus, von welchen jeder die Größe des Halbmessers des Jupiter beträgt. Da, wie in der letzten Vorlesung angegeben wurde, der mittlere Durchmesser der Jupiter-Kugel 19294 Meilen, der Halbmesser also 9647 Meilen groß ist, so läßt sich aus der Anzahl der Halbmesser, welche auf einen Abstand eines Trabanten vom Mittelpunkte des Hauptkörpers gehen, der wahre Abstand leicht berechnen. Diese Abstände sind für die vier Trabanten durch die Zahlen 6, 10, 15, 27 der Reihe nach gegeben; so beträgt z. B. die wahre Entfernung des vierten 27 Jupiters-Halbmesser also 27mal 9647 Meilen oder 260469 Meilen, während der Abstand unseres Mondes von der Erde nur etwa 50tausend Meilen groß ist, also noch weniger als  $\frac{1}{5}$  jener Entfernung. Die Umlaufzeiten betragen der Reihe nach für den ersten Trabanten 1 Tag 18 Stunden, für den zweiten 3 Tage 13 Stunden, für den dritten 7 Tage 3 Stunden und erst für den vierten 16 Tage 16 Stunden, etwas mehr als einen halben unserer Monate. Obgleich die vier Sterne nur unter sehr kleinen Winkeln erscheinen, so hat man doch die wahren Dimensionen dieser Körper zu bestimmen gesucht. Der Durchmesser des ersten ist 529 Meilen, des zweiten 475, des dritten, welcher der größte ist, 776 Meilen, des vierten

endlich 664 Meilen. Der dritte Jupiter-Trabant ist also ungefähr so groß als der eilfte Theil unseres Erdkörpers, also doch etwa  $4\frac{1}{2}$  mal größer als unser Mond.

Wie es bei wichtigen Entdeckungen so häufig der Fall ist, daß die Priorität derselben von mehreren Personen in Anspruch genommen wird, geschah es auch hier. Die Geschichte der Wissenschaft würde in dieser Beziehung einer sichern Grundlage entbehren, wenn man nicht jetzt darüber so ziemlich einig geworden wäre, denjenigen als den Entdecker anzuerkennen, der zuerst seine Wahrnehmung publicirt hat. So ist denn auch Galilei hier als solcher zu betrachten, denn der Mathematiker und Arzt Simon Meyer zu Anspach, welcher nach der damaligen Sitte seinen Schriftsteller-Namen latinisirend in Simon Marius umwandelte, hatte allerdings schon einige Zeit vor dem 7. Januar 1610 die Jupiter-Trabanten bemerkt, machte jedoch seine Entdeckung erst 1614 bekannt. Er nannte diese kleinen Gestirne dem Markgrafen von Brandenburg zu Ehren, in dessen Diensten er stand: die Brandenburgischen Sterne, und anstatt sie, wie jetzt allgemein geschieht, mit den Zahlen 1, 2, 3, 4 zu bezeichnen, gab er ihnen die Namen Io, Europa, Ganymed und Callisto, während Galilei aus ähnlichen Rücksichten gegen das Haus der Mediceer einigen Trabanten sogar zwei Namen beilegte. Bei ihm heißt der erste Trabant Catharina oder Franciskus, der zweite Maria oder Ferdinandus, der dritte Cosmos der ältere, der vierte Cosmos der jüngere. Wichtigere als solche längst vergessene Spielereien, durch welche der Eitelkeit der Großen wohl nur wenig geschmeichelt wurde, ist der Umstand, daß Galilei die Umlaufzeiten bestimmte aus den Verfinsterungen, welche sie beim Eintritt in den Schattenkegel des Jupiter erleiden, und die Beobachtungen dieser zur Bestimmung der geographischen Länge auf dem Meere in Vorschlag brachte, obgleich auf dem schaukelnden Schiffe jene Methode in der That unanwendbar und deshalb auch nicht in Gebrauch gekommen ist. Wäre er mit den Schwierigkeiten, welche solche Beobachtungen, die ein fest aufgestelltes Fernrohr fordern, durch eigene Versuche vertraut gewesen, so würden die Vorschläge, welche er dem Spanischen Hofe und später den Generalstaaten von Holland zur Bestimmung der Meereslänge machte, wohl weniger großartig ausgefallen sein und die erfolgte Ablehnung derselben ihn nicht betrübt haben.

Lange Zeit hindurch hat die hin und wieder ausgesprochene Behauptung, daß einzelne mit besonders scharfem Gesichtssinne begabte Personen die Jupiter-Trabanten auch ohne Fernrohr gesehen hätten, sehr begrün-

bete Zweifel erregt, bis ein im Jahre 1837 in Breslau verstorbener Schneidermeister, Namens Schön, solche beseitigte. Der frühere Direktor der dortigen Sternwarte v. Boguslawski ist eine nicht zu verwerfende Autorität für die seltene und bewundernswürdige Sehkraft, deren jener sich wirklich zu erfreuen hatte. Boguslawski sagt in einer brieflichen Mittheilung an Humboldt darüber Folgendes: „Nachdem man sich mehrfach seit 1820 durch ernste Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren mondlosen Nächten Schön die Stellung von Jupiter-Trabanten, selbst von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihm von den Ausstrahlungen und Sternschwänzen sprach, die Andere zu hindern scheinen ein Gleiches zu thun, äußerte Schön seine Verwunderung über jene hindernden Ausstrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwischen ihm und den Umstehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden: dem Schön seien Planeten und Fixsterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erschienen. Am besten sah er den dritten Trabanten (also den größten von allen), auch wohl den ersten, wenn er gerade im scheinbar größten Abstände vom Jupiter war; nie aber sah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günstiger Luft erschienen ihm die Trabanten bloß als schwache Lichtstreifen. Kleine Fixsterne, vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes verwechselte er nie mit Trabanten. Einige Jahre vor seinem Tode klagte er, daß seine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupiter-Monden reichten, und daß sie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als lichte schwache Striche bezeichnen“. Die Richtigkeit der gemachten Erfahrung könnte, wenn es bei so überwiegender äußerlicher Wahrscheinlichkeit noch innerer Gründe bedürfte, dadurch eine Bestätigung erhalten, daß er den dritten Trabanten als den größten am besten sah, den zweiten und vierten aber nicht allein; jener ist der kleinste von allen, dieser zwar nächst dem dritten der größte und fernste, aber da er ähnlich den veränderlichen Fixsternen, periodisch dunkler und heller wird, auch trotz seiner Größe von allen sich als lichtschwächsten zeigt, so erklärt sich der Umstand, daß jene beiden ihm verborgen blieben, in ganz natürlicher Weise.

Daß diese Trabanten ein intensiveres Licht entwickeln, als man bei ihrer Kleinheit und großen Entfernung von der Erde erwarten sollte, geht schon daraus hervor, daß sie mit sehr mäßig vergrößernden Fernrohren gut zu sehen sind, auch haben genaue Versuche ergeben, daß die Licht-Intensität der Jupiter-Scheibe bisweilen hinter der ihrigen zurückbleibt. Da

sie um ihn ihre Bahnen beschreiben, so ist die Möglichkeit denkbar, daß sie zu Zeiten durch den Hauptkörper unsern Blicken ganz entzogen werden, und der Planet sich ohne Begleiter zeigt, so sah ihn wirklich der französische Astronom Molinaur im November 1681, William Herschel am 23. Mai 1802 und zuletzt Griesbach am 27. September 1843. Diese Unsichtbarkeit ist nicht mit der durch das Eintreten der Verfinsterungen entstandenen zu verwechseln, auch liegt in der Natur der Umlaufsbewegung, daß niemals alle vier zugleich verfinstert werden können. Wie die Verfinsterungen der Jupiter-Trabanten eine unserer Mondfinsternisse ganz ähnliche Ursache haben und wirkliche Verdunkelungen der in den Schatten, welchen jener Planet wirft, eintretenden Begleiter sind, nur mit dem einzigen Unterschiede, daß sie sich viel häufiger ereignen als die unseres Mondes, so finden auch auf dem Jupiter ganz wie bei uns Sonnenfinsternisse statt, dann nämlich, wenn man den Trabanten auf der Scheibe erblickt. Bei günstigem Zustande unserer Atmosphäre sieht man dann den Trabanten seinem Centrakörper vorüberziehend als grauen Punkt, und bemerkt sogar deutlich den Schatten, welchen er auf die Oberfläche desselben wirft, so daß für diejenigen Stellen, über welche er hinstreift, eine totale Sonnenfinsternis eintritt. Während eines Umlaufes des Jupiter um die Sonne ereignen sich auf diese Weise 4400 Mond- und eben so viele Sonnenfinsternisse.

Die Kleinheit der vier Jupiter-Monde, die im Fernrohre sich nur wie Sterne sechster bis siebenter Größe zeigen, hat nicht gehindert ihre Massen zu bestimmen; es sind diese auf dem Wege der Theorie ermittelt worden aus den gegenseitigen Anziehungen. Das ganze System ist nicht nur in Beziehung auf seinen überraschenden Anblick, sondern auch und vielleicht noch mehr wegen der Gesetze der in ihm vorkommenden Bewegungen merkwürdig. So wie sich bei unserem Monde herausstellte, daß er in derselben Zeit, in welcher er einen Umlauf um die Erde vollendet, sich genau einmal um seine Ase dreht, woher es kommt, daß wir mit Abrechnung der Libration stets nur eine Hälfte unseres Begleiters sehen, ist dasselbe auch für die Monde des Jupiter der Fall; jeder dreht sich nach Herschel's; des älteren, sorgfältigen auf Wahrnehmung eines periodischen Lichtwechsels gegründeten Beobachtungen ebenfalls einmal um sich selbst genau in der Zeit, in welcher er einen Umlauf vollendet. Die vorhin angegebenen Umlaufzeiten der Trabanten um ihren Hauptkörper sind daher mit der Zeit ihrer Rotation von gleicher Größe, so daß für den ersten dieselbe 6 Stunden weniger als zwei Erdentage, für den

vierten aber 8 Stunden weniger als 17 Tage, also über einen halben unserer Monate beträgt. Die Bewegungen des ersten, zweiten und dritten bieten die merkwürdigsten Beziehungen dar, indem hier gegenseitige Relationen statt finden, die sich vollkommen genau auf ganze Zahlen zurückführen lassen. Solche völlig genaue numerische Uebereinstimmung muß mit Recht in Erstaunen setzen und die Frage laut werden lassen, weshalb gerade hier bei der Erschaffung Verhältnisse in aller Strenge festgehalten wurden, die im Weltraume uns sonst nirgends entgegentreten. Aber so wie die Fernröhre die sinnliche Auffassung geläutert und eine tiefe Einsicht in den Organismus des Weltbaues gefördert haben, so verdanken wir einem geistigen Werkzeuge nicht geringere Entdeckungen. Laplace ist es gelungen, durch theoretische Untersuchungen, die auf mathematischer Gedanken-Entwicklung beruhen, jene geheimnißvollen Phänomene in der Einrichtung des Weltsystems insofern zu entschleiern, als er nachwies, daß der überraschende ganz einfache Zusammenhang zwischen getrennt scheinenden Elementen ursprünglich nicht in aller Schärfe, sondern nur angenähert erfüllt zu sein brauchte, indem die gegenseitige Anziehung der Trabanten genügte, um im Laufe der Zeit das wahrgenommene Gesetz so hervortreten zu lassen, wie es gegenwärtig besteht und nun für immer sich erhalten muß. Wir erstaunen vor den Riesenschritten, welche die beobachtende Astronomie gemacht hat, die uns in die Systeme ferner Fixsternwelten bis zu den schwächsten Nebelflecken eindringen ließ, aber wir stehen in Entzücken verloren vor den Entdeckungen, die gleichzeitig von dem stillen Arbeitszimmer des großen Mathematikers ausgingen, der kein Fernrohr benutzend das geistige Auge zum Himmel emporschlug.

Von dem Wunsche erfüllt diese Andeutungen, wenn auch wir einigermaßen zu erläutern, kann ich mir nicht versagen, eines jener Gesetze hier anzuführen. Man versteht unter mittlerer Bewegung eines Planeten um die Sonne oder eines Trabanten um seinen Centrakörper den Winkel, welchen derselbe in einem Tage zurücklegen würde, wenn er sich um seinen Centrakörper mit gleichförmiger Geschwindigkeit, und dabei nicht, wie es wirklich stattfindet, in einer Ellipse sondern in einem Kreise bewegte. Kennt man also, um bei dem vorliegenden Falle stehen zu bleiben, die Umlaufzeit eines Jupiter-Trabanten, so ergiebt sich seine mittlere Bewegung, indem man einen Kreis, also 360 Grade, in so viele gleiche Theile zerlegt, als diese Umlaufzeit Tage enthält. Der dritte Trabant braucht, wie wir gesehen haben, 7 Tage 8 Stunden. Lassen wir hier der Einfachheit wegen die Stunden weg, und nehmen an, er bewege sich in 7 Tagen

um den Jupiter; dann würde seine mittlere Bewegung dem siebenten Theile von  $360^\circ$  also einem Winkel von  $51^\circ 4'$  gleich sein. Nachdem dieser Begriff festgestellt ist, wird sich nun leicht die Bedeutung des folgenden merkwürdigen Gesetzes ergeben: „Die mittlere Bewegung des ersten Trabanten, vermehrt um die doppelte mittlere Bewegung des dritten, ist genau gleich der dreifachen mittleren Bewegung des zweiten“. Während dieses und andere Gesetze in aller Strenge sich als vollkommen genau bewähren, giebt es noch ein anderes beachtungswerthes, es bezieht sich auf die Umlaufzeiten und erleichtert die Vorausberechnung der Finsternisse; es lautet: „247 Umläufe des ersten Trabanten dauern so lange wie 123 des zweiten, wie 61 des dritten, wie 26 des vierten. Daraus folgt, daß nach einer Periode von 437 Tagen und 4 Stunden sich für die Trabanten in Hinsicht auf ihre Stellungen zu einander immer derselbe Zustand erneuert, also auch ihre Verfinsterungen und ihre Vorübergänge vor der Jupiterzscheibe in der angegebenen Zeit wiederkehren müssen. Dieses Gesetz unterscheidet sich jedoch von dem vorhergehenden wesentlich; es ist nämlich nicht in aller Strenge, sondern nur annähernd richtig, und darf nicht mit ihm in dieselbe Kategorie gesetzt werden, da ihm das Befremdende einer mathematisch genauen Uebereinstimmung abgeht.“

Unsere Kenntniß der Jupiter-Welt hat in wissenschaftlicher Hinsicht die sicherste Basis erhalten durch die bereits in der neunten Vorlesung angeführten Beobachtungen auf der Königsberger Sternwarte während der Zeiten von 1833 — 39. Die scheinbaren Abstände der Trabanten sind mittelst des Heliometers mit einer Genauigkeit gemessen, welche diejenige aller früheren Versuche weit übertrifft. Da dasselbe große Instrument auch zur Bestimmung der Doppelsterne und der Satelliten des Saturn und seines Ringes benutzt wurde, so erlaube ich mir hier das Prinzip, worauf es gegründet ist, in so weit anzugeben, als ein Einblick in die angewandte Methode dadurch gewonnen werden kann. Das in einem besonders dafür erbauten, mit einer Drehtoppel versehenen Thurme aufgestellte große Fraunhofersche Fernrohr ist nach allen Richtungen beweglich und mit den erforderlichen getheilten Kreisen in der Weise verbunden, daß es auf jeden beliebigen Punkt des Himmels, gleichviel ob am Tage oder während der Nacht — es zeigt nämlich bei hellem Tage noch Sterne sechster Größe — eingestellt werden kann, so daß ein zu beobachtendes Gestirn, dessen Lage am Himmel man beiläufig kennt, zu der vorausbestimmten Zeit sogleich im Gesichtsfelde erscheint. Die bekannte Unbequemlichkeit, daß die tägliche Bewegung sehr bald den Stern durch jenes hin-

durchführt, und man stets mit dem Fernrohr nachzurücken genöthigt ist, um ihn im Gesichtsfelde zu behalten, findet nicht statt, da ein angebrachtes Uhrwerk, welches nur aufgezogen zu werden braucht, dem Instrumente ohne Zuthun des Beobachters die erforderliche Bewegung ertheilt, das Gestirn also im Fernrohr fast an seiner Stelle verbleibt; eine Einrichtung, welche, wie man sogleich sieht, nicht wenig zur Sicherheit der anzustellenden Messungen beiträgt. Das Objektiv ist in zwei Hälften durchschnitten, welche an einander verschiebbar und mit einem Meßapparate versehen sind. Verschiebt man die Hälften des Objektivs nicht, so sieht man das Gestirn wie durch ein gewöhnliches Fernrohr einfach, verschiebt man es aber, so treten zwei Bilder hervor, indem jede Objektiv-Hälfte für sich ein Bild giebt. Richtet man das Fernrohr nach dem Jupiter, so zeigt sich in gewöhnlicher Stellung beider Objektivhälften nur ein Bild des Planeten und von jedem der vier Trabanten auch nur ein solches. Will man nun den scheinbaren Abstand eines Trabanten, etwa des dritten vom Jupiter messen, so verschiebt man die eine Hälfte, und sowohl der Jupiter als der Trabant zeigen jeder sich doppelt, so daß, von den andern Trabanten abgesehen, im Ganzen vier Bilder entstehen. Es ist nun aber leicht, eines der beiden Bilder des Jupiter mit einem der beiden Bilder des dritten Trabanten zur Deckung zu bringen, und darin besteht die ganze Operation; die Ableseung des am Objektiv befindlichen Meß-Apparats giebt nämlich an, um wieviel man die beiden Hälften an einander verschoben hat, und aus der Anzahl seiner Theilstriche läßt sich dann berechnen, um wie viel Sekunden man verschoben hat d. h. um wie viel Sekunden die beiden nahen Gegenstände von einander scheinbar entfernt sind. — Da man Nachts nicht nöthig hat das Gesichtsfeld zu erleuchten, wie bei den Faden-Mikrometern, um die beiden Fäden, den festen und den verschiebbaren sehen zu können, so ist klar, wie sehr sich das Heliometer auch zur Bestimmung der kleineren lichtschwachen Doppelsterne eignet, deren matte Bilder durch das Licht einer Lampe überstrahlt sich leicht dem Auge unsichtbar machen. Da man solche Mikrometer mit durchschnittenem Objektiv zuerst anwandte um den scheinbaren Durchmesser der Sonnenscheibe zu messen, erhielten sie ihren Namen Heliometer, Sonnen-Meßer, der ihnen auch nach ihrem sehr erweiterten Gebrauche geblieben ist. Lange Zeit hindurch war das Königsberger Heliometer das größte in der Welt, gegenwärtig befindet sich aber auf der Centralsternwarte des Russischen Reiches in Pulkowa bei Petersburg ein noch größeres.

Indem wir uns jetzt der Aufgabe nähern: die Geschwindigkeit



des Lichtes, welche bereits in früheren Vorlesungen als ermittelt angenommen wurde, zum Gegenstande besonderer Betrachtung zu machen, — da an dieser Stelle der Ort ist, um zu zeigen, wie man sich dieses für die ganze Astronomie so bedeutungsvollen Elementes hat bemächtigen können, — bitte ich einige der bekannten, viel kleineren Geschwindigkeiten zuvor in Betracht ziehen zu wollen. Die größte Geschwindigkeit eines leicht segelnden Schiffes ist unter den günstigsten Umständen von Wind und Wasser auf der See 26 Fuß in einer Sekunde, also nahe 100 Meilen in einem Tage. Da der Durchmesser der Bahn, welche die Erde um die Sonne beschreibt, 41 Millionen Meilen beträgt, so würde ein solches Schiff diesen Durchmesser in 1178 Jahren durchsegeln. Die schnellsten der englischen Rennpferde sollen in einer Sekunde 50 Pariser Fuß zurücklegen; ein solches Pferd würde, um den gleichen Weg zu beschreiben, 594 Jahre brauchen. Eine Kanonenkugel, die in jeder Sekunde 600 Pariser Fuß durchfliegt, brauchte 50 Jahre; der Schall, der in jeder Sekunde durch 1050 Fuß geht, 29 Jahre. In der unmittelbaren Nähe einer Glocke hört man den Schall in demselben Augenblicke, in welchem man den Hammer anschlagen sieht, steht man aber 5250 Fuß von ihr entfernt, und sieht mit einem Fernrohre nach dem Hammer, so wird man den Schall nicht mehr in demselben Augenblicke hören, in welchem der Hammer anschlägt, sondern erst 5 Sekunden später; wäre man 10500 Fuß entfernt, erst 10 Sekunden später u. s. w. Anders verhält sich die Sache in Beziehung auf das Licht; die Entfernung auf der Erde von dem Punkte, wo eine Rakete aufsteigt, sei groß oder klein, von allen Beobachtern, sie mögen dem Orte nahe oder fern stehen, wird dieses Aufsteigen genau in demselben Augenblicke wahrgenommen; der 200 Fuß Abstehende sieht es nicht früher als der eine Meile davon Entfernte, wenn die Stelle bekannt ist und er sein Fernrohr nach derselben richtet, worauf denn auch die Längenbestimmungen mittelst Pulversignale gegründet sind. Die Erklärung dieser vom Schalle ganz abweichenden Thatsachen kann eine zwiefache sein. Entweder das Licht braucht, um von einem Punkte auf der Erde zu einem andern auf ihr zu gelangen, keine Zeit, d. h. die Geschwindigkeit des Lichts ist unendlich groß, oder sie ist es nicht, aber so bedeutend, daß das Licht jenen Raum in einer nicht mehr meßbaren kleinen Zeit durchläuft, den selbst die Tertien-Uhr nicht anzugeben vermag.

Um die Verfinsterungen der Jupiter-Trabanten vorauszuberechnen, damit deren wirkliche Beobachtung die geographischen Längen verschiedener Orte bestimmen lasse, eine Methode, welche sich — wenn auch nicht auf

der See — in Anwendung bringen läßt, mußte eine größere Beobachtungsreihe vorliegen; eine solche zu machen war der dänische Astronom Olaus Roemer, geb. 1644 zu Kopenhagen, während seines Aufenthalts in Paris eifrig bemüht, als er im November 1675 gemeinschaftlich mit Cassini, dem älteren, auf der dortigen Sternwarte sich überzeugete, daß die Vorausberechnungen zwar zu der Zeit, wo Jupiter mit der Sonne in Quadratur steht, d. h. wo die Sonne, Jupiter und die Erde ein rechtwinkeliges Dreieck bilden und die Sonne sich in dem Scheitelpunkte des rechten Winkels befindet, gut mit der Beobachtung übereinstimmen, dagegen wenn Sonne, Jupiter und Erde in gerader Linie stehen, sehr bedeutend abweichen. Diese Abweichung konnte weder den Beobachtungen, noch den Rechnungen zur Last fallen. Denn abgesehen davon, daß sie die möglichen Fehler beider weit überstieg, zeigte sie sich als eine regelmäßig wiederkehrende, und diese Periodicität gerade war es, wodurch die Erklärung des Phänomens herbeigeführt wurde. Der Jupiter kann, wie die anderen Planeten, auf zwei verschiedene Arten mit der Sonne und der Erde in dieselbe Richtung kommen, einmal nämlich so, daß die Erde zwischen ihm und der Sonne liegt, und dann auch so, daß die Sonne sich zwischen beiden Planeten befindet; in jenem Falle sagt man, er sei in Opposition, in diesem er sei in Conjunction. In der Conjunction sah man alle Finsternisse später, in der Opposition früher wirklich eintreten, als sie der Rechnung zufolge es sollten, und zwar um 8 Minuten 13 Sekunden. Nun sind wir aber zur Zeit der Opposition dem Jupiter um den Halbmesser der Erdbahn näher, zur Zeit der Conjunction um eben so viel weiter von ihm entfernt, als die Sonne, so daß der Abstand beider Punkte gerade den Durchmesser der ganzen Erdbahn, 41 Millionen Meilen, beträgt. Wir sehen damit alle Finsternisse in jenem Falle um 16 Minuten 26 Sekunden später eintreten, als in diesem, und zwar deshalb, weil das Licht dort einen viel größeren Weg als hier zu durchlaufen hat, um in unser Auge zu gelangen. Diese Verspätung von 16 Minuten 26 Sekunden giebt zu erkennen, daß die Geschwindigkeit des Lichts, wenn auch sehr bedeutend, doch nicht unendlich groß ist, denn es legt in der genannten Zeit einen Weg von 41 Millionen Meilen zurück, in einer Sekunde also 42,000 Meilen, oder genauer nach den neuesten in Königsberg und in Bullowa gemachten Beobachtungen, in 41549 Meilen. Um von der Sonne zu uns zu gelangen, braucht es hiernach 8' 13", um von dem Erdmonde zu uns zu kommen, etwas über eine Sekunde. Römer und seine Zeitgenossen haben die Lichtgeschwindigkeit noch nicht so genau her-

ausgebracht, wie wir sie gegenwärtig kennen, doch wurden die früheren Zahlenangaben hier nicht angeführt, weil sie durch neuere Beobachtungen ihre Berichtigung fanden.

Nachdem jetzt die Methode entwickelt ist, auf welche sich die Bestimmung der genaunten Geschwindigkeit gründet, treten auch die in der dritten Vorlesung angegebenen photometrischen Messungen über die Entfernungen der Fixsterne und Nebelflecken von der Erde als auf sicherer Basis ruhende Ergebnisse der Wissenschaft aus dem Kreise bloß wahrscheinlicher Resultate heraus; dort mußte, um den systematischen Vortrag nicht zu unterbrechen, bei den anzustellenden Rechnungen die Lichtgeschwindigkeit vorläufig als bekannt angenommen werden, hier kann man sich überzeugen, auf welchem sichern Wege die Ermittlung dieses Elements den Astronomen wirklich gelungen ist. Wenn demnach das früher nur historisch Angekündigte in dem so eben Dargestellten seine Erledigung gefunden, so bleibt nur noch übrig auch den strengsten Beweis für die Richtigkeit des Copernicanischen Systems, auf die nur helläufig hingedeutet wurde, aus den jetzt vorliegenden Daten zu entwickeln, zumal da er gerade an dieser Stelle mit genügender Strenge geliefert werden kann. Als Bradley damit beschäftigt war, mit seinem Zenithsektor, dessen Bogen nur einige Minuten enthielt, dessen Halbmesser hingegen 24 Fuß betrug, wodurch in die Eintheilung des Bogens eine große Genauigkeit gebracht werden konnte, die Abstände der Fixsterne von der Erde zu bestimmen, zeigten die Messungen allerdings eine scheinbare Fortrückung der Sterne in dem Sinne, in welchem jene eintreten mußte, wenn diese eine endliche Entfernung besäßen, allein bald ergab sich, daß eine andere als die Anfangs vermuthete Ursache die Erscheinung herbeiführte. Alle Fixsterne schienen nämlich um ihren wahren Ort sich während eines Jahres zu bewegen und zwar an dem Pole der Ecliptik in kleinen Kreisen, weiter von ihm entfernt in immer schmäler werdenden Ellipsen, zuletzt in der Ecliptik selbst in kleinen geraden Linien, so daß sie um etwa 20" sich nach der einen oder andern Seite hin von dem mittleren Orte entfernen. Diese Wahrnehmung wird vollständig erklärt aus der Bewegung der Erde um die Sonne und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts, welche, wenn auch in Beziehung auf die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn sehr groß, doch nicht so bedeutend ist, daß diese gegen jene als verschwindend angesehen werden kann. Bewegt sich die Erde wirklich um die Sonne, so rückt sie in einer Sekunde um  $4\frac{1}{10}$  Meilen fort, ihre Geschwindigkeit ist also ungefähr dem zehntausendten Theile der Licht-

geschwindigkeit gleich. Mit Zugrundelegung dieser Zahl läßt sich aber berechnen, was Bradley in Beziehung auf die periodische Ortsveränderung der Fixsterne während eines Jahres sehen mußte, d. h. die Dimensionen jener kleinen Kreise und Ellipsen, die sich zeigen müssen, können auf das Schärfste vorausberechnet werden, für jeden Stern, dessen Ort am Himmel gegeben ist.

Um die Möglichkeit einer solchen Vorausberechnung einzusehen, wird folgende Ueberlegung ausreichen. Wenn auf einen ruhenden Körper in einer gewissen Richtung eine Kraft wirkt, und kein Hinderniß vorhanden ist, so wird er sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit in dieser Richtung bewegen; wirken aber statt einer Kraft deren zwei in verschiedenen Richtungen, so wird der Körper sich zwar auch bewegen, aber weder der einen noch der andern Kraft folgen, sondern einer aus beiden zusammengesetzten Mittelkraft, deren Richtung zwischen jenen beiden in bestimmter Weise liegt; die Geschwindigkeit, mit welcher er fortläuft, ist jetzt weder die, welche ihm die eine, noch die, welche ihm die andere Kraft allein ertheilt, sondern eine mittlere aus jenen beiden zusammengesetzte. Wir haben uns dieses Satzes der Physik bereits bedient, als die Einwürfe gegen das Copernicanische System beleuchtet und die Fallversuche über die Umdrehung der Erde erläutert wurden; er wird leicht durch Erfahrungen des gewöhnlichen Lebens anschaulich. Denkt man sich z. B. ein Boot, welches durch die Ruder in einer auf das Ufer senkrechten Richtung, also von einem Punkte des Ufers zu dem ihm gerade gegenüberliegenden fortbewegt und zugleich durch die Strömung des Flusses in der Richtung des Ufers fortgetrieben wird, so bewegt es sich weder in jener noch in dieser, sondern in einer schrägen dazwischen liegenden, und mit einer Geschwindigkeit, die aus den beiden, welche die Ruder und die Strömung ihm einzeln ertheilen, zusammengesetzt ist. Der Kunstreiter, welcher auf dem schnell dahin jagenden Pferde stehend die Kugel senkrecht in die Höhe wirft, fängt sie trotz seiner schnellen Bewegung wieder auf, da sie von zwei Kräften getrieben, nicht lothrecht sondern schräg in die Höhe steigt, und ebenfalls mit einer Geschwindigkeit, die aus der des senkrechten Wurfes und der des Pferdes zusammengesetzt ist. Wenden wir jenen Satz auf den vorliegenden Fall an, so ist klar, daß, wenn die Erde sich nicht im Weltraume bewegte, das Fernrohr stets das ganze Jahr hindurch nach dem Punkte gerichtet sein müßte, wo ein zu beobachtender Stern wirklich steht, gleichviel ob das Licht eine gewisse Zeit braucht um zu uns zu gelangen, oder seine Geschwindigkeit unendlich groß ist; das-

selbe würde der Fall sein, wenn die Erde sich bewegte, aber das Licht in unendlich kleiner Zeit seinen Weg zurücklegte. Da aber die Geschwindigkeit des Lichts eine endliche, angebbare Größe ist, so wird, wenn die Erde, also auch das Fernrohr sich im Raume fortbewegt, die Richtung, welche dem Fernrohre zu ertheilen ist, damit der Stern immer genau in der Mitte des Gesichtsfeldes gesehen werde, im Verlaufe eines Jahres, immer eine von jener Richtung nach dem Stern selbst etwas abweichende sein, d. h. der Stern wird nicht in seinem wahren Orte gesehen, sondern er wird sich um diesen in einer kleinen, krummen und geschlossenen Linie zu bewegen scheinen. Halten wir nämlich den Augenblick fest, in welchem das Licht vor das Objectiv des Fernrohrs tritt, und betrachten die Zeit, welche dasselbe braucht um das Fernrohr zu durchlaufen, so geht es, falls die Erde sich bewegt, nicht mit der Geschwindigkeit bis zum Auge fort, mit welcher es am Objectiv ankam, denn das Objectiv hat auch eine Geschwindigkeit nämlich die der Erde. Das Licht folgt nun zwei Bewegungen, nämlich seiner eigenen und der des Objectivs, soll also der Stern in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen, so muß dem Fernrohre eine kleine Neigung ertheilt werden, damit dies geschehe, und diese Neigung ist es, welche das mit dem Fernrohre verbundene, getheilte Instrument ablesen läßt: jener kleine Winkel, um welchen der scheinbare Ort des Sternes von seinem wahren nach Bradley's Beobachtungen stets abweicht. Als man auf diese Erklärung gekommen war, mußte die Prüfung derselben unternommen werden. Hier konnten nun möglicher Weise zwei Fälle eintreten, nämlich entweder die unter der Annahme des Copernicanischen Systems anzustellende Vorausberechnung stimmt nicht mit dem überein, was aus den Beobachtungen hervorgeht, oder eine solche Uebereinstimmung zeigt sich. Im ersten Falle hätte die Hypothese über die Bewegung der Erde um die Sonne fallen müssen, im zweiten war sie bewiesen. Die Beobachtungen ließen aber schon zu Bradley's Zeit eine vollkommene Uebereinstimmung des Vorausberechneten mit dem am Himmel Gemessenen erkennen, eine Uebereinstimmung, die auch in der Folge bei noch genaueren Hilfsmitteln sich erhielt, — also bewegt sich die Erde um die Sonne, wie Copernicus dies vermuthete, und später die Bewegungen der Jupiter-Trabanten um ihren Centalkörper es wahrscheinlich machten. Bradley's große Entdeckung der Aberration fällt in das Jahr 1728. Der kleine Winkel, welcher, eine beständige Größe, für die beobachtende Astronomie, wie man leicht erkennt, ein wichtiges Element ist, ist unter dem Namen der Aberrations-Constante bekannt und

wurde im Laufe der Zeit in immer größerer Genauigkeit ermittelt, nach den neuesten achtzehnmonatlichen Beobachtungen von Struve am großen Passage-Instrument in Pulkowa beträgt er 20", 4451.

Obgleich das Licht sich mit einer so großen Geschwindigkeit fortpflanzt, daß dieselbe für alle auf der Erde befindliche Entfernungen als unendlich groß zu betrachten ist — in einer Secunde könnte es achtmal die Reise um die Erde machen, zu welcher ein Schnellzug, geführt von einer Lokomotive, die in der Stunde sieben Meilen zurücklegt, über einen Monat brauchen würde — war es doch der neuesten Zeit vorbehalten, jene Geschwindigkeit auch durch terrestrische Beobachtungen zu bestimmen. Der französische Physiker ~~Ser~~ Fizeau hat dieses zuerst unternommen und ist zu einem recht befriedigenden Resultate gelangt. Zwei astronomische Fernrohre wurden in einer Entfernung von mehr als einer Meile, zwischen einem Hause von Suresnes und auf dem Montmartre, mit ihren Objectiven gegen einander so aufgestellt, daß die Bilder der Objective gegenseitig in die Brennpunkte fielen. An dem einen befand sich seitlich in senkrechter Richtung gegen die Axe desselben eine Röhre mit Linsen, durch welche das Licht einer intensiven Lampenflamme in das Fernrohr fiel und dann durch eine hinter dem Brennpunkte aufgestellte 45° schräge Glasplatte auf einen im Brennpunkte des andern Fernrohrs angebrachten Spiegel geworfen wurde, von diesem aber strahlte es wieder in den Brennpunkt des ersten Fernrohrs zurück; so daß dieses Licht einen Weg von über 2 Meilen zurücklegte. Durch den Brennpunkt des ersten Fernrohrs ging der Theilkreis eines mit 720 Zähnen versehenen Rades, dem durch angehängte Gewichte eine beliebige Umdrehungsgeschwindigkeit ertheilt werden konnte. Wenn dieses Rad langsam gedreht wurde, so zeigte sich, da jeder Zahn desselben den Uebergang des Lichtes aus dem ersten Fernrohre in den Spiegel des zweiten unterbrach, der helle Lichtpunkt jedesmal, wenn zwischen ihm und dem Auge eine Zahnlücke, und er verschwand, wenn zwischen ihm und dem Auge ein Zahn zu liegen kam, so daß abwechselnd ein Erscheinen und Verschwinden stattfand. Wurde das Rad immer schneller gedreht, so folgten das Erscheinen und Verschwinden immer rascher auf einander, und bei noch schnellerer Bewegung sah man den Lichtpunkt ohne Unterbrechung, weil die Bewegung nun schneller vor sich ging, als die Zeit beträgt, während welcher das Auge den Lichteindruck noch behält, wie man an der glühenden Kohle sieht, die sehr schnell im Kreise herumgedreht sich als glühender Kreis zeigt. Bei vermehrter Geschwindigkeit des Rades fing der Lichtpunkt an matter zu

werden und endlich bei einer noch größeren verschwand er. Die Geschwindigkeit, bei welcher dies Verschwinden stattfand, war so groß, daß das Rad 12,6 (beinahe 13) Umdrehungen in einer Sekunde machte. Aus derselben ließ sich die Zeit berechnen, welche zwischen dem Vorübergange der Mitte einer Zahnücke und eines Zahnes stattfand, man durfte nur den 13ten Theil einer Sekunde durch das Doppelte von 720 dividiren. Woraus konnte nun aber das Verschwinden des Lichtpunktes gerade bei dieser Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades seine Erklärung finden? ganz einfach in dem Umstande, daß das Licht eben so viel Zeit brauchte jene 2 Meilen zu beschreiben, als die Mitte einer Zahnücke, um der Mitte des nächsten Zahnes bei der Drehung Platz zu machen. Allerdings konnte das Licht stets ungehindert durch eine Zahnücke hindurchgehen, allein wenn es nun von dem Spiegel des andern Fernrohrs zurückgeworfen wurde, befand sich in seiner Richtung zum Auge die Mitte des nächstfolgenden Zahnes, der es nicht hindurchließ. Hieraus ergab sich also die Zeit, welche das Licht braucht um 2 Meilen zu beschreiben, also durch eine einfache Regelbetri die Länge des Weges, den es in einer Sekunde zurücklegt. Diesen fand man durch jene Versuche 42,207 Meilen groß, welche Zahl nur wenig von der abweicht, welche die astronomischen Beobachtungen ergeben. Bedenkt man die Schwierigkeit, mit welcher die Ausführung des feurreichen Verfahrens verbunden war, und die in der Natur der Sache liegende Unmöglichkeit einer absolut scharfen Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades, welche aus der Höhe des Tones ermittelt wurde, der durch das Anschlagen der Zähne des Rades an eine Platte entstand, so hat man wohl mehr Grund sich hier über eine große Uebereinstimmung, als eine kleine Abweichung zu wundern.

Lange Zeit hindurch hielt man die Geschwindigkeit des Lichtes für die größte unter allen meßbaren, bis man sich überzeugte, daß die Electricität in einem Kupferdrathe noch schneller, nämlich in einer Sekunde 62,000 Meilen vorwärts schreitet. Die Fortpflanzung der Schwere scheint noch unvergleichbar rascher vor sich zu gehen, und die Zeit, welche die Anziehungskraft der Sonne braucht um bis zur Erde zu gelangen, muß, wie sich leicht nachweisen läßt, noch viele Millionen Mal kürzer sein, als diejenige, die das Licht anwendet, um denselben Weg zurückzulegen. Hier an der äußersten Grenze sinnlicher Wahrnehmung entsinkt der Maasstab unserer Hand. — Aber nun die innere Welt mit ihren räthselhaften Phänomenen und plötzlichen Uebergängen, wann wird es gelingen hier einen Maasstab anzulegen? Zwar hat man den Versuch gewagt den Mecha-

nkennnis des Gedankens auf mathematische Grundsätze zurückzuführen, doch ist man nicht weiter gekommen, als Bekanntes in minder bekannter Form, nämlich als mathematischen Ausdruck, zu reproduciren, während man die lähne Hoffnung hegte die Gesetze des Denkens zu erkennen wie die Gesetze der Bewegung in der Welt des Körperlichen. Nicht Messungen, wohl aber nicht minder hochzuhaltende Ahnungen sind es, wenn Einzelne ihrem Jahrhundert voranschreitende Männer solche und ähnliche Fragen in der Ursprünglichkeit seltener Individualität durch glückliche Divinationsgabe zu beantworten suchten, wie Lessing es that in dem kleinen Bruchstücke seines leider verloren gegangenen Faust. Es ist die dritte Scene des zweiten Aufzugs, die ich meine, wo Faust unter den ihn umgebenden sieben Geistern den schnellsten erwählen will. Nicht schnell genug ist ihm der Pfeil der Pest, nicht der, welchen die Flügel der Winde tragen, nicht der, welcher fährt auf den Strahlen des Lichts, denn seine Schnelligkeit ist in endlichen Zahlen auszubringen; die Boten der Körperwelt werden durch die, welche leben in der Welt der Geister, zurückgedrängt, es meldet sich der, welcher so schnell ist als die Gedanken der Menschen. „Das ist etwas! aber nicht immer sind die Gedanken der Menschen schnell. Nicht da, wenn Wahrheit und Tugend sie auffordern. Wie träge sind sie alsdann! Du kannst schnell sein, wenn du schnell sein willst, aber wer steht mir dafür daß du es allezeit willst. Nein, dir werde ich so wenig trauen, als ich mir selbst hätte trauen sollen. — Sage, wie schnell bist du?“ „„So schnell als die Rache des Rächers““. Faust: „des Rächers? Welches Rächers?“ Der Geist: „„des Gewaltigen, des Schrecklichen, der sich allein die Rache vorbehielt““. Faust: „Schnell wäre seine Rache? Schnell? Und ich lebe noch? Und ich sündige noch? — Wie schnell bist du?“ Siebenter Geist: „„Unzuverlässiger Sterbliche, wo auch ich dir nicht schnell genug bin““? — „So sage, wie schnell?“ Siebenter Geist: „„Nicht mehr und nicht weniger als der Uebergang vom Guten zum Bösen““. Faust: „Ha! Du bist mein Teufel! So schnell als der Uebergang vom Guten zum Bösen! Ja, der ist schnell; schneller ist nichts als der! Weg von hier, ihr Schrecken des Orkus! Weg! — Als der Uebergang vom Guten zum Bösen! Ich habe es erfahren“ ruft Faust „wie schnell der ist! ich habe es ersehen!“ —

Unter den alten, dem bloßen Auge gut sichtbaren Planeten ist der auf den Jupiter folgende Saturn der letzte, der ebenfalls jetzt Abends über dem Horizonte steht und gegen 10 Uhr seine größte Höhe erreicht hat; sein ruhiges, nicht flimmerndes Licht läßt auch ihn leicht von einem der hellen Fixsterne unterscheiden. Jenseit desselben kannte das Alterthum



nur den mit eingehafteten Sternen glänzenden Himmelsteppich. Halley hat es zuerst gewagt, einen Kometen über die Grenzen der Saturn-Bahn hinauszuschicken, dessen vorausgesagte Rückkehr unzweifelhaft erkennen ließ, daß auch jenseit derselben die Herrschaft der Sonne nicht aufhört und ihre Anziehung Bewegungen erzeugt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch die Entdeckung des Uranus auch diese Grenze um das Doppelte, und 65 Jahre später durch die des Neptun noch mehr erweitert wurde. Während das bloße Auge vom Saturn nur den Eindruck eines hellen Gestirns empfängt, wird das bewaffnete nicht weniger als bei Betrachtung des Jupiter überrascht, denn abermals ist es eine kleine Welt, in deren Mittelpunkte der Hauptkörper, ganz verschieden wie dort, nicht nur die gewöhnliche Kugelform, sondern noch außerdem einen nicht geahnten Anblick darbietet. Man muß in der That der Ansicht beitreten, daß kaum ein Gegenstand am ganzen Himmel weniger bloß gedacht werden kann als die Saturn-Kugel mit ihrem Ringe, und das Anschauen durch ein geeignetes Fernrohr jede Beschreibung hinter sich zurückläßt. Der Saturn liefert uns beiläufig einen Beweis für die Vervollkommnung der optischen Hilfsmittel. Indem jetzt ein Instrument von mäßigen Dimensionen die eigenthümliche, innerhalb der Planetenwelt einzige Erscheinung deutlich erkennen läßt, war dies mit den Fernröhren einer früheren Zeit nicht möglich. Hevelius konnte allen Bemühungen ungeachtet der Erscheinung nicht Herr werden, — er sah nur zu beiden Seiten der Kugel kleinere Körper, die henkelartig dem Hauptkörper sich anschlossen, und vertiefte sich über ihre Bedeutung in Speculationen, die eines unserer kleineren Fernröhre würde beseitigt haben. — Dieser Himmelskörper braucht ungefähr  $29\frac{1}{2}$  Jahre um seine Bahn um die Sonne zurückzulegen. Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt schon 197 Millionen Meilen, die größte 208, die kleinste 186 Millionen Meilen. Der Erde kann er bei steter nur kleinen Neigung seiner Bahn (von  $2^{\circ}\frac{1}{2}$ ) gegen die Erdbahn bis auf 186 Millionen Meilen nahe kommen, doch kann er sich auch bis auf 229 Mill. Meilen von ihr entfernen. Die Scheibe des Planeten zeigt, wie die des Jupiter, dunkle Flecken, aus deren Beobachtung die Umdrehungszeit der Kugel um ihre Aze gleich 10 Stunden 29 Minuten hervorging; auch helle und dunkle Streifen ziehen dem Aequator parallel, ähnlich wie bei Jupiter, nur breiter und weniger scharf begrenzt. Veränderungen in Lage und Größe dieser Flecken und Streifen deuten mit großer Wahrscheinlichkeit auf Veränderlichkeit einer Atmosphäre, die sich auch wie bei jenem Planeten durch ein Unentkälwerden der Streifen nach den Rändern zu

vermuthen läßt. Aus den Königsberger Beobachtungen über das Saturn-System, die im Jahre 1828 begonnen, 1831 geschlossen wurden und einem wissenschaftlichen Bedürfnisse abhalfen, da auch hier die Praxis gegen die Riesenschritte der Theorie zurückgeblieben war, ergab sich eine noch beträchtlichere Abplattung der Kugel als bei Jupiter; der wahre Aequatorial-Durchmesser der zusammengebrückten Kugel beträgt 16305, der Polar-Durchmesser dagegen nur 14696 Meilen. Während bei unserer Erde der Aequatorial-Durchmesser noch nicht um 6 Meilen größer ist, als die vom Nordpol zum Südpol gezogene Linie, wird diese also beim Saturn von dem größeren Durchmesser um 1609 Meilen übertroffen. Der mittlere Durchmesser des ganzen Körpers, d. h. immer der einer Kugel von gleichem Inhalte beträgt 15769 Meilen, so daß 772 Erdkugeln im Saturn Platz finden würden; er ist also etwas größer als die Hälfte Jupiters. Diese Masse ist 3500-mal kleiner als die Sonnen-Masse, dennoch ist er trotz seiner Größe nur etwa 100-mal schwerer als unsere Erde, und seine Dichtigkeit nur  $\frac{1}{6}$  der Erddichtigkeit; ungefähr mit der des Tannenholzes übereinstimmend. Dies gilt jedoch nur im Allgemeinen, denn man kann nachweisen, daß eine gleichmäßige Dichtigkeit, unter der Voraussetzung, daß auch er sich einst im flüssigen Zustande befand, eine noch größere Abplattung würde hervorgebracht haben, als er besitzt, so daß nur übrig bleibt die abgeplattete Kugel nach der Mitte zu dichter anzunehmen als an ihrer Oberfläche, wo etwa nur die des Korkholzes stattfinden dürfte.

Nachdem Galilei und seine unmittelbaren Nachfolger die wahre Gestalt eines vorhin erwähnten mit der Saturn-Kugel verbundenen räthselhaften Körpers nicht hatten ergründen können, war vor nun 200 Jahren Huyghens der erste, dem das Fernrohr den längst ersehnten Dienst nicht versagte. Ein Ring umgiebt den Planeten in der Ebene des Aequators aber frei schwebend und ringsum von dem Hauptkörper getrennt. Schon etwa 20 Jahre, nachdem dieser Ring entdeckt war, bemerkte Cassini eine Theilung desselben, in Folge eines dunklen, schmalen Kreises, der mit ihm denselben Mittelpunkt besitzend auf seiner Oberfläche gesehen wurde; aber erst 120 Jahre später ging aus Herschel's dreijährigen Beobachtungen die unzweifelhafte Theilung als solche hervor, denn nach der Cassinischen Wahrnehmung konnte der dunkle Kreis immer noch bloß auf der Oberfläche liegen, und nur eine wirkliche Spalte zu sein scheinen. Spätere Beobachter, Kater in London und Encke haben noch eine zweite Theilung außerhalb der älteren gesehen, die den äußeren schmäleren Ring

abermals in zwei von ungleicher Breite trennt. In neuester Zeit haben Beobachter in Amerika und in England zwischen dem innern Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten sehr matten und lichtschwachen dunkleren Ring zu erkennen geglaubt. Die Königsberger Beobachtungen am Helio-  
meter haben das Saturnsystem in Hinsicht auf seine Dimensionen so genau ergründet, daß die theoretischen Untersuchungen, welche sich an dasselbe knüpfen, jetzt eine sichere Grundlage besitzen. Der äußere Durchmesser des äußersten Ringes beträgt 37600 Meilen; die Breite des äußeren Ringes 1900; der Raum zwischen den beiden Ringen 400; die Breite des inneren Ringes 3700, der Raum zwischen dem innern Ringe und der Saturnkugel 4600 Meilen. Die Dicke dieser Ringe ist sehr unbedeutend, und kann nach Untersuchungen, welche sich auf seine Masse beziehen, kaum mehr als etwa nur 20 Meilen betragen. Die beständige Neigung des ganzen Ringes mit seinen Spaltungen gegen die Erdbahn, ist der des Saturn-  
Aequators gleich und beträgt ungefähr 28 Grade; wir können ihn daher nicht immer auf gleiche Weise von der Sonne beleuchtet sehen, vielmehr tritt während eines Umlaufs zweimal der Fall ein, daß die Sonne in die verlängerte Ebene jenes Aequators gelangt, also mit ihren Strahlen die breite Fläche des Ringes streift, nicht aber trifft und nur die äußerst geringe Dicke desselben bescheint; dies geschieht ungefähr alle 15 Jahre einmal. Der Saturn muß dann, durch gewöhnliche Fernröhre gesehen, ohne Ring erscheinen, denn um die schmale Lichtlinie, welche noch vorhanden bleibt, zu bemerken, bedarf man der mächtigsten optischen Hilfsmittel. Der ältere Herschel war der erste, der jenen zarten Lichtstreifen noch zu verfolgen vermochte. Daß die Astronomen auf die Zeit des Verschwindens des Ringes sehr aufmerksam sind, hat seinen Grund darin, daß diese Beobachtungen das sicherste Mittel bieten, um die Bahn-Elemente zu prüfen und zu berichtigen. Manche Beobachter sahen die Lichtlinie kurz vor dem Verschwinden sich in Punkte auflösen, andere sahen die Linie auf der einen Seite früher verschwinden, als auf der andern, wodurch man auf die Vermuthung geleitet wurde, daß die Theile, aus welchen der Ring zusammengesetzt ist, nicht alle genau in eine und dieselbe Ebene fallen.

Im Jahre 1827 fand Schwabe in Dessau durch Schätzung nach Augenmaß, daß der Mittelpunkt der Saturnkugel nicht genau mit dem der Ringe zusammenfällt, eine sehr merkwürdige, besonders in Beziehung auf die Stabilität des ganzen Systems wichtige Beobachtung, welche allen früheren Astronomen entgangen war. Bessel betrachtete sie anfänglich

sehr unglücklich, allein seine genauen Messungen mit dem Helometer, welche er später anstellte, wurden überzeugend; eben so die von Struve am Fadenmikrometer gemachten. Saturn liegt in der That im Ringe etwas westlich. Laplace hatte bereits aus theoretischen Gründen gezeigt, daß zur Erhaltung des Gleichgewichts nothwendig sei, daß auch der Ring eine Rotation haben müsse, und Herschel fand in der That durch Betrachtung von fünf hellen glänzenden Punkten, die nicht Trabanten sein konnten, eine Rotationszeit des Ringes von 10 Stunden 22 Minuten, also sehr nahe der des Saturnkörpers selbst, mit welchem sie vermuthlich genau übereinstimmt. Die Excentricität des Planeten, verbunden mit der erwähnten nicht genau in eine Ebene fallenden Lage der Ringtheile hat das Saturn-System zu einem interessanten Probleme der analytischen Mechanik gemacht, doch sind die hierher gehörigen Untersuchungen noch nicht zum Abschluß gediehen.

Man ist gegenwärtig mit dem Saturn-Systeme so bekannt, daß die Berechnung des Abfalls, welcher einem auf dem Planeten befindlichen Beobachter zu Theil werden müßte, nicht die geringste Schwierigkeit hat, und in der That muß eingeräumt werden, daß jenes Schauspiel zu den großartigsten und staunenswerthesten gehört, die der Himmel auf einem Planeten überhaupt darbieten kann. Nicht für alle Gegenden des Saturn ist der Ring sichtbar; er erscheint erst von einer saturnographischen Breite an, welche etwa der geographischen unserer Gegenden gleich ist, in höheren Breiten bleibt er stets unter dem Horizonte. Unter dem Aequator steht man ihm zwar am nächsten, allein man sieht dort nur die innere schmale Kante. Für eine bestimmte Gegend der Saturn-Kugel behält der Ring mit seinen Theilen stets eine bestimmte Lage am Himmel; hier zeigen sich große Bogen, parallel der täglichen Bewegung der Sonne und der andern Gestirne. Während des Sommer-Halbjahres einer jeden Halbkugel, welches 15 unserer Jahre beträgt, vollendet die Sonne ihren täglichen Lauf oberhalb dieser Bogen, und man sieht deren erleuchtete Seite sowohl bei Tage als bei Nacht. Während des Winterhalbjahres dagegen sieht man nicht allein nichts vom Ringe, sondern er entzieht auch den Bewohnern des Saturns den größten Theil des Sonnenlichts; es beginnt eine große Sonnenfinsterniß, welche, ganz verschieden von den unsrigen, mehrere Erdenjahre dauert. Nur auf kurze Zeit wird diese dadurch unterbrochen, daß die Sonnenstrahlen durch die Theilungen des Ringes dringen; die Mitte dieser Finsterniß fällt im Allgemeinen mit der Mitte des Winters zusammen. Unter einer saturnographischen Breite von

23° dauern die Finsternisse am längsten. Zuerst tritt eine von 188 Erden-  
 tagen ein; dann scheint die Sonne wieder 52 Tage durch die Spalten  
 des Ringes hindurch; aber nun entweicht das Gestirn des Tages und  
 bleibt 3261 Tage verdeckt; nach Verlauf dieser gewähren die Spalten  
 wieder, aber nur für 52 unserer Tage, den Sonnenstrahlen einen Durch-  
 gang zum Planeten, und endlich wieder eine Verfinsterung von 188 Ta-  
 gen. Diese Gegend des Saturn hat also zehn Jahre hindurch während  
 des Winters keinen Sonnenschein. Man ersieht hieraus, wie ungegründet  
 die Ansicht früherer Astronomen über den Nutzen des Ringes war, welchen  
 dieser, wie man glaubte, den Saturnbewohnern dadurch gewähren sollte,  
 daß er ihnen mehr Sonnenlicht zuführe, da gerade das Gegentheil statt-  
 findet. Der Planet würde ohne seinen Ring weit mehr Sonnenlicht em-  
 pfangen, als jetzt. Er entzieht ihm den größten Theil des Lichts zu einer  
 Zeit, wo er schon ohnehin nur spärlich beleuchtet wird; und wenn er ihm  
 auch in den kurzen Sommernächten einiges zuschickt, so ist dies doch kein  
 Ersatz für den großen Verlust, den er ihm bereitet. Wenn es dem mensch-  
 lichen Auge vergönnt wäre, von der Oberfläche des Saturn-Ringes sich  
 des Anblicks der Schöpfung zu erfreuen, so würde die Ueberraschung eine  
 noch größere sein. Stellt man sich in Gedanken auf eine der Flächen des  
 Ringes, so sieht man, je nachdem der Ort gewählt wird, vom Horizonte  
 aus die halbe Saturnskugel sich erheben in einer Größe wie kein einziger  
 Weltkörper von irgend einem physisch möglichen Standpunkte außerhalb  
 desselben erscheint, oder man erblickt auch die Kugel im Scheitelpunkte,  
 an scheinbarer Größe unsere Sonne 200000mal übertreffend, und den  
 achten Theil des Himmels einnehmend; dabei spannt sich der Boden, auf  
 welchem der Betrachter sich befindet, rechts und links sichtbar zum Him-  
 mel empor und umfaßt die gewaltige Kugel, so daß er hinter ihr zusam-  
 menschließt; der Begriff des Horizonts, wie wir ihn auf der Erde haben,  
 findet dort also nicht statt. Jede Seite des Ringes ist nahe an 15 Jahre  
 in Nacht gehüllt, und eben so lange von der Sonne beleuchtet, nur daß  
 sowohl Nacht als Tag durch den Saturn selbst unterbrochen werden, der  
 das von der Sonne empfangene Licht auf den Ring zurücksendet.

Die acht Monde des Planeten, welche man bis jetzt kennt, sind in  
 Hinsicht auf ihre Bahnen noch mit ungleicher Genauigkeit bestimmt. Am  
 genauesten sind die Elemente des von Huyghens entdeckten, welcher der  
 Reihe nach der sechste ist, aus Königsberger Beobachtungen hervorge-  
 gangen. Wie bei den Jupiter-Trabanten zeigen sich auch hier einfache

Beziehungen, deren Erforschung einer spätern Zeit anheimfallen dürfte. Die große Schwierigkeit der Messungen so äußerst kleiner scheinbarer Durchmesser, hat uns die wahren Durchmesser dieser Satelliten noch gänzlich vorenthalten; die Größen-Angaben, welche trotz dem bisweilen gewagt worden und als Resultate der Wissenschaft in Lehrbücher übergegangen sind, müssen als durchaus illusorisch bezeichnet werden.

---

## Fiffte Vorlesung.

Abstände der Planeten von der Sonne. — Uranus. — Neptun. — Saturn. —  
Vorrückung der Nachtgleichen.

---

Seit Jahrtausenden hatte man den in der zehnten Vorlesung zum Gegenstande der Betrachtung gemachten Saturn für den letzten des ganzen Planeten-Verbandes gehalten, als Herschel am 13. März 1781 den Uranus entdeckte, und die bis dahin gekannte Grenze sich um das Doppelte erweiterte. Auf welche Weise die Entdeckung dieses Himmelskörpers geschah, ist bereits damals, als das Leben und Wirken des Astronomen von Windsor unser Augenmerk auf sich zog, näher angegeben worden; merkwürdig war zugleich die Bestätigung jener Fortschreitungs-Reihe in Bezug auf die Entfernungen der Planeten von der Sonne, einer Progression, für die kein innerer Grund jemals aufgefunden werden konnte, und welche wohl nur als eine ganz zufällige betrachtet werden muß. Schrieb man nämlich die Zahlen

0, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, | 768 (Neptun)

wo von der dritten an gerechnet das jede Doppelte der vorhergehenden ist, neben einander und legte darauf zu jeder einzelnen die Zahl 8, so entstand die Reihe

8, 14, 20, 32, 56, 104, 200, 392, | 776 (Neptun)

welche mit den Entfernungen der Planeten bis auf die Zahl 56, wo damals die kleinen, diese Lücke ausfüllenden noch nicht entdeckt waren, insofern übereinstimmte, als man dann in Millionen von Meilen jene Abstände sehr nahe ausgedrückt erhielt, denn die Entfernung des Uranus ergab sich aus den Beobachtungen gleich 396 Millionen Meilen, und von den andern haben wir bereits gesehen, daß der Abstand des Mercur 8, der Venus 14, der Erde 20, des Mars 31, des Jupiter 107, des Saturn

197 Millionen Meilen beträgt, welche Zahlen nur wenig von denen der Reihe abweichen, zumal da auch der Complexus der kleinen Planeten, die alle nahe dieselbe Entfernung von der Sonne haben, jene Lücke zwischen Mars und Jupiter gut ausfüllt. Für die sichere und schnelle Bahnbestimmung des Uranus, die bald nach der Entdeckung erfolgte, war der Umstand von hoher Wichtigkeit, daß man den Planeten bereits beobachtet hatte, bevor er als solcher erkannt war, indem minder lichtstarke Fernröhre an Meß-Instrumenten einer früheren Zeit ihn als Fixstern erscheinen ließen und keinen planetarischen Durchmesser verriethen. Diese alten Beobachtungen, welche in Verbindung mit den neuen der Bahnbewegung zum Grunde gelegt wurden, reichten glücklicherweise sehr weit zurück, nämlich bis 1756 und 1690, aus welchen Jahren sich solche bei Tobias Mayer und Flamsteed vorfanden. Mit Recht kann hier aber die Frage aufgeworfen werden, woher denn die Astronomen zu der Kenntniß gelangt seien, daß jene so viel früher für Fixsterne gehaltene und als solche beobachtete Gestirne wirklich der Uranus gewesen. Hierauf ist zuerst zu erwidern, daß es keine Schwierigkeit hat, durch Vergleichung von zwei für verschiedene Epochen geltenden Fixsternkatalogen zu ermitteln, welche Sterne doppelt beobachtet sind, d. h. sowohl in dem einen, als in dem andern Kataloge vorkommen; es bedarf, wenn man dergleichen vermuthet, nur einer einfachen Rechnung, um sich von der Richtigkeit zu überzeugen, man nennt dies: den einen Katalog auf den andern reduciren. War also gefunden, daß z. B. Tobias Mayer in seinem Kataloge den Uranus als Fixstern verzeichnet hatte, so ließ sich auch leicht sehen, ob bereits Flamsteed dasselbe in dem seinigen gethan habe. Was nun ferner die Berechtigung anlangt, mit welcher man ein früher als Fixstern beobachtetes Gestirn als mit dem Uranus identisch ansehen durfte, so war sie dadurch gegeben, daß die Beobachtungen nach dem Tage seiner Entdeckung bald so zahlreich zusammen gebracht waren, daß eine angenäherte Bahnbestimmung unternommen werden konnte, die mit hinreichender Sicherheit umgekehrt ermitteln ließ, nicht nur an welcher Stelle des Himmels er in folgenden Jahren zu suchen sei, sondern auch, wo er vor jenem Tage sich müßte aufgehalten haben. fand man also, wie es wirklich geschah, in den einer früheren Zeit angehörigen Fixsternverzeichnissen einen kleinen Stern, der einem gemachten Ueberschlage zufolge Uranus sein konnte, so war auch die Möglichkeit vorhanden, aus der vorläufig berechneten Bahn des Planeten das Für und Wider der aufgestellten Vermuthung zu prüfen. Diesen Weg befolgend ist man wirklich zu dem vorhin angegebenen Resultate gelangt,



indem die Verbindung der älteren mit den neueren Beobachtungen die schönste Uebereinstimmung mit allen späteren Beobachtungen, nachdem man den Stern längst als Planeten erkannt hatte, herbeiführte.

Der Uranus braucht schon über 84 Jahre (5 Tage 19 Stunden), um seinen Lauf um die Sonne zu vollenden, er bewegt sich also so langsam, daß er durchschnittlich in einem Jahre nur etwas über 4 Grade am Himmel zurücklegt, d. h. einen Bogen, welcher noch kleiner ist als der Raum, den man bei ausgestrecktem Arm mit der Hand bedecken kann, oder etwa 8 Vollmondbreiten. Bei dieser kleinen Fortrückung konnte er schwer als Wandelstern unter der großen Zahl von Fixsternen durch seine eigene Bewegung erkannt werden; es bedurfte dazu, wie wir gesehen haben, ganz anderer Hülfsmittel. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist bereits vorhin angegeben, die größte beträgt 415 Millionen, die kleinste 378 Millionen Meilen. Von der Erde erscheint er als Stern sechster Größe, und ist mit bloßen Augen nur schwer sichtbar, denn obwohl er uns bis auf 357 Millionen Meilen nahe kommen kann, steigt doch sein größter Abstand von der Erde auf 436 Millionen Meilen. Seine Bewegung geschieht beinahe in der verlängerten Erdbahn selbst, gegen welche die Ebene seiner Bahn unter einem kleinen, noch nicht einen Grad betragenden Winkel ( $46'$ ) geneigt ist. Der wahre Durchmesser der Uranus-Kugel ist ungefähr 7500 Meilen; daraus folgt seine Oberfläche neunzehn mal so groß als die der Erde und sein körperlicher Inhalt so groß, daß er mehr als 82 Erdkörper in sich aufnehmen könnte. Nach Mädlers neueren mikrometrischen Messungen soll die Kugel eine beträchtliche Abplattung besitzen, doch ist die Scheibe, unter welcher man ihn sieht, so klein (noch nicht  $4''$ ), daß jene nur schwer anzustellen sind. Die Masse des Körpers ist 24,605 mal kleiner als die Sonnenmasse gefunden; danach fielen seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und Saturn, doch dieser mehr sich nähernd. Auch dieser Planet ist wie die beiden ihm vorangehenden von Trabanten umgeben. Die ersten beiden Begleiter entdeckte Herschel, der Ältere, im Jahre 1787 als ungemein kleine Lichtpunkte, deren Beobachtung aber dennoch schon eine genäherte Berechnung ihrer Bahnen um den Hauptkörper gestattete. Später fand er noch mehrere Trabanten auf, doch konnte keine Bahn derselben bestimmt werden, und lange Zeit hindurch war er der Einzige, welcher sie überhaupt nur gesehen hatte, so daß man schon anfang, ihre Existenz zu bezweifeln, was allerdings bequemer war, als sie mit geeigneten Instrumenten wieder aufzusuchen. In dem letzten Vierteljahrhundert ist aber die Existenz von fünf Uranus-Trabanten wirklich fest-

gestellt, zum Theil durch Herschel, den Jüngern, zum Theil durch Kaffell in Liverpool, die des sechsten aber nur wahrscheinlich gemacht worden. Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends sonst wo im Sonnensysteme aufgefundenene Eigenthümlichkeit dar, die nämlich, daß, während alle andere Satelliten (die des Jupiter, des Saturn und unser Mond) sich um ihre Centralkörper gleich den Hauptplaneten um die Sonne von Westen nach Osten bewegen und, einige der kleineren Planeten abgerechnet, in ihren Bewegungen nicht stark gegen die Erdbahn geneigt sind, die Uranus-Trabanten sich in fast ganz kreisförmigen Bahnen, die unter einem Winkel von  $79^\circ$ , also nahe lothrecht auf der Erdbahn stehen, und zugleich in entgegengesetzter Richtung von Osten nach Westen bewegen. Da Uranus uns nur wie ein kleiner Stern erscheint, so ist seine physische Beschaffenheit selbst für die mächtigsten Fernröhre noch in viel größeres Dunkel gehüllt als die der andern Planeten, ja man hat nicht einmal die Umdrehungszeit um seine Aze ermitteln können, indem die einzige Methode, durch welche dies Element überhaupt bestimmbar ist, nämlich die Beobachtung dunkler Flecken auf der Planetenscheibe, wegen ihrer geringen Ausdehnung nicht zur Anwendung gelangen konnte.

Aus der bekannten Entfernung des Uranus von der Sonne läßt sich leicht berechnen, daß, von ihm aus gesehen, das Gestirn des Tages, dem wir Licht und Wärme verdanken, als kleine glänzende Scheibe erscheint, deren Durchmesser etwa nur den 20. Theil des Sonnendurchmessers beträgt, so daß man von ihm aus die Sonne 400mal kleiner sehen würde als von unserem Standpunkte; er wird von ihr 368mal schwächer als die Erde erleuchtet und in einem nur so geringen Grade erwärmt, daß dort unsere Thermometer ihren Dienst sicher versagen würden. Wenn man schon auf Jupiter und Saturn kaum noch einen Zustand lebender Wesen denken kann, die mit dem unsrigen Ähnlichkeit haben, so ist dies in noch viel höherem Maaße beim Uranus der Fall. Licht und Wärme jene beiden Potenzen des physischen Daseins sind Gaben der Vorsehung, auf welche der Erdbewohner nicht verzichten kann, wie spärlich sie ihm auch unter minder glücklichen Zonen immerhin zu Theil werden; an beide knüpfen sich mehr oder minder die wesentlichsten Bedingungen seiner Existenz, beide üben eine nicht wegzuläugnende Rückwirkung auf Heiterkeit des Gemüths und Klarheit des geistigen Bewußtseins; der kalte, in Nacht gehüllte Planet würde nach unseren Begriffen einen unerfreulichen Aufenthalt für den Menschen selbst dann gewähren, wenn dort sein Organismus bestehen könnte. Und dennoch sollte ein so viel mal größerer

Himmelskörper als die kleine Erde nur eine Einöde sein? Um hierauf zu antworten, müßte man tiefer in die Naturökonomie blicken können, als uns vergönnt ist, aber wie viel uns auch hier verborgen bleibt, so viel steht fest, daß für die entfernteren Planeten die Sonne nicht die Bedeutung haben kann, wie für die ihr näheren, und daß der große Verlust an Licht und Wärme dort auf irgend eine Weise ersetzt werden muß, wenn die uns bekannten Bedingungen des Lebens erfüllt werden sollen. Will man von dem Gegebenen abstrahirend sich lebende Wesen denken, die nichts mit dem Menschen gemein haben, so wird man mit solchen allerdings jeden Weltkörper nach Belieben in Gedanken bevölkern können, aber man hätte sich wohl ein Kühnes und vielleicht ganz nutzloses, wenn nicht gar schädliches Spiel ungezügelter Einbildungskraft mit dem ernstesten Sinnen nach Erkenntniß zu verwechseln, welches sein Ende erreicht hat, sobald, wie es hier der Fall ist, der feste Boden der Wissenschaft sich verliert.

Im umgekehrten Verhältnisse zu dem Wenigen, was wir vom Uranus als Weltkörper wissen, steht die reiche Ausbeute, welche eine genaue Verfolgung seines Umlaufs um die Sonne geliefert hat. Längst hatten die an genauen Meßinstrumenten angestellten Beobachtungen der Uranus-Dexter gezeigt, wie mangelhaft dieselben mit den Bouvard'schen nach Laplace's Theorie berechneten übereinstimmten. Schon damals, als Bouvard seine Rechnungen machte, zeigten sich ältere Beobachtungen mit neueren in offenbarem Widerspruche, ohne daß jenen eine viel geringere Sicherheit als diesen konnte zugeschrieben werden, so daß er sich zu dem immer mißlichen Schritte veranlaßt sah, nur solche Beobachtungsreihen zu Grunde zu legen, die nicht Widersprechendes gaben, und andere, welche dies thaten, auszuschließen; ein Verfahren, dem offenbar jede innere Berechtigung fehlte, weshalb auch dadurch dem Uebel nur vorübergehend abzuhelfen war. Die folgenden Jahre zeigten allmählig wieder Unterschiede zwischen der Theorie und Beobachtung, und zwar immer größere, die möglichen Beobachtungsfehler weit übersteigende. Die Thatsache solcher bei keinem der andern Planeten bemerkten Differenzen war festgestellt, und schon im Jahre 1830 machten die Astronomen den Anfang einer genaueren neuen Berechnung sämmtlicher Uranus-Beobachtungen mit verbesserten, dem neueren Zustande der Astronomie vollkommen entsprechenden Reductions-Elementen. Die Erklärungen, welche ausgesprochen wurden, und, wie sich von selbst versteht, durch Rechnung geprüft werden sollten, waren zwiefacher Art. Einige neigten zu der Annahme, daß das Gravitationsgesetz für den Uranus nicht seine unumschränkte Gültigkeit

besitze, andere zu der, daß jene Unregelmäßigkeiten der Bewegung die Folge der Anziehung eines den Lauf des Planeten störenden, noch unentdeckten Weltkörpers seien. Von der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften wurde im Jahre 1842 in Veranlassung der zunehmenden Fehler eine den Gegenstand betreffende Preisaufgabe ausgeschrieben, die aber ohne Beantwortung blieb. Später hatte Bessel in den letzten Lebensjahren sich mit der Auffuchung des störenden unbekanntem Planeten durch Rechnung beschäftigt, nachdem die Reduction der Bradley'schen Beobachtungen des Uranus durch unseren der Wissenschaft zu früh entziffenen Flemming beendet war, aber der große Schmerz, den er im Jahre 1840 durch den Verlust des einzigen Sohnes zu erleiden hatte, wirkte zu erschütternd und die sonst so rüstige Kraft war gelähmt; auch er wurde nach jahrelanger Krankheit noch vor der Vollendung dieser Arbeit vom Schauplatze seines Wirkens abgerufen. — Erst im Sommer des Jahres 1845 veranlaßte Arago den damals noch jungen Pariser Mathematiker Le Verrier sich mit der Lösung der Aufgabe zu beschäftigen. Die Wahl war eine glückliche, da letzterer trotz seines noch jugentlichen Alters bereits durch Arbeiten über die Säcular-Veränderungen der Planetenbahnen, die Theorie des Mercur und elliptische Kometen-Bahnen die Befähigung gezeigt hatte, ausgedehnte Zahlenrechnungen mit theoretischen Untersuchungen in Verbindung zu bringen. Der schöne Erfolg übertraf selbst die kühnste Erwartung, denn bereits im September 1846 befand sich Le Verrier im Besitze der Bahn-Elemente des nie gesehenen Weltkörpers, und als am 23. jenes Monats die neueste Ortsbestimmung desselben mit dem Wunsche der Auffuchung am Himmel mittelst des großen Refractors der Berliner Sternwarte an Herrn Galle einging, gelang diesem Astronomen die Auffindung noch in derselben Nacht, indem nahe am vorausberechneten Orte ein Sternchen achter Größe wahrgenommen wurde, das auf der akademischen Karte fehlte, und sich am nächsten Abende durch eine ganz im Sinne der Le Verrier'schen Elemente erfolgte Bewegung als der gesuchte den Uranus so mächtig störende Planet bewerkündete; diese Nachricht verbreitete sich mit größter Schnelligkeit in alle civilisirten Länder der alten und neuen Welt; das für die Naturwissenschaft so glänzende Jahrhundert, an dessen erstem Tage schon die Entdeckung eines neuen Planeten erfolgte, war um eine größere bereichert; noch niemals hatte die Theorie den Triumph gefeiert, daß der Rechner an seinem Arbeitstische, ohne selbst den Blick zum Himmel auch nur aufzuschlagen, den Sternkundigen die Stelle des Himmels genau bezeichnen konnte, wo sie einen

nach nie gesehenen Planeten zu suchen hätten. Wenn man bedenkt, daß diese Entdeckung durch die Art, wie sie gemacht wurde, in der Geschichte der Wissenschaft ohne Beispiel dasteht und seit Erschaffung der Welt, wenn nicht überhaupt, so doch gewiß in der Astronomie die größte ist, so wird man nicht überraschend finden, daß der stets jugendlich fühlende Arago dem neuen Planeten den Namen seines rechnenden Entdeckers beilegen wollte, ähnlich wie die Franzosen den Uranus Herschel nannten, doch entschied man sich nach längerer Zeit der größeren Gleichmäßigkeit wegen doch für eine mythologische Benennung und wählte den Namen Neptun. Nachdem die Bahn dieses Planeten nun auch noch aus einer hinreichenden Anzahl von Beobachtungen berechnet war, ergab sich für seine Umlaufzeit die Zeit von 164 Jahren 226 Tagen, sein mittlerer Abstand von der Sonne aber gleich 621 Millionen Meilen. Es war sehr natürlich, daß man auch durch ihn die Richtigkeit der am Anfange dieser Vorlesung angegebenen Progression zu prüfen suchte, allein diese fand sich nur sehr unvollkommen bestätigt. Wäre sie richtig, so mußte der Abstand des Neptun 2mal 384 und 8, also 776 Millionen Meilen groß sein, sie weicht also hier schon um 155 Millionen Meilen ab, also um den vierten Theil seiner Entfernung von der Sonne. Die planetarische Grenze ist demnach jetzt auf 621 Millionen Meilen, also um 220 Millionen Meilen weiter gerückt. Auch Neptun ist von Trabanten begleitet. Aber selbst in dieser ungeheuern Entfernung hört die Herrschaft der Sonne noch keinesweges auf; die Grenze des Planeten-Systems ist nicht die des Sonnensystems. Das Heer der Kometen gehorcht nicht minder als die bisher betrachteten Himmelskörper ihrer Anziehungskraft.

Bevor wir uns jedoch am Marksteine der Planetenwelt jenen Wandelsternen zuwenden, bleibt mir noch übrig um die rasche Entwicklung der astronomischen Arbeiten auf dem Gebiete, an dessen Grenze der Vortrag gelangt ist, vollständig darzulegen, die Thätigkeit eines Mannes zu schildern, der eine lange Reihe von Jahren hindurch durch tief sinnige theoretische Untersuchungen die praktische Astronomie, besonders in Beziehung auf den zuletzt betrachteten Theil so mächtig förderte, daß in diesem Jahrhundert die Wissenschaft mit Riesenschritten sich erweitern konnte. Man hat ihn den Archimedes der Deutschen genannt, aber so viel damit auch gesagt sein soll, der Vergleich ist dennoch nur einseitig. Denn nicht sich begnügend mit der mathematischen Spekulation, die ihn Entdeckungen machen ließ, durch welche die Mathematik eine neue Gestalt gewann, hat Carl Friedrich Gauß auf die Wirklichkeit mit ihren Phänomenen und

Bewegungsgesetzen die glänzendsten Anwendungen gemacht, indem er mit bewundernswürdigem Scharfsinne die complicirtesten Probleme der Astronomie und des Magnetismus auf ihren einfachsten Ausdruck zurückführte. Wenn vor ihm ein Mann gelebt hätte, der die geistige Befähigung des Geometers von Syracus mit der eines Newton vereinigend, das Feld der reinen und angewandten Größenlehre wie jene beiden beherrscht hätte, so würde der Vergleich mit einem solchen haltbar sein. Aber ein solcher hatte noch niemals gelebt, als am 30. April 1777 auf dem Wenden-Graben zu Braunschweig in einem kleinen ärmlichen Hause nur wenig bemittelten Eltern ein Sohn geboren wurde, der schon in seinen ersten Lebensjahren die außerordentlichsten Beweise einer hohen Begabung an den Tag legte und zu den größten Erwartungen berechnete. Gaußens Vater betrieb das Maurer-Handwerk. Am Sonnabend pflegte er für die geschlossene Woche den unter ihm arbeitenden Gesellen den Lohn auszuzahlen, wobei zugleich denjenigen, welche nach dem Feierabend gearbeitet hatten, für jede einzelne Stunde ihrer außerordentlichen Beschäftigung eine dem Tagelohn verhältnißmäßige Vergütung zugeschrieben wurde. Nachdem eines Abends der Meister für die verschiedenen Betheiligten seine Rechnung geschlossen hatte, und im Begriff war das Geld zu verabsolgen, erhob sich der noch nicht dreijährige Knabe von seinem Bettchen und rief: „Vater die Rechnung ist falsch, es macht so viel“, indem er eine gewisse Zahl nannte. Die Rechnung wurde darauf mit großer Aufmerksamkeit wiederholt, und zum Erstaunen aller Anwesenden genau so befunden, wie sie vom kleinen Carl angegeben war. — Nachdem der Knabe sein siebentes Jahr zurückgelegt hatte, besuchte er die Catharinen-Schule, welcher damals ein gewisser Büttner vorstand. Hier ging der Lehrer in einer dumpfen niedrigen Stube zwischen etwa 100 Kindern auf und ab, mit der Karbatzche in der Hand, welche damals noch nicht verpönt war, und von welcher er nach Umständen einen schonungslosen Gebrauch zu machen sich berechtigt fühlte. In dieser Schule brachte das Herkommen mit sich, daß der Schüler, welcher zuerst sein Rechen-Exempel fertig hatte, die Schiefertafel mit dem darauf geschriebenen Resultate umgekehrt auf den Tisch legte, worauf dem Herr Büttner, nachdem dies von allen Schülern gethan war, die Tafeln umkehrte und die einzelnen Angaben mit dem richtigen Facit verglich. Der kleine Gauß war eben in die Rechenklasse übergegangen, als eines Tages eine arithmetische Progressions-Aufgabe gegeben wurde. Kaum war dieselbe ausgesprochen, als er die Tafel mit den Worten: „da ligget se“ auf den Tisch warf. Während die anderen Schüler noch

emfig weiter rechnen, addiren und multipliciren, geht Herr Büttner in gewohnter Weise auf und ab, den kleinen so schnell fertig gewordenen Knaben mit mitleidigen und spöttischen Blicken von Zeit zu Zeit ansehend, während dieser ganz ruhig der Dinge wartet, die da kommen können, denn er ist vollkommen von der Richtigkeit seiner abgegebenen Rechnung überzeugt. Am Ende der Stunde wurden die Tafeln umgekehrt, die von Gauß hatte zum großen Erstaunen des Lehrers und der übrigen Schüler das Richtige, während die Angaben vieler anderen falsch waren, und darauf in üblicher Weise rectificirt wurden. Nun glaubte der Lehrer ein gutes Werk zu thun, indem er sich aus Hamburg sehr bald ein neues Rechenbuch verschrieb, um damit den jungen, so reich begabten Geist des nicht gewöhnlichen Schülers zu unterstützen, doch soll er trotz dem in kurzer Zeit einsichtsvoll genug gewesen sein, zu erklären, daß Gauß in seiner Schule nichts mehr lernen könne. Büttner hatte damals einen jungen Mann Namens Bartels zum Gehülfen, dessen Geschäft es war, den kleinen Knaben die Federn zu schneiden und ihnen im Schreiben nachzuhelfen. Derselbe interessirte sich zufällig für mathematische Studien und schaffte mehrere mathematische Bücher an, welche er mit dem jungen Gauß gemeinschaftlich studirte; auf diesem Wege sollte der angehende Geometer zuerst mit der höheren Analysis Bekanntschaft machen, die später durch ihn so wesentliche Erweiterungen erhielt. Bartels gebührt noch das besondere Verdienst, daß er mehrere in Braunschweig hochstehende Personen auf das hervorragende Genie seines jungen Freundes aufmerksam machte, namentlich die Geheimräthe Zimmermann und Feronce, welche ihren Einfluß beim Herzoge in edler und nicht genug zu rühmender Weise zum Vortheil ihres Günstlings benutzten. In solcher Weise steht den höheren Staatsbeamten ein schöner Weg zur Unsterblichkeit offen, — wenn im Laufe der Zeit die Namen auch der Verdienstvolleren der Vergessenheit anheimfallen sollten, in den Gedächtnistafeln der Cultur-Geschichte bleiben sie für immer mit unvergänglichen Lettern verzeichnet. Bartels selbst blieb auch später bis zu seinem Tode — er starb als Professor der Mathematik in Dorpat 1836 — in der freundschaftlichsten Beziehung zu Gauß, der ihn wegen seiner menschenfreundlichen Gesinnung hochschätzte, und sich mit Dankbarkeit des ersten Lehrers in seiner Wissenschaft stets theilnehmend erinnerte.

Fast gegen den Willen seines Vaters kam Gauß, 11 Jahre alt, auf das Gymnasium. Seiner vorgerückten Kenntniß wegen wurde er sogleich in die zweite Klasse aufgenommen. Hier bemächtigte er sich mit so

unglaublicher Schnelligkeit der alten Sprachen, auf welche damals allein Rücksicht genommen wurde, daß er die Bewunderung aller Lehrer und Schüler erregte. Nach zwei Jahren wurde er nach Prima versetzt, und bald darauf, da der regierende Herzog Carl Wilhelm Ferdinand den 13jährigen genialen Knaben persönlich kennen lernen wollte, bei Hofe vorgestellt. Von diesem Fürsten unterstützt, bezog er 15 Jahre alt das Carolinum zu Braunschweig, wo er, wie nach manchen Aeußerungen zu schließen, sich schon mit tiefen mathematischen Untersuchungen beschäftigte und die Werke eines Euler, Lagrange so wie Newton's Prinzipien studirte. Einige Jahre darauf ging er nach Göttingen auf die Universität, noch nicht völlig entschlossen, ob er der Philologie oder der Mathematik sein Leben widmen solle. Zu der letzteren fand er sogar dort weniger äußere Anregung als zu jener, indem Kästner's Vorträge ihn nicht ansprachen, wohl aber die geistvolle Behandlung des klassischen Alterthums, durch welche der große Philologe Heyne die Studirenden anzuregen wußte, einen tiefen Eindruck machte. Indessen bedurfte es keinen akademischen Lehrers um die Neigung zu mathematischer Thätigkeit, die ihm angeboren war, zu verstärken, denn die Erfolge seines Privatstudiums waren so bedeutend, daß ihm kein Zweifel über die zu erfüllende Lebensaufgabe übrig bleiben konnte. Schon in den beiden ersten Jahren seines Göttinger Aufenthalts machte er zwei Entdeckungen, von denen die eine die Grundlage zur Berechnung des wahrscheinlichsten Resultats aus einer beliebigen Anzahl von Beobachtungen für die Astronomie von wesentlichem Einflusse geworden, die andere, eine rein geometrische, zum Erstaunen der Mathematiker erkennen ließ, daß Constructionen, welche man seit 2000 Jahren für unmöglich gehalten, dennoch durch Kreis und gerade Linie ausführbar seien; als ihm die letzte gelang, war er noch nicht 19 Jahre alt. Diese Untersuchungen hat er später in einem 1801 erschienenen großen Werke weiter ausgeführt, mit dem in der Geschichte der Mathematik ein neuer Abschnitt beginnt. Der Name des Verfassers wurde nun allen Gelehrten seines Faches bekannt, und selbst von den ausgezeichnetsten Vertretern der Wissenschaft mit Hochachtung genannt. Laplace, den damals Jemand fragte, wer wohl der größte Mathematiker in Deutschland sei, antwortete: Pfaff in Helmstädt; als der Fragende äußerte, daß er geglaubt habe „Gauß“, sagte jener: „Gauß ist der größte Mathematiker in Europa.“ Aber auch die Astronomie sollte durch die bewegendende Kraft des mit seltenem Talent begabten Forschers einen nicht zu hoffenden Aufschwung erfahren. Die Entdeckung der kleinen Planeten,



welche den Astronomen gelungen war, gab hier die äußere Veranlassung. Die Methoden, welche man am Anfange des Jahrhunderts zur Berechnung der Planetenbahnen anwandte, waren theils nicht in aller Schärfe genau, theils in der Ausführung sehr mühsam und zeitraubend; die Aufgabe, diese Methoden auf sichere und zugleich einfachere zurückzuführen, war durch die Wirklichkeit gegeben, aber die Astronomen konnten sie nicht lösen. Da unternahm Gauß eine neue Behandlung des Gegenstandes und bald befand er sich im Besitze von Rechnungs-Vorschriften, die an Sicherheit und Leichtigkeit selbst die kühnsten Wünsche der Praktiker übertrafen, und, um nur einen Fall anzuführen, die verloren gegangene Ceres wieder auffinden ließen. Rechnungen, welche einst der große Euler während einer Zeit von 3 Tagen nur mit der größten Anstrengung bezwingen konnte, in Folge welcher er sogar zu erblinden das Unglück hatte, machte Gauß nach eigener Theorie, indem er die Uhr dabei auf den Tisch legte, in einer Stunde. Freilich, fügte er hinzu, als er viele Jahre später dieser Rechnungen gegen einen jüngern Astronomen erwähnte, würde ich auch wohl blind geworden seyn, wenn ich in dieser Weise drei Tage lang hätte fortfahren wollen. Wenn die Astronomen seit Entdeckung der Astraea bis jetzt die von Gauß gegebene Theorie nicht hätten auf so viele der kleinen Planeten anwenden und dadurch die sich immer mehr anhäufende Arbeit überwinden können, so wäre unläugbar der widerwärtige Umstand eingetreten, daß mehrere der neuen Planeten ohne Bahnbestimmung hätten bleiben müssen, und die menschliche Geisteskraft nicht vermögend gewesen wäre, den Reichthum der Erscheinungen in würdiger Weise zu beherrschen. Schon hieraus dürfte hervorgehen, wie einflußreich die Arbeiten des großen Mathematikers auf den Zustand der praktischen Astronomie geworden sind, und dennoch ist die hervorgehobene Seite nur eine von vielen; in dem großen Werke über die Berechnung der Planetenbahnen, welches schon 1809 erschien und für ewige Zeiten die Grundlage ähnlicher Forschungen bleiben wird, wie auch die Wissenschaft im Laufe von Jahrhunderten sich gestalten möge, bildet der genannte Gegenstand nur einen Theil der reichhaltigen Untersuchungen über die Theorie der Bewegungen der Himmelskörper.

Doch die hier kärglich zugemessene Zeit gestattet nicht die staunenswürdigen Leistungen des seltenen Genies weiter zu verfolgen, da schon die Methoden, welche er für die Berechnung der Gradmessungen erdachte und bei der Hannoverischen, deren obere Leitung ihm anvertraut war, wirklich anwandte, ein selbstständiges Kapitel in der Geschichte der ma-

thematischen Wissenschaften anfüllen. Nur will ich zur Vermeidung von Mißverständnissen noch hinzufügen, daß er nicht etwa nur theoretischer, sondern auch praktischer Astronom war, und neben der mathematischen Professur, die ihm an der Universität zu Göttingen bereits 1807 übertragen wurde, durch wichtige Beobachtungen auf der unter seiner Leitung erbauten Sternwarte seine Befähigung auch nach dieser Seite hin glänzend bewiesen hat. Die Hannoverische Regierung war unangefochten bestrebt den Schatz zu hüten, welchen sie an ihm erworben hatte, und als viele Jahre später die Preussische einige Schritte that, um den berühmten Mann für die Berliner Hochschule zu gewinnen, wußte man ihn an die Georgia Augusta in so liberaler Weise zu fesseln, daß er es für eine Pflicht der Dankbarkeit hielt, für seine Lebenszeit in Göttingen zu bleiben. Der Ehrenbezeugungen, welche ihm von gelehrten Körperschaften des In- und Auslandes zu Theil wurden, darf hier kaum gedacht werden, da sie sich von selbst verstanden, und die, welche sie ihm spendeten, mehr erhoben als ihn. Freilich die ersten Jahre seines dortigen Aufenthalts gingen nicht ohne irdische Noth und manche Widerwärtigkeiten des Lebens an ihm vorüber. Kaum in jener Stadt angekommen verlor er seinen geliebten Vater und bald darauf seine Gattin, mit der er sehr glücklich gelebt hatte. Noch hatte er als Direktor der Sternwarte nicht das geringste Gehalt bezogen, als auf Napoleons Befehl eine ungeheure Kriegscontribution in Form einer Anleihe für das neu geschaffene Königreich Westphalen ausgeschrieben wurde. Auch auf die Universität wurde diese Last verhältnißmäßig vertheilt und der Betrag, welchen Gauß entrichten sollte, auf 2000 Francs festgesetzt. Während er kaum im Stande war diese Summe zu erschwingen, erhält er dieselbe eines Tages mit freundschaftlichem Briefe von jenem Manne, den ich in der neunten Vorlesung bei dem Berichte über Bessels Leben mit der ihm gebührenden Hochachtung genannt habe. Zugleich sprach Olbers sein schmerzliches Bedauern aus, daß Gelehrte solchen schmähligen Brandschatzungen unterworfen seien. Gauß, der das Wohlwollen seines edlen Freundes dankbar erkannte, schickte die Einlage jedoch sogleich nach Bremen zurück. Aber bald darauf kam ein Brief von Laplace, in welchem derselbe anzeigte, daß er bereits die Contribution von 2000 Fr. in Paris eingezahlt habe; doch auch dieses gütige Anerbieten glaubte Gauß ablehnen zu dürfen. Indessen schien es einmal bestimmt, daß seine drückende Lage durchaus erleichtert werden sollte, denn nun kam aus Frankfurt eine anonyme Zusendung, von der er erst in späterer Zeit erfahren hat, daß sie ein Geschenk des Fürsten Primas

gewesen war. Nachdem die Fremdherrschaft aufgehört hatte, floß sein Leben ruhig und ungetrübt während einer langen Reihe von Jahren dahin. Mit einer Freundin seiner verstorbenen Gattin schloß er ein Ehebündniß, aus welchem zwei Söhne und eine noch jetzt lebende Tochter hervorgingen. Im Jahre 1849 feierte die Universität sein 50jähriges Doktor-Jubiläum. Mit dem edelen Bewußtsein eines großen Mannes durfte er an jenem Tage auf sein thatenreiches Leben zurückblicken. Ein zahlreicher Kreis von Freunden, Verehrern und dankbaren Schülern hatte sich von nah und fern um ihn versammelt. Zugleich wurden ihm vielfache Guldigungen dargebracht: erneuerte Diplome, die Ehrenbürgerrechte der Städte Göttingen und Braunschweig, der Ordensverleihungen zu geschweigen. Etwa bis zum Jahre 1853 hatte er sich einer guten Gesundheit zu erfreuen, der Gebrauch der Medizin war ihm vollkommen unbekannt, denn nur vor 40 Jahren hatte er sich zwei Rezepte von Oibers verschreiben lassen. Doch jetzt zeigte sich Schlaflosigkeit verbunden mit kurzem Athem, und nur auf wiederholtes längeres Zureden entschloß er sich seinen noch an unserm Orte in verdienter Liebe und Achtung stehenden Kollegen, Herrn Professor Baum, um seinen ärztlichen Beistand zu ersuchen. Dieser erkannte nach einer genauen, zu verschiedenen Tagen fortgesetzten Untersuchung die Krankheit als eine Herzerweiterung. In einem Schreiben, welches mir in jener Zeit durch die Güte unseres berühmten Mitgliedes der naturforschenden Gesellschaft in Angelegenheiten derselben zu Theil wurde, erklärte mir der ausgezeichnete Arzt, daß nur wenig Hoffnung auf eine Wiederherstellung oder auf ein längeres Hinhalten des Kranken vorhanden sei. Und in der That war der Zustand nur mit Unterbrechungen ein unerträglicher, bis endlich schon gegen das Ende des Jahres 1854 sich Symptome zeigten, die auf eine baldige Auflösung schließen ließen. Am 14. Januar des folgenden Jahres war im Auftrage des Königs von Hannover der Bildhauer Hessemann in Göttingen angekommen, um ein Medaillon des großen Mathematikers anzufertigen. Am 23. Februar Morgens 1 Uhr 5 Minuten that der Gefeierte seinen letzten Athemzug. Nach den Berichten derer, welche während seiner Krankheit ihn umgaben, stand seine Taschenuhr, die ihn durch den größten Theil seines Lebens begleitet hatte und während seiner Krankheit immer aufs Sorgfältigste in Gang gehalten war, in jener Nacht, wenige Minuten nach 1 Uhr still. Ein Bericht enthält noch die Worte: „Es war überstanden! die edle Seele hatte ausgehaucht; sie war berufen zu ihrer eigentlichen Heimath, um dort ihr angefangenes Werk zu vollenden; sie war eingegangen in jenes unbeg-

kannte Reich, das die Boge der Ewigkeit voll Frieden umspült, in dem nur große Gedanken, himmlische Gefühle leben und in dem kein Schmerz, keine Klage dieser Erde wiederhallt; das trübe Gefilde der Verwesung lag hinter ihr.“

Wenn meine Wahrnehmungen mich nicht täuschen, so ist der Name des großen Göttinger Mathematikers und Astronomen in den östlichen Provinzen unseres Vaterlandes minder bekannt als in den westlichen; vielleicht mit deshalb, weil der Königsberger Astronom hier vorzugsweise genannt zu werden pflegt, und bei der Bekanntschaft mit seinen außerordentlichen Leistungen nicht leicht eine wesentliche Bereicherung der Wissenschaft noch vermisst wird. Gewiß ist die Bescheidenheit der Deutschen den Ausländern gegenüber bisweilen zu weit getrieben worden, sie ist beinahe noch größer als die Annahme der Franzosen, was nicht wenig sagen will. Wir besitzen in unserer Literatur weder eine Geschichte der Mathematik, noch eine der Astronomie, während Montucla und Delambre längst solche Werke bearbeitet haben. Man sage nicht, dies sei ja gleichgültig, es komme doch nur auf die Arbeiten selbst an, sie würden sich schon von selbst geltend machen und thäten dies auch. Dies wäre allerdings schon recht, wenn man nicht in einer Welt lebte, in welcher nicht alles von allen gekannt werden kann. Man kann von keinem Staatsmanne verlangen, daß er Mathematiker oder Astronom von Fach sei, man wird es kaum wünschen können; und dennoch, wie wichtig ist es, daß diejenigen, welche die materiellen Mittel zu bewilligen haben, die Vertreter der höchsten Macht, von der wissenschaftlichen Bedeutung Einzelner unterrichtet werden, die den Ruhm des Vaterlandes weit über die engen Grenzen desselben verbreiteten und zum Erstaunen des Auslandes in untergeordneter und gedrückter Stellung ihr Leben dahinschleppen mußten. Und dann, von dieser Seite ganz abgesehen, sollte z. B. eine Vergleichung zwischen Gauß und Bessel so viel weniger für einen Deutschen Interesse haben können, als die oft beliebte zwischen Göthe und Schiller? Sollten nur die Dichter, nicht auch die Gelehrten, wenn sie Bewundernswürdiges schufen, das Herz der Deutschen erwärmen und die aufstrebende Jugend zum Nachehrer begeistern können? Wir reden so viel vom Einbringen der Bildung in die verschiedenen Schichten der Gesellschaft, was ist denn in Deutschland geschehen, um dieses Einbringen zu einem wahrhaften zu machen? Ich kann mir den Nutzen nicht groß genug vorstellen, den eine Geschichte zunächst der mathematischen Naturwissenschaften auch in weiteren Kreisen verbreiten müßte, wobei sich jedoch von selbst versteht,

daß zur Abfassung einer solchen die bedeutendsten Vertreter des Gegenstandes mühten gewonnen werden, da hohle encyclopädische Darstellungen nur der Oberflächlichkeit Nahrung bieten können.

Nachdem wir die Planeten bis zu der Grenze, welche wir bis jetzt für die äußerste halten, verfolgt haben, wird Ihnen nicht entgangen sein, daß die Forschungen der Astronomen weniger glücklich in Beziehung auf die physische Beschaffenheit als auf die Bewegung jener Körper trotz der so großen Vervollkommnung der künstlichen Sehwertzeuge ausgefallen sind. Dies wird nicht befremden, wenn man erwägt, daß die in letzterer Hinsicht gewonnenen Kenntnisse durch eine auf mathematische Gedanken-Entwicklung gestützte Bemühung des allgemeinen Gravitations-Gesetzes herbeigeführt wurden. Derselben hat man auch die Beantwortung der wichtigsten Fragen über die Erhaltung des ganzen Systems zu danken. Schon Hipparch machte, als er seine Beobachtungen des Fixsternhimmels mit den 150 Jahre früheren des Timocharis verglich, die Bemerkung, daß die sogenannten Längen der Sterne sämmtlich um etwa 2 Grade zugenommen hatten, während die Breiten im Ganzen unverändert geblieben waren, und auch in späterer Zeit hat sich dieselbe Erscheinung regelmäßig gezeigt. Die Constellationen der Sterne selbst werden dadurch nicht afficirt, nur die Punkte, wo die bis an den Himmel verlängerte Erdbahn, derjenige Kreis, in welchem die Sonne sich während eines Jahres bewegt, den Himmelsäquator schneidet, rücken regelmäßig fort. Um einen Vergleich zu machen, könnte man sich eine Landkarte vorstellen, auf welcher die verschiedenen Punkte der Erde nach ihrer geographischen Länge und Breite eingetragen, und die Längen für einen festen Meridian, etwa den von Ferro, angegeben sind. Wenn sich nun zeigte, daß im Laufe der Zeit die geographischen Längen, aus späteren Beobachtungen ermittelt, mit den früheren nicht stimmten, sondern alle um eine und dieselbe Größe angewachsen wären, so würde dies offenbar auf die Abstände jener Dertter von einander keinen Einfluß haben, die Beobachtungen würden nur zeigen, daß der Meridian von Ferro auf der Erde eine andere Lage erhalten habe, also auch die beiden Punkte, in welchen dieser Meridian den Aequator durchschneidet, in entgegengesetzter Richtung fortgerückt seien. Da die beiden Punkte, in welchen die Ekliptik den Himmelsäquator schneidet, zugleich diejenigen sind, in welchen sich die Sonne zur Zeit der Frühlings- und Herbstnachtgleiche befindet, so hat man ihre regelmäßige Verschiebung mit dem Namen der Vorrückung der Nachtgleichen belegt. Dieselbe läßt sich, nachdem man ihre wahre Ursache entdeckt hatte, sehr leicht und

bequem berechnen. Sie entsteht dadurch, daß die Sonne, der Mond und die Planeten auf den abgeplatteten Erdkörper eine Anziehung ausüben. Vermöge dieser allmählichen Verschiebung kommen die Nachtgleichenpunkte in 26000 Jahren nach und nach in alle Punkte der Ekliptik zu stehen. Der Aequator des Himmels durchschneidet in dieser Zeit immer andere Sternbilder und derjenige Stern, welcher jetzt Polarstern ist, wird einmal aufhören es zu sein; das Gleichgewicht des Sonnensystems wird durch diese Störung in keiner Weise beeinträchtigt. Aber anders wirken solche Störungen, welche auf die Form und die Lage der Planetenbahnen im Welt- raume einen Einfluß äußern. Die Lage der Erdbahn gegen den Aequator, durch welche die Abwechselung der Jahreszeiten herbeigeführt wird, ist nicht fest; ihre Neigung nimmt jetzt regelmäßig ab, wenngleich nur langsam. Es ist nicht schwer zu sagen, was folgen müßte, wenn diese Ab- nahme sich so weit erstreckte, daß einst die Sonnenbahn mit dem Aequator zusammenfiel. Dann würde an allen Orten der Erde das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht gleich sein, da der Unterschied in der Länge der verschiedenen Tage eines Jahres nur eine Folge jener Neigung ist; die Unterschiede der Jahreszeiten würden ganz wegfallen, ja das Jahr seine Wichtigkeit für das Leben gänzlich verlieren, und nur noch von den Astro- nomen beachtet werden. Wenn dagegen der umgekehrte Fall einträte und einst die Ekliptik auf den Aequator senkrecht stehen könnte, so würde das Verhältniß der Jahreszeiten ein ganz anderes als jetzt werden. Der Nord- und Südpol unserer Erde würden dann einmal im Jahre die Sonne über dem Scheitel haben, sie würde zu gewissen Zeiten an allen Punkten der Erde innerhalb 24 Stunden nicht auf- und nicht unter- gehen, also dann auf der ganzen Erde dasselbe stattfinden, wie gegen- wärtig nur in den kalten Zonen. Daß die Wärmenverhältnisse, die Be- schaffenheit der organischen und anorganischen Welt sich ändern müßten, bedarf wohl keines Beweises. Obgleich für den Erdbewohner beide hier angeführte Extreme ein ganz anderes Leben mit sich bringen würden, ist doch für andere Planeten wenn auch nur annäherungsweise solche An- ordnung getroffen, daß sowohl das eine als auch das andere wirklich stattfindet, jenes bei Jupiter, dieses bei Uranus.

Von noch viel größerem Einfluß als die bisher betrachteten Verän- derungen würde eine Veränderung der Bahnen sein in Hinsicht auf die mittleren Abstände der Planeten vom Centrkörper. Würden im Laufe der Zeit diese Abstände immer kleiner, welches sich erkennen ließe durch ein Kürzerwerden der Umlaufzeiten, so müßten jene Weltkörper sich der

Sonne so nähern können, daß sie endlich einmal mit ihr zusammenstießen, wodurch nur ihre Berührung erfolgen könnte; ja schon beträchtliche Annäherungen würden in Bezug auf die Temperatur-Verhältnisse wesentliche Veränderungen mit sich führen, die auch nicht ausbleiben könnten, wenn einst das Gegentheil, nämlich eine allmählig größer werdende Entfernung, eintreten sollte. Wenn auch viele Tausende von Jahren vergehen müßten, bevor jene Veränderlichkeit der Abstände sich bemerklich machte, immer würde doch ein Zeitpunkt eintreten, da das Gebäude der Schöpfung in einen von dem jetzigen ganz verschiedenen Zustand geriethe. Will der unbekante Urheber des Sonnensystems seine Welt erhalten, oder soll sie, wenn auch erst nach einer Zeit, die wir in Millionen von Jahren nicht einmal ausdrücken können, in ein Chaos zusammensinken? — Welch ein tiefer Einblick in die Anordnung des großen Planeten-Verbandes wird nothwendig sein, um diese Frage durch Beobachtung und Rechnung zu beantworten! und dennoch ist dieser Einblick uns vergönnt worden durch consequente Anwendung des allgemeinen Gravitationsgesetzes. Der Entdecker desselben, der unsterbliche Newton, verließ diesen Wohnort, den wir nur für die erste Stufe geistiger Entwicklung halten dürfen, ohne die Antwort in gewünschter Weise ertheilen zu können, und sein Zeitgenosse, Deutschlands großer Denker, Leibniz, befand sich in gleichem Falle. Damals hatte die Analysis sich noch nicht zu der Höhe emporgeschwungen, daß man solche Untersuchungen wirklich ausführen konnte. Jeder von beiden mußte sich mit einer Beantwortung begnügen, die nicht dem Boden der Wissenschaft entsprossen war. Jener hatte die Ueberzeugung, daß im Laufe der Jahrtausende allmählig, aber unaufhaltsam ein Zustand eintreten werde, der mit einem gesicherten Fortbestehen der Glieder des Sonnensystems unvereinbar sei. Alsdann müsse, dies war seine Meinung, die Gottheit selbst durch einen unmittelbaren Akt der Allmacht — der sich freilich nicht voraussehen lasse — eingreifen und wieder zur früheren Ordnung zurücklenken. Dagegen wandte Leibniz Folgendes ein: „Der Schöpfer des Univerfums sei kein probirender Künstler, der nachhelfe, wenn die Maschine in Unordnung gerathen wolle, da er es im Anfang noch nicht so gut verstanden habe.“ Nach jenem Philosophen giebt es eine prästabilitirte Harmonie, zu der Alles von selbst wieder hinstrebt und streben muß, die niemals einen Zustand herbeikommen läßt, welcher ein Radikalmittel selbst der göttlichen Allmacht nothwendig macht. Er behauptete im Gegensatz zu Newton die Stabilität des Weltsystems, weil er an sie glaubte, doch beweisen konnte er sie nicht. Laplace und

Bousson haben bereits im Anfange dieses Jahrhunderts den Gegenstand untersucht und sind zu dem Resultate gelangt: daß die Abnahme der Neigungen der Planetenbahnen nicht fortwährend stattfinde, sondern daß dieselbe sich einmal wieder in eine Zunahme verwandeln werde, diese abermals in eine Abnahme u. s. w., d. h. die Veränderungen seien nicht progressiv, sondern oscillatorisch. Die Schiefe der Ekliptik z. B. nimmt zwar jetzt ab und hat von Hipparch bis Bessel um einen Viertelgrad abgenommen, aber es wird eine Zeit kommen, in der sie wieder zunehmen wird, so daß die Bewegung der einen Ebene gegen die andere genau so vor sich geht wie die Schwankung des Pendels einer Uhr, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Schwingungsdauer nach Hunderttausenden von Jahren zu zählen ist.

Noch überraschender ist das Ergebnis der analytischen Rechnung, daß die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne im Laufe der Zeit vollkommen unverändert bleiben, also weder eine mit der Zeit fortschreitende Annäherung an die Sonne, noch ein Weiterrücken von derselben stattfinden kann.

Es giebt Astronomen, welche der Anblick des gestirnten Himmels inakt läßt, sei es, daß die anhaltende Beschäftigung mit den einzelnen Problemen der Wissenschaft sie allmählig hat unempfindlich werden lassen gegen die Pracht der ganzen Erscheinung, die Humboldt so passend mit den Worten der landschaftlichen Anmuth des Sternhimmels bezeichnet, sei es, daß ihnen überhaupt die Fähigkeit fehlt, sich den Wundern der Schöpfung in ihrer Gesamtheit mit vollem Gefühle zu überlassen, — aber jene Wahrheiten, die ermittelt sind durch die Kraft der mathematischen Hilfsmittel, welche der menschliche Verstand zu seiner eigenen Verstärkung geschaffen hat, durch deren Beistand ihm möglich geworden ist eine Reihe von Folgerungen in Verbindung zu setzen, die von den Bewegungen der Sonne und des Mondes bis zu den Bewegungen des Meerwassers führen, jene Thatfachen, die uns zurufen: „Der Schöpfer hat sein Werk erschaffen, um es für ewig in ungestörtem Gleichgewichte zu erhalten“, sie werden jedes Sterblichen Herz freudig erheben lassen, auch dann noch, wenn die Epoche ihrer Entdeckung einst. Jahrtausende zurückliegt.



## Zwölfte Vorlesung.

Kometen. — Soltere Beobachtungen. — Methode der neueren Beobachtungen. —  
Elemente der Kometenbahnen. — Merkwürdige Kometen. — Möglichkeit des  
Zusammenstoßens eines Kometen und der Erde. — Schluss.

---

Nachdem wir von Objekten des Fixsternhimmels ausgehend die Doppelsterne, die Sternhaufen, die Nebelflecke und jenen breiten Lichtstreifen, die Milchstraße, untersucht hatten, kehrten wir zurück in den kleinen Theil des Universums, zu dem als einzelnes Glied auch der Weltkörper gehört, den wir bewohnen; und das Planetensystem bot, im Einzelnen wie im Ganzen, den Gegenstand der Betrachtungen dar, welche in den letzten Vorlesungen angestellt wurden. Jetzt, da die entwickelnde Darstellung der nach so verschiedenen Richtungen unternommenen Arbeiten der Astronomen ihrem Ende zueilt, bringt der Abschluß des Cyclus mit sich, daß ich Sie bitten muß zum Fixsternhimmel zurückkehren und auf die Nebelflecke noch einmal Ihre Aufmerksamkeit lenken zu wollen. Nur wenige derselben haben eine merkliche Ortsveränderung am Himmel gezeigt, nicht einmal eine so kleine wie die unter dem Namen der eigenen Bewegung der Fixsterne bekannte, welche aus genauen Vergleichen älterer und neuerer Sternkataloge festgestellt ist, woraus jedoch keinesweges gefolgert werden kann, daß sie ihnen fehlt, indem die Beobachtungen bis heute noch zu wenig genau sind, um darüber entscheiden zu können; nur das wissen wir, daß sie nicht unserer Planetenwelt, sondern dem Fixsternhimmel angehören; dasselbe gilt auch von einigen glänzenden neuen Sternen, die plötzlich erschienen, längere Zeit hindurch selbst bei Tage sichtbar waren, dann allmählig schwächer wurden und endlich wieder verschwanden, wie der berühmte von 1572 zur Zeit Tycho de Brahe's. Zeigt sich nun ein früher nicht bemerkter, nebelartiger Gegenstand im Fernrohre des Beobach-

ters, so wird dieser Anfangs im Zweifel sein, ob er denselben zu den Nebelflecken zu zählen habe oder nicht. Dieser Zweifel würde sich sogleich beseitigen lassen, wenn wir von jenen ein vollständiges bis auf die schwächsten sich erstreckendes Verzeichniß besäßen, — da dies aber noch nicht der Fall ist, so wird man warten müssen, ob nach einiger Zeit eine Ortsveränderung, die bisweilen sich schon nach einigen Stunden zeigt, bemerkbar ist. Kann eine solche unzweifelhaft ermittelt werden, so wird der beobachtete Gegenstand sich als ein unserem Sonnensysteme angehöriger betrachten lassen und der Versuch gewagt werden dürfen, seine Bahn um die Sonne durch Rechnung zu bestimmen und dieselbe durch fortgesetzte Beobachtungen zu prüfen. Weniger lange kann offenbar dann ein Zweifel obwalten, wenn die Erscheinung im Fernrohre eigenthümlicher, von der allgemeinen Form der Nebelflecke abweichender Art ist, — wenn nämlich nicht ein nur rundes, sondern ein in einen Schweif auslaufendes Nebelgebilde sich darstellt; der Zweifel schwindet ohne weiteres, wenn das Objekt zugleich dem unbewaffneten Auge sichtbar wird, und verwandelt sich nach der heutigen Kenntniß der Natur dieser früher so räthselhaften Formationen in die Ueberzeugung, daß wir den Keuling als ein Glied des Sonnensystems betrachten dürfen.

Die Kometen oder Haarsterne, so nennen wir dann jene nebelartigen Massen, unterscheiden sich also zunächst von den Planeten durch ihre äußere Gestalt, indem diese den Eindruck des Festen und Starren, jene den des Lockern und Unbestimmten machen; — freilich nur im Allgemeinen, denn die an verschiedenen Formen überschwänglich reiche Natur hat auch hier für Uebergänge gesorgt, und so wie es am Fixsternhimmel an vollkommen kreisrunden, gegen den Mittelpunkt der Masse hin stark verdichteten Nebeln nicht fehlt, so hat sie auch Kometen mit festem und glänzendem Kern gebildet, die sich äußerlich von jenen kaum noch unterscheiden. Eine zweite wesentliche Verschiedenheit zwischen Kometen und Planeten besteht in der gewöhnlich von der Ellipse abweichenden Form der Bahnen, in welchen jene ihren Lauf um die Sonne bis in unberechenbare Entfernungen fortsetzen, nachdem sie in die Nähe des Centralkörpers gelangt sind, d. h. die meisten Kometen, welche man beobachtet hat, bewegen sich in so lang gestreckten Ellipsen, daß man die Umlaufzeit nicht anzugeben im Stande ist, — ich wiederhole: die meisten, denn auch in dieser Beziehung machen einige Kometen von kurzer oder doch wenigstens bestimmbarer Umlaufzeit eine Ausnahme. Wenn ein Komet während der ganzen Dauer seiner Sichtbarkeit nur durch Fernrohre wahrzunehmen ist, so nennt

man ihn einen teleskopischen. Die Geschichte der Astronomie zeigt, daß, wie wir bald sehen werden, gerade diese Kometen für die Wissenschaft ungleich wichtiger geworden sind, als viele solcher, welche sich dem bloßen Auge ohne Weiteres darbieten. Die eigenthümliche Beschaffenheit jener Himmelskörper ist zur Zeit noch in großes Dunkel gehüllt, während dieselbe, wie aus dem Früheren hervorgeht, bei den Planeten in mannigfacher Hinsicht mit Sicherheit hat erforscht werden können. Nach Laplace's Hypothese sind die Kometen als werdende Nebelflecken zu betrachten, die sich in verschiedene Sonnensysteme und auch in das unsrige verirrt haben. Humboldt ist der Meinung, daß dieser speziellen Ansicht die Fortschritte, welche seit dem Tode des großen Mannes in der Auflösbarkeit so vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht sind, mannigfach entgegen stehen; indessen konnte dem Urheber der Hypothese dieser Umstand wohl kaum unbekannt sein, als er sie aufstellte, noch weniger später; denn schon lange vor Laplace's Tode, am 5. März 1827, war eine große Anzahl jener Gebilde durch die Kraft mächtiger Fernröhre in Sterne aufgelöst, und vermuthlich widerrief er seine Ansicht nicht, weil ihm daneben bekannt war, daß trotz dem die Auflösbarkeit bei vielen andern nicht gelungen war, ja schon das Aussehen mancher Nebel, wie des bekannten im Orion, eine Zerlegung in Sternhaufen höchst unwahrscheinlich macht. Wenn ferner als gegen Laplace's Ansicht streitend der Umstand hervorgehoben wird, daß die Kometen einen Antheil an zurückgeworfenem polarisirtem Lichte haben, welcher den selbstleuchtenden Körpern, also auch den Nebelflecken, fehlt, so konnte auch dies dem berühmten französischen Mathematiker und Astronomen unmöglich unbekannt sein, da die betreffenden Versuche mit dem Polariskop (deren wir später erwähnen werden) bereits 8 Jahre vor seinem Tode von seinem Freunde Arago angestellt wurden, und man wird vielmehr zu der Annahme geleitet, daß er diese Versuche nicht für hinreichend entscheidend hielt. In der That, wenn ein selbstleuchtender Körper, wie es nach jener Hypothese der Fall ist, in die Nähe der Sonne geräth, so ist wohl noch die Möglichkeit denkbar, daß er neben dem Ausstrahlen des ihm eigenthümlichen auch eine Quantität des von der Sonne erhaltenen Lichtes zurückzuwerfen im Stande ist. Solche Hypothesen gehören zwar nicht zu denjenigen, welche sich jemals werden strenge beweisen lassen, allein ihre Widerlegung wird immer nur mit großer Vorsicht zu unternehmen sein.

Obgleich man erst im Anfange des 17ten Jahrhunderts das Fernrohr nach dem Himmel richtete, so sind doch schon früher gute Kometen-

Beobachtungen angestellt worden, allein man wird nur ungefähre, ohne  
 Messungen gemachte Angaben nicht mit solchen verwechseln dürfen. Viele  
 Wahrnehmungen könnten nützlich geworden sein, und manche Aufklärung  
 dargeboten haben, wenn nicht die Berichterstatter in der Absicht, sehr  
 Auffallendes zu erzählen, die Grenze der Wahrheit oft überschritten hätten.  
 Das Ueberraschende der unerwarteten Erscheinung trug Jahrhunderte  
 lang dazu bei, jene Körper als dem Sonnengebiete fremde zu betrachten,  
 und obgleich Kepler der Astrologie nicht unbedingt ergeben war, so konnte  
 doch selbst er sich nicht ganz aus ihren Banden befreien; waren doch so-  
 gar schon die Planeten zu seiner Zeit die Typen einer geheimnißvollen  
 Schrift, welche die Vorsehung an den Himmel gesetzt hatte, um das  
 Schicksal der Sterblichen, besonders der Großen der Erde, aufzuzeichnen.  
 „Kometen kommen nicht, wenn Bettler sterben, der Himmel selbst flammt  
 Fürstentod herab.“ Der Mehrzahl der Menschen waren sie die Vorboten  
 von Krieg, Pest und Hungersnoth, und selbst noch in diesem Jahrhun-  
 derte hielt man die beiden Kometen von 1807 und von 1811 für Verkündi-  
 ger jener Umwälzungen, die das Genie und der Ehrgeiz des kühnen Eroberers  
 auf unserem Planeten hervorbrachten, und der Umstand, daß die Erschei-  
 nung beider von den bekannten traurigen Ereignissen begleitet und ge-  
 folgt war, konnte nicht dazu beitragen, den Volksglauben zu erschüttern.  
 Derselbe hat auch in vielen Ländern so tiefe Wurzeln geschlagen, daß er  
 sich wohl noch mehrere Generationen hindurch erhalten, vielleicht niemals  
 verlieren wird. Und wie könnte man sich darüber wundern, wenn man  
 bedenkt, daß diejenigen Fälle, in welchen das Erscheinen eines nur durch  
 Fernrohre sichtbaren Kometen stattfindet, kaum mitzählen, da sie oft nur  
 dem astronomischen Publikum bekannt werden, und in dem andern ein  
 baldiges Vergessen des gesehenen Phänomens eintritt, wenn nicht irgend  
 ein merkwürdiges Ereigniß auf der Erde dem Gedächtnisse zu Hilfe kommt.  
 Nur sehr selten sind diese Himmelskörper so hell erschienen, daß man sie  
 bei Tage erblicken konnte, wobei auch noch zweifelhaft bleibt, ob das, was  
 man sah, wirklich ein Komet war. „Nach dem Tode des Demetrius,  
 Königs von Syrien, (146 v. Chr.) erschien“, wie Seneca berichtet, „kurz  
 vor dem Ausbruche des Achäischen Krieges ein Komet, so groß wie die  
 Sonne. Sein Aussehen war roth und feurig, er verbreitete Helligkeit ge-  
 nug, um das Nachtdunkel zu zerstreuen“. Nach Justins Bericht ist im  
 Jahre 134 vor unserer Zeitrechnung ein Komet 70 Tage hindurch sichtbar  
 gewesen. „Der Himmel schien ganz in Feuer; der Komet nahm den vierten  
 Theil des Himmels ein; vier Stunden brachte er um sich ganz über den

Horizont zu erheben, und eben so lange dauerte sein Untergang.“ — Im Jahre 52 soll ein Komet so hell geleuchtet haben, daß er Schatten hervorrief von einer Schärfe, wie das Mondlicht solche hervorbringt; derselbe mußte demnach wenigstens zweimal so hell als Venus in ihrem größten Glanze gewesen sein. Neun Jahre später sah man wieder bei Tage einen großen Kometen, den man für die Seele des kurz zuvor ermordeten Julius Caesar hielt. So gehen nun die Berichte tausend Jahre fort, mit welcher Genauigkeit, entnimmt man daraus, daß von einem am 4. Februar 1106 gesehenen Stern gesagt wird, er habe nur eine Entfernung von anderthalb Fuß von der Sonne gehabt, welches durchaus unverständlich ist und die scheinbare Entfernung ganz unbestimmt läßt, indem ein Fuß unter sehr kleinem oder auch sehr großem Winkel erscheinen kann, je nachdem man ihn in großem oder kleinem Abstände betrachtet. Auch ungefähre Angaben sind schon oft der Wissenschaft nützlich geworden, wenn es nur überhaupt möglich war ihnen einen Sinn unterzulegen. Die Vergleichung mit dem scheinbaren Durchmesser der Sonne oder des Mondes wird bei kleineren Winkeln schon ausreichen, bei größeren giebt es kein einfacheres Mittel, als die Angaben in Handbreiten bei ausgestrecktem Arm, dasselbe genügt auch um die Höhe über dem Horizont zu bezeichnen, in welcher etwa ein Meteor sich zeigt, und kann nicht genug empfohlen werden, da eine annähernde Bestimmung des Gesichtswinkels in Graden sogleich erfolgt, wenn man die Anzahl der Handbreiten mit 5 multiplicirt. — An hellen und mit bloßen Augen wahrnehmbaren Kometen war die reichste Zeit das 16te Jahrhundert, das 23 solcher Himmelskörper aufweist. Im 17ten finden wir deren 12, im 18ten nur 8, in der ersten Hälfte des 19ten bereits 12, unter denen sich besonders auffallend zeigten die Kometen von 1807, 1811, 1819, 1835, 1843\*). Häufig verfloß in früheren Zeiten ein Intervall von 40 bis 50 Jahren, ohne daß ein solcher Anblick sich ein einziges Mal darbot. Doch wird man daraus, daß nur wenige mit bloßen Augen gesehen wurden, nicht ohne Weiteres auf eine geringere Anzahl großer Kometen schließen dürfen, da immerhin möglich ist, daß viele derselben jenseits der Jupiter- und Saturn-Bahn ihre Sonnenhöhe erreichten, und in Folge der großen Entfernung von der Erde unbemerkt blieben. Seit dem Anfange dieses Jahrhunderts, in welchem überhaupt die beobachtende Astronomie planmäßiger als früher betrieben wurde, hat man in 56 Jahren nahe an 100 teleskopische Kometen beobachtet, wenn man die Wieder-

\*) Diesen ist jetzt noch der Donati'sche Komet von 1858 hinzuzufügen.

Künste periodischer mitzählt, so daß man im Durchschnitt auf drei Jahre fünf solcher Erscheinungen rechnen kann. Der erste große Komet, von dem man sagen kann, daß er entdeckt wurde, war der, welchen Tycho am 13. November 1577 auf der Uranienburg noch vor Sonnenuntergang sah und darauf sorgfältig beobachtete, indem er die scheinbaren Entfernungen von zwei und mehreren Fixsternen mittelst des Sextanten maß, wodurch der Ort an der Himmelskugel für die Zeit der ganzen Sichtbarkeit sehr genau bestimmt wurde. Von diesem Kometen datirt die wissenschaftliche Wahrnehmung jener Wandelsterne, und es beginnt mit seiner Erscheinung eine neue Epoche in der Geschichte der Astronomie. Nun vergehen wieder mehr als anderthalb Jahrhunderte, bevor ein großer Komet — von solchen ist vorläufig nur die Rede — die allgemeine Aufmerksamkeit erregt. Am 1. Februar 1744 sieht man einen solchen, von mehreren Schweifen begleitet, lichtstärker als Sirius glänzen, am 8. gleicht er nach dem Berichte Cassini's und anderer namhafter Astronomen jener Zeit dem Jupiter, halb darauf sogar der Venus. Noch am 1. März konnte man ihn um ein Uhr Nachmittags sogar ohne Fernrohr erkennen. Wir besitzen über ihn eine zwei Jahre nach seiner Erscheinung herausgekommene treffliche Monographie mit interessanten Abbildungen von Heinsius. Der Komet von 1843, welcher also beinahe 100 Jahre später plötzlich erschien, war ebenfalls bei Tage gut sichtbar, und wurde sogar ganz in der Nähe der Sonne, etwa nur eine halbe Handbreite von derselben abstehend, von einigen Personen des größeren Publikums deutlich wahrgenommen. Der Zufall wollte leider, daß dieser Komet zur Zeit seiner scheinbaren größten Sonnennähe von keinem Astronomen, zum Theil wegen trüben Himmels, wissenschaftlich beobachtet werden konnte.

Wenn die Ortsbestimmungen jener Wandelsterne in früheren Jahrhunderten genauer gewesen wären, und man die Ermittlung des scheinbaren Laufs am Himmel für eben so wichtig als die oft nur oberflächliche Beschreibung der physischen Beschaffenheit gehalten hätte, so würden sich Fragen über die Identität von zu verschiedenen Zeiten gesehenen Kometen mit größerer Sicherheit beantworten lassen, als dies jetzt möglich ist. Die Astronomen haben sich eifrig bemüht, aus alten unvollständigen Beobachtungen die wahren Bahnen um die Sonne, wenn auch nur annähernd, zu berechnen, aber nur mit ungleichem Erfolge. Die Alten begnügten sich im günstigsten Falle den Ort eines Kometen in der Weise am Himmel anzugeben, daß sie vier Sterne auswählten, die eine solche Lage zu dem Kometen hatten, daß er sich in dem Durchschnittspunkte der Linien be-

fand, welche die gegenüberliegenden Ecken des Vierecks mit einander verbinden; erst zu Tycho's Zeit kam die ungleich genauere Methode in Aufnahme, den scheinbaren Abstand des Kometen von zwei bekannten Sternen mittelst eines Instruments zu messen, welche auch stets von Hevelius gebraucht wurde. Man erhält eine Vorstellung von diesem Verfahren, wenn man erwägt, daß, um auf der Erde einen Ort seiner Lage nach zu bestimmen, nur erforderlich ist seinen Abstand von zwei bekannten Gegenständen zu messen. Auf der Erde sind die gemessenen Entfernungen gerade Linien, vorausgesetzt, daß es gestattet ist, von der Kugelgestalt zu abstrahiren, am Himmel aber Winkel. Hier handelt es sich nicht um wahre, sondern um scheinbare Abstände; die beiden festen Punkte sind am Himmel durch Fixsterne vertreten, der gesuchte dritte Punkt ist der Ort des Kometen an der Himmelkugel. Es ist offenbar, daß dieser um so sicherer bestimmt sein wird, je sicherer die Sterne es sind, an die er sich anschließt; die Nothwendigkeit genauer Fixstern-Kataloge und der große Werth, welcher auf dieselben gelegt wurde, erschienen demnach wohl begründet, um so mehr als auch die jetzt übliche Beobachtungs-Methode mittelst der Heliometer oder Faden-Mikrometer an größeren, mittelst der Kreismikrometer an kleineren Fernröhren, ihrem Werthe nach in nichts anderem, als in einem freilich ungleich bequemeren und sicherern Anschluß an bekannte Sterne besteht. Da es nur äußerst selten möglich ist, einen Kometen im Meridiane zu beobachten, auch wenn er denselben zur Nachtzeit passirt, wegen der gewöhnlich großen Lichtschwäche, die im erleuchteten Fernrohre noch zunimmt — ein Uebelstand, der sich bei allen Mikrometern zeigt, die eine Erleuchtung des Feldes oder der Fäden selbst erfordern, und eigentlich nur beim Heliometer ganz wegfällt — so war man darauf bedacht mit einem gewöhnlichen Fernrohre bei unerleuchtetem Gesichtsfelde dennoch eine messende Beobachtung anzustellen. Eine solche geschieht mittelst des sogenannten Kreismikrometers, welches in nichts anderem als in einem genauen Ringe, jetzt gewöhnlich aus Stahl, besteht, der mit dem Okulare in Verbindung gebracht ist. Denkt man sich das Fernrohr nach dem Kometen gerichtet, so daß derselbe etwa in der Mitte des nun genau kreisförmig gemachten Gesichtsfeldes erscheint, so wird ihn die tägliche Umdrehung des Himmels, wie jedes andere Gestirn, schon nach kurzer Zeit aus dem Fernrohre hinausbringen. Da jene Umdrehung von Osten nach Westen vor sich geht, ein astronomisches Fernrohr aber alle Gegenstände umkehrt, so wird jedes Gestirn von Westen nach Osten durch das Gesichtsfeld gehen. Stellt man das Fernrohr so, daß der Komet bald eintreten

man, so wird er nach einiger Zeit an der einen Seite zum Vorschein kommen, seinen Weg durch das Gesichtsfeld machen, und an der andern Seite endlich, indem er austritt, verschwinden; dabei wird man an einer in der Nähe befindlichen Uhr die Stunde, Minute und Secunde angeben können, wann der Eintritt und wann der Austritt geschieht. In der Nähe des Kometen wird sich aber unter den vielen kleinen Sternen von der siebenten bis neunten Größe, hellere sind den Beobachtungen minder vorthailhaft, ein geeigneter finden lassen, welcher bei unveränderter Stellung des Fernrohrs bald vor oder nach dem Kometen in das Gesichtsfeld eintritt und durch dieses, wie jener, seinen Weg macht. Auch die Zeit des Ein- und Austritts dieses Sternes wird ganz wie die des Kometen selbst beobachtet. Diese vier Zeitmomente sind aber, wie man leicht zeigen kann, wenn der Durchmesser des kreisförmigen Gesichtsfeldes bestimmt ist, vollkommen ausreichend um den Ort des Kometen für einen gewissen Augenblick am Himmel festzulegen. Dieser einfachen Methode hat man die meisten Kometen-Beobachtungen zu danken; sie ist zuerst durch Olbers, der sie stets anwandte, in Gebrauch gekommen. Man bedarf zu ihrer Benutzung keines großen astronomischen, mit Messapparaten versehenen Instruments, sondern nur eines Fernrohrs und einer Secunden-Uhr, so daß die Beobachtung der Kometen nicht an Sternwarten geknüpft ist, sondern an jedem Orte in einem kleinen Observations-Zimmer unternommen werden kann. Dem Beispiele des um die Kometographie überhaupt hochverdienten Bremer Astronomen folgend, haben viele Liebhaber dieser Wissenschaft in ähnlicher Weise einen großen Schatz von Beobachtungen über jene Himmelskörper gesammelt, wodurch erklärlich wird, daß sich das Material zur Berechnung der Kometenbahnen so bedeutend vermehren konnte. Endlich darf wohl kaum erwähnt werden, daß man sich während eines Abends oder einer Nacht nicht mit einer vollständigen Aufzeichnung jener vier Zeitmomente begnügen, sondern die Beobachtungen desselben Kometen mehr als einmal wiederholen wird; man erhält dann die Resultate sehr genau, denn es finden nur Zeit-Beobachtungen statt und jede Messung mittelst eines getheilten Kreises wird umgangen.

Die nun bald folgende Angabe des in der Kometen-Astronomie Geleisteten ließ mir eine kurze Darstellung der wesentlichsten Hilfsmittel zur wissenschaftlichen Beobachtung nicht überflüssig erscheinen, damit die Möglichkeit jener Leistungen anschaulich werde. Aber die Beobachtungen geben immer zunächst nur den scheinbaren Lauf eines Himmelskörpers, also auch nur die krumme Linie, welche der Komet während seiner Sicht-



barkeit beschreibt, seine schätzbare Bahn, und wie bei den Planeten tritt auch hier die Aufgabe ein, aus jener auf die wahre Bahn im Weltraume zurückzuschließen. Die wahre Bahn kennen wir bei allen um die Sonne sich bewegenden Himmelskörpern als einen Kegelschnitt, der für die Planeten eine Ellipse ist, für die Kometen aber, wie bereits bemerkt wurde, meistens in eine sehr langgestreckte krumme Linie dieser Art übergeht. Ob unter den vielen Kometen, welche keine bestimmbar Umlaufzeit geben, sich auch solche befinden, die in der That sich in Parabeln bewegen, und aus unendlicher Ferne herkommend in die Nähe der Sonne gelangen, dann wieder in die Unendlichkeit der Weltenferne dahingehen, wo unsere Vorstellung von Raum und Zeit ihnen nicht zu folgen vermag, kann nicht entschieden werden. Die Möglichkeit auch solcher Bewegung ist vorhanden, denn das Gravitations-Gesetz schließt die Parabel nicht aus. Genauer als der Komet von 1830 ist früher niemals ein anderer beobachtet worden; das Heliometer der Königsberger Sternwarte gab so sichere Resultate, daß selbst die zum Grunde gelegten Vergleichsterne kaum mit gleicher Schärfe am Meridiankreise bestimmt werden konnten; die lange Sichtbarkeit vom Mai bis zum August gab überdies eine große Anzahl von einzelnen Vertern, — die Bahn, welche alle Beobachtungen auf das Beste darstellte, ergab sich als eine absolut parabolische; wenn überhaupt solche existiren, deren Umlaufzeit unendlich groß ist, so muß jener Komet wohl am wahrscheinlichsten zu ihnen gehören!

Die Elemente der Bahnen bestimmen nicht nur die Lage gegen die Erdbahn, d. h. die gerade Linie, in welcher beide Ebenen sich schneiden, und die gegenseitige Neigung, sondern auch die Zeit, zu welcher der Komet in seiner Sonnennähe ist, die Lage dieses Punktes seiner Bahn im Weltraume, und den kürzesten Abstand von der Sonne. Sie gehen hervor, indem man das zweite Kepler'sche Gesetz als waltend annimmt, und können aus drei an verschiedenen Abenden angestellten Beobachtungen berechnet werden. Die so erhaltenen Elemente geben für alle beobachteten Kometen ein Verzeichniß, welches offenbar wird ermitteln lassen, ob ein erscheinender Komet bereits einmal früher gesehen worden; doch muß man hier mit großer Vorsicht zu Werke gehen, indem bisweilen der Fall eingetreten ist, daß zwei Kometen ziemlich ähnliche Elemente hatten, ohne identisch zu sein, sondern sich später als ganz verschiedene Weltkörper auswiesen. Dazu kommt noch, daß die Störungen, welche die viel bedeutendere Masse der Planeten, namentlich Jupiter, auf die Kometen ausübt, diese Körper von sehr geringer Masse im Laufe der Jahre von ihrer Bahn ab-

lenken, und ihnen demgemäß ziemlich veränderte Elemente ertheilen. Der vorhin angeführte von 1843 ließ allerdings die Vermuthung aufkommen, daß er mit dem von 1668 und dem von 1702 einer und derselbe sei, indem man sich auf eine äußere Ähnlichkeit der drei Erscheinungen berief. Die Bahnberechnung des von 1668, welche allein eine Entscheidung herbeiführen konnte, blieb jedoch nicht ganz zweifelsfrei, da die älteren Beobachtungen fehlerhaft sind und einer Berichtigung bedürfen. Ebenso konnte die vermuthete Identität zwischen dem von 1843 und dem von 1668 nicht ohne Widerspruch bleiben. Man ersieht hieraus, wie gewagt es ist, wenn bei solcher Beschränkung selbst innerhalb der strengwissenschaftlichen Grenzen, Personen, die der Astronomie ganz fern stehen, niemals eine Kometenbahn berechnet haben, ja nicht einmal wissen, wie dies überhaupt möglich ist, sich herausnehmen wollen einen neuen glänzenden Kometen auf jene bekannte, am Anfange unserer Zeitrechnung gemachte Wahrnehmung des hellen Sternes zurückzuführen, dem einst die Weisen des Morgenlandes nachgingen. Ein ganz ungerechtfertigtes Aufstellen von Hypothesen sollte man am wenigsten von Männern erwarten, die doch auch einer Wissenschaft ihr Leben gewidmet haben; ist dies auch nicht die Astronomie, so müßten sie doch durch eigenes Studium ihrer Wissenschaft schon so viel Achtung vor einer ihnen unbekanntem erlangt haben, um deren Vertretern die betreffenden Forschungen anheimzustellen.

Wenn sich aber herausstellt oder wenigstens wahrscheinlich wird, daß ein Komet, der sich zeigt, bereits früher erschienen ist, worüber aber nur dem Sachkundigen ein Urtheil zusteht, so bietet sich zugleich eine Aufgabe dar, nämlich die: mit Aufgebung der parabolischen Bahn die Voraussetzung einer elliptischen durch Rechnung zu verfolgen. Das erste glänzende Beispiel einer solchen Untersuchung gab Halley an dem nach ihm benannten Kometen, den wir bei seiner Umlaufzeit von 76 Jahren im Jahre 1835 zur Sonne zurückkehren sahen. Der große englische Astronom machte zuerst die glückliche Bemerkung, daß der Komet, welcher sich im Jahre 1682 zeigte, schon zweimal, nämlich in den Jahren 1531 und 1607 war beobachtet worden. Er bemühte sich nun die Wiederkunft dieses Wandelsternes mit Sicherheit vorauszubestimmen. Mit dieser Arbeit beschäftigt fand er, daß Jupiter und Saturn auf jenen Himmelskörper einen mächtigen Einfluß äußern, und bestimmte, indem er, so gut als es damals möglich war, die Störungen in Rechnung brachte, daß sich der Komet entweder gegen das Ende des Jahres 1758 oder gegen den Anfang von 1759 zeigen müsse; diese auf gründliche Untersuchungen gestützte Prophe-

zeihung machte er im Jahre 1705 bekannt. Er war damals 49 Jahre alt, konnte also unmöglich hoffen, die Wiederkunft zu erleben, doch fehlten ihm nur 17 Jahre, denn er starb 1742 in einem Alter von 86 Jahren, und nahm die feste Ueberzeugung mit, daß man seine Voraussagung bestätigt finden werde. In der Zwischenzeit hatte sich die Methode für die Berechnung der Störungen schon wesentlich vervollkommenet, und der französische Mathematiker Clairaut fand, daß der Komet in der That im Anfange von 1759 und zwar innerhalb eines Monats vor oder nach der Mitte des April in seine Sonnennähe kommen würde; wirklich geschah dies am 13. März des genannten Jahres. Es war also schon damals entschieden, daß wenigstens ein Komet sich wirklich nach denselben Gesetzen wie die Planeten in einer Ellipse um die Sonne bewegt; man nennt ihn seit jener Zeit den Halley'schen Kometen. Die meisten der geehrten Herren Zuhörer erinnern sich vermuthlich noch der prächtigen Erscheinung, welche dieser Komet bei seiner nächsten und bis jetzt letzten Wiederkehr im Jahre 1835 darbot; damals kam er sehr genau übereinstimmend mit den Voransberechnungen der Astronomen, welche nun auch die durch Uranus erzeugten Störungen berücksichtigen konnten, am 16. November in seine Sonnennähe. Nur wenige Beobachtungen sind über den Kometen von 1456 auf unsere Zeit gekommen, dennoch hat man den Versuch gemacht, seine Bahn zu berechnen; dasselbe gilt von dem des Jahres 1378, über welchen sich glücklicherweise chinesische Beobachtungen vorfinden, die für jene Zeit auffallend genau sind, — der Erfolg dieser Rechnungen war, daß diese beiden Kometen der Halley'sche sind. Er bewegt sich von Osten nach Westen, also der Richtung der Planetenbewegungen entgegengesetzt; sein kleinster Abstand von der Sonne ist ungefähr 12 Millionen Meilen, sein größter dagegen 728 Millionen Meilen, im Jahre 1912 wird man ihn wiedersehen. Er ist bis jetzt der einzige von langer Umlaufzeit, welcher die Richtigkeit der berechneten elliptischen Elemente durch sein Wiedererscheinen in der Weise bestätigt hat, daß er zur Zeit desselben wissenschaftlich zu beobachten war, ein Umstand, der sorgfältig zu unterscheiden ist von einer noch nicht vollständig erwiesenen, nur vermutheten Identität mit früher gesehenen.

Obgleich eine solche Prüfung mit folgenden fünf Kometen noch nicht anzustellen war, so fehlt doch der Bestimmung ihrer Elemente die innere Sicherheit nicht, und werden spätere Generationen Gelegenheit haben, die Umsicht und den Fleiß der Voransberechner in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts anzuerkennen. Nur das eine Element, welches hier vor-

zugweise von Interesse ist, erlaube ich mir anzuführen: 1) der Komet von 1852 mit einer Umlaufzeit von 69 Jahren; 2) der von Pons im Jahre 1812 entdeckte, Umlaufzeit 70 Jahre. 3) der Olbers'sche Komet, im Jahre 1815 entdeckt, mit einer Umlaufzeit von 74 Jahren. Er gehört zu den am genauesten vorausberechneten, und wird höchst wahrscheinlich im Februar des Jahres 1887, also in 30 Jahren zur Sonne zurückgeführt, sichtbar sein; 4) der de Vico'sche von 1846, Umlaufzeit 73 Jahre; 5) der Komet von Brorsen, im Jahre 1847 entdeckt, Umlaufzeit 74 Jahre.

Die andern Kometen, welche ich jetzt nennen werde, vollenden zwar ihre Bahnen in viel längerer Zeit als jene, indessen ist für die meisten die Rechnung so genau durchgeführt und auf so zahlreiche Beobachtungen gegründet, daß die Wiederkehr zur vorausberechneten Zeit, innerhalb der ermittelten Grenzen, nicht bezweifelt werden kann. Es sind ihrer 15, aber ich werde nur diejenigen nennen, deren Elemente mir zu den sichersten zu gehören scheinen. Der Komet von 1556 zeigte mit dem von 1264 eine solche Ähnlichkeit der Elemente und nach der uns überlieferten Beschreibung auch der äußeren glänzenden Erscheinung, daß er vermuthlich derselbe ist. Die zwischen beiden verlossene Zeit beträgt 292 Jahre. Nach wiederholt angestellten, sehr sorgfältigen Berechnungen, bei welchen die Störungen, die er durch die Planeten erleidet, genau berücksichtigt wurden, ist es dennoch nur gelungen die Zeit der Wiederkehr in eine nicht zu weite Grenze einzuschließen; man darf ihn zwischen 1858 und 1860 erwarten. — Der 1840 von Bremker entdeckte Komet giebt eine Umlaufzeit von 344 Jahren, der 1846 von Brorsen entdeckte 401 Jahre. Der zweite Komet von 1811 giebt eine Umlaufzeit von 1875 Jahren. Der von 1807, welchen Bessel sehr genau berechnet hat, führt auf eine von 1714 Jahre, die Unsicherheit beträgt aber 3—400 Jahre. Der große Komet von 1769 läßt eine Umlaufzeit von 2090 annehmen, aber mit einer Unsicherheit von 4—600 Jahren. Der große von 1811, von Argelander nach Bessels Störungsformeln berechnet, giebt 3065 Jahre mit der verhältnißmäßig nur kleinen Unsicherheit von  $\pm 43$  Jahren; der große von 1825 eine Umlaufzeit von 4386; der 1825 von Pons entdeckte giebt 5649 Jahre. Der im Jahre 1844 von Mauvais entdeckte Komet endlich macht eine Umlaufzeit von 100000 Jahren nicht unwahrscheinlich und bildet einen Uebergang von denen, deren elliptische Bahnen berechnet sind, zu denen, deren Umlaufzeit so groß ist, daß sie nicht hat bestimmt werden können. Die Zahl dieser allein, insofern sie beobachtet

und ihre Bahnen mit Ausschluß der Umlaufzeit berechnet sind, beläuft sich gegenwärtig auf 200.

Es wurde im Vorhergehenden gesagt, daß bis jetzt der Halley'sche Komet der einzige unter denen von langer Umlaufzeit sei, dessen Wiedererscheinen die Richtigkeit einer vorausberechneten elliptischen Bahn bestätigt habe. In Bezug auf die Kometen von kurzer Umlaufzeit gilt dasselbe von drei andern. Der Encke'sche Komet, im Jahre 1818 von dem Astronomen Pons zu Marseille entdeckt, ist unter diesen der merkwürdigste. Sogleich nach Berechnung der Elemente stellte sich eine große Ähnlichkeit seiner Bahn mit der des Kometen von 1805 heraus, und bald zeigte sich auch, daß er mit dem bereits 1795 von Caroline Herschel entdeckten derselbe sei, eben so mit dem von 1786. Seine Umlaufzeit wurde zuerst von Encke berechnet; sie beträgt nur 3 Jahre 114 Tage. Seitdem ist er regelmäßig bei jeder Wiederkehr nicht nur gesehen, sondern auch beobachtet worden. Er gehört zu den kleinen Kometen, die nur durch das Fernrohr wahrzunehmen sind, und zeigt sich bisweilen so lichtschwach, daß er bei einigen seiner Wiedererscheinungen unsichtbar geblieben wäre, wenn nicht die Vorausberechnung diejenige Stelle des Himmels ergeben hätte, auf welche man das Fernrohr richten mußte um ihn darin zu erblicken. Seine kleinste Entfernung von der Sonne ist geringer als die des Merkur, nur 7 Millionen Meilen, die größte 85 Millionen Meilen; seine Bahn geht also nicht wie die des Halley'schen schon über die Neptun-Bahn hinaus, sondern liegt noch innerhalb der Jupiter-Bahn. Die fortgesetzte Berechnung und Vergleichung mit den Beobachtungen hat eine Thatsache erkennen lassen, die in dem uns bekannten Theile des Weltalls einzig in ihrer Art ist. Der Komet kam nämlich bei jedem folgenden Umlaufe etwas früher in seine Sonnennähe, als er der Rechnung zufolge sollte, es zeigte sich, daß die Umlaufzeit von einer Periode bis zur nächstfolgenden immer kleiner wird. Die Erklärung dieser merkwürdigen Abnahme ist insofern gegeben, als die Annahme eines widerstehenden Mittels, in welchem der Weltkörper möglicher Weise sich bewegt, dem praktischen Bedürfnisse zur genauen Bestimmung der Wiederkehr allerdings vorläufig vollkommen genügt. Wenn die Bahnen der Himmelskörper nicht, wie es der Fall ist, nur gedachte krumme Linien, sondern Rinnen wären, die ein Entfernen nach den Seiten hin verhinderten, so würde jeder Widerstand gerade das Umgekehrte von dem herbeiführen, was der Encke'sche Komet hat erkennen lassen; die Bewegung müßte dann nicht beschleunigt, sondern verzögert werden, also die Umlaufzeit nicht kleiner sondern größer ausfallen.

Da aber die nicht materiell vorhandenen krummen Linien ihre Form einzig und allein durch die gemeinschaftliche Wirkung zweier Kräfte, nämlich der Anziehungskraft der Sonne und derjenigen Wurfkraft erhalten, welche, als die Körper in den Weltraum geschleudert wurden, eine geheimnißvolle Macht ihnen ertheilte, so ist die nothwendige Folge davon, daß, wenn durch einen Widerstand die Tangentialkraft geschwächt wird, die Anziehungskraft der Sonne ein Uebergewicht gewinnt, und die Körper der Sonne stets genähert, die Umlaufzeiten daher immer kleiner werden. Für die nächsten Generationen wird diese der Vorausberechnung jetzt zum Grunde liegende Hypothese eines Aethers im Weltraume, welcher sich sonst nirgends bemerkbar macht, und nur beim Ende'schen Kometen einen Widerstand äußern muß, wenn er überhaupt existirt, sicherlich anstreichen; ob aber nicht, wenn auch erst nach Jahrhunderten, sich eine andere geltend machen wird, steht dahin. Die Stabilität des Weltsystems, welche, wie in der letzten Vorlesung bemerkt wurde, für das Planetensystem erwiesen ist, dürfte sich wohl auf alle zum Sonnensystem gehörige Körper erstrecken. Jene unzweifelhafteste Abnahme der Umlaufzeit des Ende'schen Kometen ist vielleicht nicht für alle Zeiten progressiv, sondern nur von einer langen Periode, so daß sie sich einst in eine Zunahme, dann wieder in eine Abnahme verwandelt und so fort; doch umfassen die Beobachtungen noch einen viel zu kurzen Zeitraum um eine solche oscillatorische Veränderung schon jetzt zu verrathen. Die Umlaufzeit ist in 34 Jahren etwa um  $3\frac{1}{2}$  Tage kleiner geworden.

Wir gelangen zu einem zweiten periodischen Kometen mit kurzer Umlaufzeit; es ist dies der vom Hauptmann Biela zu Josephstadt am 27. Februar 1827 entdeckte. Die erste in Voraussetzung einer parabolischen Bahn gemachte Berechnung gab durch Nachschlagen in dem allgemeinen Kometen-Verzeichnisse zu erkennen, daß die Bahn der eines Kometen von 1806 sehr ähnlich war, und man in ihm denselben vermuten durfte. Diese Vermuthung wurde bald zur Gewißheit erhoben, indem man eine elliptische Bahn berechnete, welche sämtliche Beobachtungen sehr gut darstellte und eine Umlaufzeit von 6 Jahren 269 Tagen ergab. Er ist den berechneten Elementen entsprechend im Jahre 1832 an der Stelle des Himmels wieder erschienen, wo man ihn erwartete, und hat seitdem seine Periode bei jeder Wiederkehr genau eingehalten; zuletzt war er im Jahre 1853 sichtbar. Seine kleinste Entfernung von der Sonne beträgt 18 Millionen Meilen, die größte 128 Millionen Meilen; er geht also schon etwas über den Jupiter hinaus. Wir werden später noch auf

ihn zurückkommen. Der dritte hierher gehörige ist der, welchen Herr Faye in Paris am 22. November 1843 entdeckte; seine Umlaufzeit beträgt 7 Jahre 160 Tage. Auch er ist bereits im Jahre 1850 wieder erschienen und beobachtet worden.

Außer diesen 3 genannten sind noch einige andere beobachtet worden, deren Bewegung sich der parabolischen Hypothese nicht fügen wollte, und welche der Rechnung zufolge eine elliptische Bahn mit verhältnißmäßig kleiner großen Ase, also auch kurzer Umlaufzeit um die Sonne beschreiben. Da aber bei ihrer Rückkehr zum Perihel theils wegen ungünstiger Stellung, theils wegen trübem Wetters ihre abermalige Sichtbarkeit nicht möglich war, so glaube ich sie zur Zeit noch von den hier genannten drei, dem Encke'schen, Biela'schen und Faye'schen, abge sondert anführen zu müssen. Es sind folgende: 1) der Komet, von de Vico entdeckt zu Rom am 22. August 1844, mit einer Umlaufzeit von  $5\frac{1}{2}$  Jahren. Seine große Lichtschwäche entzog ihn vermuthlich auch bei seiner zweiten Wiederkehr im Jahre 1855 dem bewaffneten Auge der Astronomen, nachdem er schon bei seiner ersten 1850, wohl nur wegen seiner ungünstigen Stellung, nicht hatte beobachtet werden können. Allerdings hat der durch seine Planeten-Entdeckungen rühmlichst bekannte Maler Herr Hermann Goldschmidt in Paris am 16. Mai 1855 einen Kometen im Fernrohr erblickt, den er für den de Vico'schen halten zu dürfen glaubte, jedoch ist die Identität nicht festgestellt. 2) Der Komet von Brorsen, am 26. Februar 1846 zu Kiel entdeckt; die Umlaufzeit beträgt der Rechnung zufolge 5,6 Jahre. Er sollte im Jahre 1851 zur Sonne zurückkehren, entzog sich jedoch den Beobachtungen. Die abermalige Wiederkehr ist mit nicht großer Sicherheit auf dieses Jahr festgestellt. Der zweite Komet dieses Jahres, welcher am 18. März von dem Observator der Berliner Sternwarte, Herrn Dr. Bruhns entdeckt wurde, zeigt eine so auffallende Aehnlichkeit seiner Elemente mit denen des Brorsen'schen Kometen, daß der Gedanke an die Identität beider sich von selbst darbietet, doch sind die betreffenden Untersuchungen darüber noch nicht zum Abschlusse gediehen. Endlich 3) der Komet, von d'Arrest am 27. Juni 1851 auf der Leipziger Sternwarte entdeckt, mit einer Umlaufzeit von  $6\frac{2}{3}$  Jahren. Die Rückkehr zur Sonnennähe fällt der Rechnung zufolge in die erste Hälfte des Dezembers des laufenden Jahres. Alle diese Kometen von kurzer Umlaufzeit gehören übrigens zu den sogenannten teleskopischen, die mit bloßem Auge nicht sichtbar, und selbst im Fernrohre oft nur mit Anstrengung erkennbar sind.

So leicht es zur Zeit ist, aus drei an verschiedenen Tagen gemachten

Beobachtungen eines Kometen die vorläufigen Elemente seiner Bahn zu berechnen, so schwer und zeitraubend war dasselbe noch am Ende des vorigen Jahrhunderts. Olbers hat zuerst die genaue und einfache Methode gefunden, deren man sich jetzt allgemein bedient. Er vollendete nach derselben die Rechnung, welche früher mehrere Tage in Anspruch nahm, in Zeit von wenigen Stunden einer Nacht, die er am Bette eines Patienten durchwachte. Gauß hat, so leicht die Methode schon an sich ist, sie dennoch bedeutend abzukürzen gewußt. Aber obgleich die Bahn jedes einzelnen Kometen bestimmt werden kann, so ist doch in der Vertheilung dieser Bahnen im Weltraume kein Gesetz bemerkbar, und bei dem ganz unerwarteten Erscheinen eines neuen dieser Himmelskörper liegt die Frage nicht fern, ob wohl auch einmal ein Zusammenstoßen eines Kometen mit unserer Erde erfolgen könne. Halley hielt ein solches nicht nur für möglich, sondern sogar für wahrscheinlich; möglich ist es gewiß, da jene Fremdlinge, wie wir gesehen haben, bisweilen innerhalb der Bahn der Erde oder eines andern Planeten eindringen. Diese Möglichkeit ist aber keinesweges nothwendig mit einer Gefahr verbunden. Denn nach allem, was uns von der physischen Beschaffenheit der Kometen bekannt ist, sind ihre Bestandtheile so wenig fest, daß sich bis jetzt noch nicht die geringste Spur von einer merklichen Masse hat entdecken lassen. Wäre diese nur einigermaßen erheblich, so müßte durch die Annäherung eines Kometen an einen Planeten auch eine Störung im Laufe des letztern erfolgen, die sich noch niemals angekündigt hat, wogegen umgekehrt die Bahn der Kometen sehr wesentlich durch die Planeten perturbirt wird. Selbst derjenige Theil, welcher vermuthlich die bedeutendste Dichtigkeit besitzt, der meistens kugelartig geformte Kopf und der in diesem enthaltenen dichteste Theil, den man den Kern nennt, haben Sterne, denen der Komet vorüberzog, deutlich erkennen lassen, so daß damit entweder keine oder eine nur unbedeutende Lichtabnahme verbunden war. Ein Körper, der dies gestattet, muß offenbar eine äußerst lockere Consistenz seiner Theile besitzen. Stieße demnach auch wirklich ein Komet an die Erde, so würde für ihn die Gefahr einer Beschädigung oder Zerstörung allerdings vorhanden sein, wir aber würden von dem Vorgange wohl schwerlich etwas spüren. Der Komet von 1770 ging zwischen den Trabanten des Jupiter durch, ohne daß deren Bewegung die geringste Störung erlitt. Bei der Erde ging er so nahe vorbei, daß er nur 7 mal weiter als der Mond von ihr entfernt blieb. Wenn seine Masse auch nur den 500sten Theil der Erdmasse betragen hätte, so würde seine Anziehungskraft die Länge unseres



Jahres um zwei Sekunden geändert haben, während die genauesten Beobachtungen nicht die geringste Spur einer solchen Aenderung ergeben haben. Kräfte dagegen ein Himmelskörper von sehr beträchtlicher Masse, der also zu einer noch ganz unbekanntem Art von Kometen gehören müßte, mit der Erde zusammen, so könnte er allerdings den Erdkörper zertrümmern, — oder wenn er selbst nur einige Meilen im Durchmesser betrüge, tief in die Erde einschlagen und große Landstrecken zerstören. Die Umdrehungs-Axe der Erde könnte sich ändern, die Polargegend sich in die heiße Zone verwandeln, und umgekehrt; große Strecken, die jetzt ein ewiger Schnee bedeckt, würden wie durch einen Zauber Schlag sich in blühende Gefilde verwandeln und eisige Kälte die Bewohner der Tropenländer erheben machen. Das Meer würde aus seinem Bette geschleudert dem neuen Aequator zufließen, auf seinem Wege alles dahinschleißend eine Sündfluth erzeugen. Wenn jedoch die Einbildungskraft nicht unternimmt, die bis jetzt erkannte Natur durch neue Weltkörper zu bereichern, so geht auch das Gemälde der Zustände, welche eintreten könnten, in ein Luftgebilde auf von nicht minder nebelartiger Beschaffenheit als die Kometen selbst. Und nun gar die Schweife der Kometen, welche noch die kleinsten Sterne hindurch sehen lassen! Daß wir diese nicht fürchten dürfen, darüber hat uns bereits der Komet von 1819 belehrt. Eine darüber angeestellte Rechnung zeigte mit hoher Wahrscheinlichkeit, daß die Erde damals durch den Schweif hindurch ging, ohne daß man davon, als es geschah, auch nur das Geringste merkte. Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus kann man nur lächeln, wenn später einige Leute behaupteten, daß der nasse Sommer jenes Jahres dadurch sei hervorgerufen worden. Bei der Größe, welche die Schweife der Kometen bisweilen besitzen, ist ein solches Ereigniß offenbar viel wahrscheinlicher als ein Zusammenstoß des festeren Theiles mit der Erde. Der Komet von 1680 hatte einen Schweif, der etwa 80 Grade am Himmel einnahm, er war schmal und gerade, seine wahre Länge muß etwa die Hälfte des Abstandes unserer Erde von der Sonne betragen haben. Der Schweif des großen Kometen von 1811 war nach Herschel anfangs 10 Grade lang und wuchs bis 25 Grade an. Seine Länge war nicht kleiner als der ganze Abstand der Erde von der Sonne. Uebrigens ist die sichtbare Länge sehr abhängig von den Fernröhren, welche man anwendet und wächst offenbar mit der Lichtstärke derselben, indem in schwächeren Fernröhren der matte Schimmer nicht bis zu seiner völligen Auflösung zu verfolgen ist.

Der vorhin erwähnte Biela'sche Komet gab bei seiner vorausberechneten

neten Wiedererscheinung im Jahre 1832 die Veranlassung zu jener beinahe in Vergessenheit gerathenen Frage über die Möglichkeit eines Zusammenstoßes unserer Erde mit einem Kometen. Olbers hatte nämlich die interessante Bemerkung gemacht, daß sich die Bahnen des Biela'schen Kometen und der Erde einander nahe kamen, indem die kleinste Distanz nicht beider Weltkörper, sondern beider Bahnen sich nur auf  $4\frac{2}{3}$  Halbmesser des Erdkörpers belief. Aus Beobachtungen desselben Kometen hatte er schon 1805 den wahren Durchmesser dieses Körpers auf  $5\frac{1}{2}$  Erdhalbmesser ermittelt; es war also anzunehmen, daß ein Theil des Kometen selbst in die Erdbahn fallen würde, und zwar am 29. Oktober 1832. Hätte sich an diesem Tage die Erde selbst in demjenigen Punkte ihrer Bahn befunden, wo der Komet eindringen mußte, so würde ein Zusammenstoß beider Körper erfolgt sein, der gewiß für den Kometen sehr nachtheilig gewesen wäre; allein die Erde erreichte jenen Punkt erst einen Monat später, und blieb daher, wie die Rechnung zeigte, um volle 10 Millionen Meilen von dem Eindringlinge entfernt. Man überzeugt sich leicht, daß eine große Annäherung zweier Bahnen nicht immer eine große Annäherung der Weltkörper selbst hervorbringen wird. In der Kometenbahn und in der Erdbahn giebt es zwei Punkte, welche einander am nächsten liegen; wenn nun auch die Kometenbahn und die Erdbahn einander nahe sind, so werden die Weltkörper selbst nur dann einander eben so nahe stehen, wenn sie sich in diesen Punkten ihrer Bahn zu gleicher Zeit befinden. Die Bewegung der Kometen ist aber von der unserer Erde ganz unabhängig und nur ein ziemlich unwahrscheinlicher Fall kann beide zu einer und derselben Zeit in die Punkte ihrer Bahn führen, welche einander am nächsten liegen. Wenn also auch die Bahn eines Kometen der Erdbahn nahe kommt, so würde man einen sehr übereilten Schluß machen, wenn man daraus folgern wollte, daß der Komet selbst der Erde nahe komme. Man hat diesen Schluß aber in der That gemacht, d. h. man hat eine gedachte mathematische Linie mit einem physischen Körper verwechselt.

Die Anzahl dieser Himmelskörper, welche in neuerer Zeit nicht nur das Sonnengebiet belebt, sondern auch wesentlich dazu beigetragen haben die Mittel tiefer Forschung zu vermehren, ist zwar groß, aber dennoch werden wir immer einen nur sehr kleinen Theil der wirklich vorhandenen Kometen erblicken können. Noch keinen hat man selbst mit den mächtigsten optischen Hülfsmitteln bis zur Jupiter-Bahn hin verfolgen können; die meisten entschwandten schon dem bewaffneten Auge, wenn sie sich bis zur Mars-Bahn hin entfernten; die Kometenbahnen, deren Sonnennähe

jenseit der Jupiterbahn liegt, werden uns wohl für immer verborgen, andere uns nahe kommende unbemerkt bleiben, wenn sie nur bei Tage über den Horizont treten, denn die bei Tage sichtbaren gehören zu den seltensten Ausnahmen. Die große Aufmerksamkeit, welche man gegenwärtig schon der kleinen Planeten wegen auf den Himmel richtet, macht, zumal da sich auf den Sternwarten jenseit des Meeres eine nicht unbedeutende Thätigkeit entwickelt, sehr wahrscheinlich, daß am Ende dieses Jahrhunderts die Zahl der bekannten Kometen sich wohl um ein Drittel vermehrt haben dürfte.

Groß ist die Menge des Geschaffenen in dem uns sichtbaren Theile des Weltalls, groß die Mannigfaltigkeit der einzelnen Körper, welche mit Lebenskräften der Hand des Allmächtigen einst entströmten zu einer Zeit, die wir selbst in Millionen von Jahren nicht anzugeben vermögen, — aber nicht weniger als der Reichthum des Universums entzückt den aufmerksamen Beobachter die gesetzmäßige Ordnung, der jedes einzelne Glied im großen Welten-Verbande sich fügen muß. Der Geist des Ordners hat einen Strahl seines Glanzes dem schwachen Sterblichen zusenden wollen, als er ihm gelingen ließ, das waltende Gesetz auf den einfachsten Ausdruck zurückzuführen. Dasselbe Gesetz, welches Sonnen um Sonnen sich drehen läßt und die Kometen um ihren Centrakörper führt, schreibt auch dem Steine seine Bahn vor, welcher der Hand des Kindes entgleitet. Von der Wahrnehmung zur Beobachtung, von dieser zur Hypothese, — dann wieder zur Beobachtung zurück, um das Aufgestellte zu prüfen, — dies ist der Weg, den die Wissenschaft genommen hat, der einzige, den sie nehmen kann, ohne, wie die Geschichte vergangener Jahrhunderte zeigt, zurückzubleiben. Und so schreitet sie vor, ohne jemals zu einem Abschlusse gelangen zu können, in unaufhörlicher Entwicklung begriffen, nie ein Vollendetes, immer nur ein Werdenes ohne Grenze wie das Weltall selbst, dessen Erforschung ihr Ziel ist.

Diese Entwicklung, wie sie durch geistiges Streben, oft nicht ohne Kampf, gefördert wurde, Ihnen vorzuführen, war die Aufgabe, welche hier gelöst werden sollte. Wie unvollkommen dies auch gelungen sein möge, so viel wird aus der Darstellung wenigstens hervorgehen, daß die Absicht zum Grunde lag nicht nur Thatfachen hinzustellen, sondern das innere Leben der Wissenschaft mit seinen unaufhörlichen Pulschlägen, durch diese Vorträge, so weit die schwachen Kräfte dazu ausreichten, zur Anschauung zu bringen.

Am Schlusse der letzten Vorlesung kann ich mir nicht versagen, den

geehrten Anwesenden, welche durch freundliche und ausdauernde Theilnahme mir während einer Zeit von vier Monaten die Beschäftigung mit der allgemeinen Astronomie so angenehm machten, meinen tiefgefühlten Dank hier noch besonders auszubringen. Wohl überflüssig wäre zu erwähnen, von welchem Einflusse Ihre gütige Aufmerksamkeit auf die jetzt beendete Arbeit im Laufe der Zeit gewesen ist, denn nicht wird Ihnen entgangen sein, wie viel mir daran gelegen war, mich des geschenkten Vertrauens, wenn auch nur annähernd, würdig zu machen.

In der Lebensstellung, welche mir seit 20 Jahren zu Theil wurde, ist mir jede Gelegenheit entzogen meine Beschäftigung mit der Astronomie zum Gegenstande der Mittheilung zu machen, da ohne ein gereiftes Urtheil der Zuhörer ein solches Unternehmen nur fruchtlos bleiben kann. Es war daher wohl erklärlich, daß bisweilen die Sehnsucht eintrat das Gesammelte und Gepflegte einem gebildeten Publikum zur Kenntnißnahme und Beurtheilung vorlegen zu dürfen, — dieser Wunsch ist auf ausgezeichnete Weise durch Ihr gütiges Entgegenkommen in Erfüllung gegangen, — möchte das, was ich Ihnen hier bieten konnte, Sie einigermaßen entschädigen für die Opfer, welche Sie so bereitwillig gebracht haben und möchten Sie diese Stunden nicht zu den gänzlich verlorenen zählen.

# Zufüge.

~~~~~


1.

Ueber Sternkarten*).

Das prächtige Gestirn, welches Licht und Wärme darbietet, konnte auch von noch ganz uncultivirten Menschen nicht unbeachtet bleiben; seinen Aufgang, seinen Weg während des Tages und seinen Untergang wahrzunehmen und zu verfolgen, war eine Aufgabe, welche sich von selbst darbot, und mit der Betrachtung des Sternenhimmels in naher Verbindung stand. Es ist daher kein Wunder, daß wir schon im grauen Alterthume die Spuren einer nicht ganz oberflächlichen Betrachtung des Fixsternhimmels vorfinden. Man fing damit an, die ungeheuern Massen zu kleinern Systemen zu verbinden, um, wo möglich, vom Kleinern ins Größere übergehend das große Ganze übersichtlich zu machen, und es entstanden die Sternbilder, deren Namen meistens die Thaten und Schicksale merkwürdiger Personen der Vergessenheit für immer entreißen sollten. Es ist nicht zu leugnen, daß eine solche Auffassung der eigentlichen Aufgabe viel Poetisches hatte, ohne dem Hauptzweck hinderlich zu sein; ja wenn, worauf wir später zurückkommen werden, ähnliches noch in neuerer Zeit geschah, so kann auch dies nicht unbedingt verworfen werden. Doch bei der bloßen Entzählung größerer Sternmassen konnte es nicht bleiben, vielmehr kam nun die Nothwendigkeit einer genauen Verzeichnung der einzelnen Sterne hinsichtlich ihrer gegenseitigen Stellung als neues Element hinzu. Nichts war natürlicher, als sich ein möglichst getreues Bild des gestirnten Himmels zu verschaffen, indem man auf eine Kugel von beliebigem Halbmesser das, was der Himmel darbot, aufzutragen sich bemühte; so entstanden die Himmelsgloben. Allein nicht immer war eine Aufzeichnung des ganzen Himmelsgewölbes, oft nur die eines kleinen Theiles

*) Zur ersten Vorlesung, S. 2.

desselben wünschenswerth, wobei sich die Kugelform nicht als unabweisbar zeigte, sondern eine ebene Fläche genügte, und es entstanden die ersten Sternkarten. Später sind jene für den wissenschaftlichen Gebrauch diesen gewichen, nachdem nämlich die Zeichnung krummer Flächen auch in der Ebene durch eine auf mathematischen Gründen beruhende Projection geleistet werden konnte. Man mußte sich aber im Laufe der Zeit überzeugen, daß ein bloßes Eintragen der Sterne nach dem Augenmaße, gleichviel ob auf Globen oder auf eine ebene Fläche, nur wenig Anspruch auf Genauigkeit machen könne, und da außer der Beobachtung der Sonne auch die der ältern Planeten eine sichere Bestimmung der Fixsterne stets wünschenswerther erscheinen ließ, so sah man sich veranlaßt eine unsichere Schätzung mit einer genaueren Messung zu vertauschen, — so entstanden die ersten astronomischen Instrumente, — die Astronomie trat aus ihrer Kindheit, und fing an, sich zu einer Wissenschaft zu gestalten. Von diesem Zeitpunkte datiren sich die Sternverzeichnisse, welche, indem sie durch Zahlenangaben die Positionen der Fixsterne bestimmen, sich von jenen unvermeidlichen Mängeln frei erhalten, denen graphische Darstellungen unterworfen sind, und als sichere Grundlage dieser jeden Zweifel beseitigen, — obgleich auch sie von der Genauigkeit der Beobachtungen stets abhängig bleiben, einer Genauigkeit, welche nicht der Größe der angewandten Instrumente stets proportional geblieben ist; ich bemerke hier, daß zwischen den Sternkarten und Sternverzeichnissen eine Wechselwirkung stattfindet, welche sich später deutlich herausstellen wird, wenn wir von der Benutzung der Sternkarten zu astronomischen Zwecken reden werden. Die älteren Sternverzeichnisse beziehen die Orter der Sterne auf die Ebene der Ekliptik, während bei den neueren der Aequator zum Grunde liegt; d. h. jene geben Länge und Breite, diese gerade Aufsteigung und Declination.

Um den Geist der Methode, nach welcher jene Orter angegeben werden, sich deutlich zu machen, kann man ein Beispiel auf der Erde wählen. Die geographischen Längen und Breiten correspondiren nämlich, mutatis mutandis, den geraden Aufsteigungen und Abweichungen der Sterne, wenn man für den Erdäquator den Himmelsäquator, und für den Punkt, wo der erste Meridian (z. B. der von Ferro) den Erdäquator durchschneidet, den Frühlingsnachtgleichenpunkt nimmt. Der Himmelsäquator aber ist der Kreis, in welchem der verlängerte Erdäquator die Himmelkugel schneidet, so wie die Verlängerung der Erdaxe nach beiden Seiten auf der Himmelkugel die Weltpole giebt, deren Abstand die

Weltare heißt. So wie ein Ort auf der Erde bestimmt wird durch seine geographische Länge und Breite, ganz so wird auch ein Gestirn auf der Himmelskugel durch gerade Aufsteigung und Abweichung bestimmt. Wenn hiernach von selbst klar ist, wie man durch Sternverzeichnisse zu Sternarten gelangen kann, so wird auch umgekehrt die nach dem Augenmaasse vorgenommene Eintragung von noch nicht astronomisch bestimmten Sternen zu einer genauen Bestimmung ihrer Lage führen können, indem dadurch dem Beobachter die Stelle des Himmels mit hinreichender Genauigkeit angezeigt wird, nach welcher er seine Meßinstrumente zu richten hat; ähnliches gilt, wie wir in der Folge sehen werden, von der Ortsbestimmung der kleineren Planeten, der Kometen und anderer Gestirne, welche nicht Fixsterne sind. Man würde demnach den Nutzen der Sternarten nur einseitig beurtheilen, wenn man sie nur geeignet hielte die Sternbilder kennen zu lehren, vielmehr muß man zwei wesentlich verschiedene Bedingungen, welche sie zu erfüllen haben, wohl unterscheiden, nämlich jene Bestimmung, durch welche sie besonders dem Liebhaber der Astronomie interessant werden, und den wissenschaftlichen Gebrauch, welchen der Astronom von ihnen macht. — Unter den ältern Sternarten erwähnen wir zuerst die von Bayer entworfenen, welche in seiner Uranometrie, Augsburg 1603, enthalten sind; ferner die von Hevelius. Diese sind enthalten in seinem Werke: „Firmamentum Sobieskanum sive Uranographia,“ welches zu Danzig im Jahr 1690 erschien. Die Zeichnungen sind von Stech, der Stich derselben von de la Haye. Auf den beiden ersten Karten befindet sich die Jahreszahl 1686. Das Werk selbst ist erst vollständig nach dem Tode des Verfassers herausgekommen. Der Sternkatalog ist auf eigene Beobachtungen des Hevelius gegründet. Bei diesen Sternarten ist bemerkenswerth, daß sie den Himmel so darstellen, wie er auf der convergen Seite der künstlichen Himmelsgloben dargestellt wird, welches ihren Gebrauch auf unangenehme Weise erschweren mußte, indem das in der Karte links liegende am Himmel selbst rechts liegt, und umgekehrt. Hevelius hat das Unbequeme einer solchen verkehrten Anordnung sehr wohl gefühlt, allein aus Pietät gegen die früheren Verfasser von Sternarten sich keine Aenderung gestattet.

Diese Sternarten sind nur wenig in Gebrauch gekommen und wurden durch Flamsteeds: „Atlas coelestis Britannicus“ verdrängt, welcher im Jahr 1729 zu London erschien und nahe an 3000 Sterne enthält. Diese Karten wurden lange zu astronomischem Gebrauche allgemein benutzt. — Im Jahre 1782 erschienen die ersten sogenannten kleinen

Himmelskarten von Bode, 5000 Sterne enthaltend, welchen im Jahre 1801 seine großen Himmelskarten unter dem Titel: „Uranographia“ folgten.

Mit diesem Werke schließt sich die erste Periode der Sternkarten ab, weshalb wir hier für die Betrachtung derselben im Allgemeinen einen Ruhepunkt gewinnen. Wir haben vorhin angedeutet, daß der Zweck solcher Zeichnungen ein zweifacher sei, indem die Ansprüche, welche der Liebhaber der Astronomie macht, von denen des Astronomen verschieden sind. Wenn nun bei den kleinen Bode'schen Himmelskarten nicht geleugnet werden kann, daß sie um die Sternbilder kennen zu lernen sehr brauchbar, auch für manche astronomische Arbeiten geeignet sind, so würde man sich doch täuschen, wenn man den Nutzen des zuletztgenannten größern Werkes für einen verhältnismäßig größern halten wollte. Mit dem Gebrauche des Kreismitrometers zur Beobachtung der Kometen wurde auch das Bedürfnis solcher Sternkarten, welche eine möglichst große Zahl von Sternen enthalten, immer fühlbarer, da die helleren, auch wenn sie, was jedoch nur selten der Fall ist, sich in passender Nähe des lichtschwachen Kometen befinden, wegen des Ueberglänzens desselben nicht gut gebraucht werden können. Die großen Bode'schen Karten entsprechen dem astronomischen Gebrauche nur unvollkommen. Wenn wir den Fleiß, welcher auf die Zeichnung der Sternbilder gewandt wurde, in Erwägung ziehen, indem nicht nur die Contouren gegeben, sondern die Bilder vollständig ausgeführt sind, so zeigt sich hier der seltene Fall, daß die Kunst nachtheilig wirkte. Betrachten wir z. B. die Hevel'schen Sternkarten, so ist augenfällig, daß die mit Fleiß ausgeführten Zeichnungen der Figuren dem astronomischen Gebrauche hinderlich sind, indem die Sterne dadurch so unscheinbar werden, daß die Bilder als Hauptsache hervortreten, während doch von diesen Stieren, Bären, Jagdhunden, Zwillingen und Skorpionen abstrahirt werden muß, wenn man das Firmament mit den Karten vergleichen will. Dasselbe gilt von dem großen Bode'schen Werke.

Dem unermüdblichen Harding gelang zuerst Himmelskarten zu schaffen, welche dem Standpunkte der neuern Beobachtungskunst entsprechen. Diese Karten bilden in der astronomischen Welt eine Epoche; sie enthalten 120,000 Sterne auf 30 Blättern und werden auf allen Sternwarten als ein unentbehrliches Hülfsmittel betrachtet. Sollten auch einst diese Karten wieder durch noch zweckmäßigere ersetzt werden, womit, wie wir gleich sehen werden, der Anfang gemacht ist, so wird doch der Ruhm jenes fleißigen Astronomen fortbauern im Gedächtnisse der Nachkommen, denn er zeigte

merkt, wie die Sache anzugreifen sei. Die Beobachtungen, welche jenen Karten außer den Piazzischen zum Grunde liegen, sind auf Veranlassung des Pariser Astronomen La Lande von dessen Neffen Le Francais angestellt und in der *Histoire celeste* enthalten. — Seitdem ist die Zahl der beobachteten Sterne durch Bessel in hohem Grade vermehrt worden. Dieser stellte sich die große Aufgabe den Gürtel des Himmels vom 15° südlicher bis 45° nördlicher Abweichung bis zu den Sternen neunter Größe herab zu durchmustern und dieörter derselben am Reichenbach'schen Meridiankreise der Königsberger Sternwarte neu zu bestimmen. Die Energie, mit welcher dieses großartige Unternehmen begonnen und weiter fortgesetzt wurde, mußte einen sichern Erfolg herbeiführen, der auch nicht ausblieb. Diese Beobachtungen, — es wurden oft an einem Abende einige hundert Sterne bestimmt, — machte zwei Beobachter nothwendig. Argelander und Rosenberger unterstützten ihn vom Jahre 1821 — 1826, von 1826 — 1831 lagen die Beobachtungen der Abweichungen mir ob, später meinem vor kurzem leider verstorbenen Freunde Busch, der bei der Beendigung zugegen war. Nachdem der Gürtel von 15° südlicher bis 15° nördlicher Declination beendet war, sah sich die königliche Academie der Wissenschaften zu Berlin veranlaßt, die Zeichnungen neuer Himmelstarten einzuleiten, welche bis zu einer bestimmten Grenze herab vollständig werden sollten. Diese Grenze wurde durch die kleinsten Sterne bestimmt, welche mit einem Kometenstecher von Fraunhofer von 34 Lin. Oeffnung und zehnmaliger Vergrößerung noch gesehen, und an dem Meridiankreise von Reichenbach und Ortel (welcher mit Fraunhofer'schem Fernrohre von 48 Lin. Oeffnung versehen ist) im erleuchteten Sehfelde ohne Schwierigkeiten beobachtet werden können. Da es unmöglich ist durch zonenweise geordnete Meridian-Beobachtungen die Gewißheit zu erlangen, daß man alle Sterne bis zu einer gewissen Größe beobachtet habe, ohne mehrere ausgelassen zu haben, so sollte nicht nur eine Zeichnung nach den vorhergehenden Sternverzeichnissen entworfen, sondern auch eine darauf folgende Vergleichung mit dem Himmel selbst angestellt werden, um die etwa übergangenen kleinen Sterne nach dem Augenmaasse einzutragen. Wenn hiernach die speciellen Himmelstarten einer Vollendung entgegengehen, welche dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend ist, so entsteht die Frage, ob die allgemeinen Himmelstarten sich seit Dobe's Zeit wesentlich vervollkommen haben? — Wenn wir die Bemühungen der Neueren um diesen Zweig der Sternkunde in Erwägung ziehen, so läßt sich von vielen Arbeiten dieser Art nicht sagen, daß sie in Beziehung auf

die kleinen Himmelskarten von Bode einen Fortschritt begründen; so daß länger als ein halbes Jahrhundert hindurch der Standpunkt derselbe blieb. Was mochte wohl der Grund einer solchen Vernachlässigung sein? Theilweise gewiß der Umstand, daß die Verfertiger sich ihre Aufgabe nicht hinreichend klar gemacht hatten. Allgemeine Himmelskarten sollten nicht nur dazu dienen, dem Liebhaber der Sternkunde einen Ueberblick über den Himmel zu geben, und ihn die merkwürdigsten Sterne kennen zu lehren, sondern sie sind auch dem Astronomen oft nützlich. Man würde einen nicht richtigen Schluß machen, wenn man daraus, daß der Astronom im Besitze specieller Himmelskarten ist, schließen wollte, daß derselbe der allgemeinen fählich entbehren könne, weil diese in jenen doch nothwendig enthalten sind. Allerdings ist in den allgemeinen nichts, was in den speciellen nicht zu finden wäre, indessen ist hier das Auffuchen in vielen Fällen der Praxis zu lästig, ja man würde sogar den Hauptzweck verfehlen, wenn man sich der speciellen Himmelskarten da bedienen wollte, wo die allgemeinen ausreichend sind. Schon früher wurde das Störende, welches in einer genauen Ausführung der Sternbilder als Bilder liegt, angedeutet; allein dies würde sich noch allenfalls ertragen lassen, wenn die allgemeinen Karten nicht die dem bloßen Auge sichtbaren Sterne mit andern, die es nicht sind, vermischten; und so wie hier in beiden Fällen das Zuviel hinderlich ist, so ließen die allgemeinen Karten andererseits eine Genauigkeit vermissen, welche in wirklich vorkommenden Fällen Bedingung wird.

Der Mangel an geeigneten allgemeinen Himmelskarten wurde noch fühlbarer, als die Beobachtung der Sternschnuppen den Astronomen anheimfiel. Bessel veranlaßte daher im Jahre 1839 den damaligen Jüngereur-Hauptmann Schwind in Pillau, den Himmel vom Nordpole bis zu 30° südlicher Abweichung auf nur fünf Blättern darzustellen. Vier davon gehen von 30° südlicher bis 50° nördlicher Abweichung und zwar so, daß jedes derselben diese Zone für 102° der geraden Aufsteigung vollständig enthält; das fünfte Blatt giebt die Gegend um den Pol und wiederholt einen hinreichenden Theil der auf den andern Blättern schon dargestellten Gegenden; alle Blätter sind rechtwinkelig begrenzt, $16\frac{1}{4}$ Preuß. Zoll hoch und $18\frac{1}{2}$ breit, und stellen bei der krummlinigen Begrenzung des Theiles, welchen sie vollständig enthalten, noch benachbarte Theile von beträchtlicher Größe dar. Der Maßstab konnte, ohne eine unbequeme Größe der Blätter mitzubringen, zu zwei Linien für den Grad des größten Kreises (in der Mitte der Blätter) angenommen werden; er ist mehr als hinreichend für alles, was die Karten enthalten sollen, so daß

sie ein völliger Ersatz der vorhandenen blätterreichen Kartenwerke sind, insofern sie den in unsern Gegenden sichtbaren Theil des Himmels liefern, von den Unbequemlichkeiten jener aber befreit sind. Das Netz der Karten ist von zwei zu zwei Graden ausgezogen, von zehn zu zehn Graden aber durch stärkere Linien, wodurch der Vortheil erlangt wird, daß die Richtung auch eines kürzern Bogens eines größten Kreises durch Fehler der Schätzung seiner Endpunkte auf der Karte wenig entstellt wird. Die Bezeichnungen der Sterne und ihrer Größe wurden, von der bisher üblichen verschieden, so gewählt, daß sie eine möglichst getreue Darstellung des Himmels selbst gewähren. Diejenigen Nebelflecken und Sternhaufen, welche durch einen guten Kometenstecher sichtbar sind, finden sich auf den Karten verzeichnet. Diese enthalten auch die Figuren der Sternbilder, jedoch in matter brauner Farbe, wodurch sie auf keine Weise den Ueberblick über die Configurationen der Sterne beeinträchtigen. Ich habe diese Karten wiederholtlich, gleich nach ihrem Erscheinen, mit dem Himmel verglichen, und obgleich die Erwartung keine geringe sein konnte, so ist diese dennoch übertroffen worden. Der Maasstab ist in der That höchst glücklich gewählt, und die Besorgniß, welche sich Anfangs aufdrängte, daß er zu groß sein dürfte; wird durch die Erfahrung widerlegt. Die Sternbilder haben eine solche Größe, daß die Uebersicht nicht zerstört wird, und die einzelnen Sterne treten in Bezug auf die Intensität ihres Lichts mit einer solchen Deutlichkeit hervor, daß die Auffindung auch der kleineren weniger Arbeit als Bergtügen wird. Wir besitzen an diesen Karten ein Werk, welches bereits dem Astronomen sowohl, als dem Liebhaber der Astronomie gleich nützlich geworden ist, namentlich tritt für diesen der Vortheil ein, daß sie nicht nur das Dürftigste darbieten, sondern durch ein reiches Material zu einer immer genauern Betrachtung und gründlicheren Kenntniß des Sternhimmels anregen. Vielleicht tragen auch sie dazu bei, den Sinn für eine der ehrenwerthesten Wissenschaften in größern Kreisen zu wecken. Wenn, um mit dem Dichter zu reden, der kalt staunende Besuch nicht genügt, sondern man sich sehnt in die Tiefe der Natur wie in den Busen eines Fremdes zu schauen, so können jene Karten auch demjenigen eine Stütze werden, der die Wissenschaft als Mittel betrachtet, um die Mannigfaltigkeit und Größe der Schöpfung kennen zu lernen, ein Bestreben, welches in wohlthätigen Einflüssen auf Geist und Herz seinen Lohn findet.

Weinake gleichzeitig mit den Schwind'schen Karten erschienen die von Argelander, Professor der Astronomie und Director der Sternwarte in Bonn. Er hatte die Absicht ein möglichst getreues Bild des ge-

stirnten Himmels aufzustellen, wie dieser sich dem unbewaffneten Auge im mittleren Europa zeigt, und glaubte, daß ein solches nicht nur den Astronomen und Freunden der Astronomie bei Auffuchung von himmlischen Gegenständen mit beweglichen Fernröhren nützlich sein, sondern auch in späteren Zeiten einen Vergleichungspunkt abgeben werde, um etwaige Veränderungen in der Helligkeit der Sterne zu erkennen. Um diesen Zweck zu erreichen, mußte auf die Größe der Sterne ein Hauptaugenmerk gerichtet werden. Zu diesem Ende verglich er zuerst die Sterne erster und zweiter Größe, so wie die helleren der dritten in den verschiedenen Sternbildern unter einander, wobei er die Vorsicht gebrauchte, nur solche gegen einander zu halten, die nahe in gleicher Höhe waren. In gleicher Weise ging er zu den geringeren Größenklassen über, bis zur fünften und sechsten, deren letzte einem guten Auge noch ohne Mühe sichtbar sind. Durch diese Karten ist für die Helligkeit der Sterne ein interessanter Beitrag geliefert, auch dienen sie, wiewohl aus vielen Blättern bestehend, um sich am Himmel zu orientiren. Argelander hat diejenigen Sternbilder weggelassen, welche nach Hevelius an den Himmel gesetzt sind, indem er glaubt, daß das Recht, neue Sternbilder einzuführen, nur denjenigen eingeräumt werden dürfe, die sich bleibende Verdienste um die Kenntniß des Sternhimmels erworben haben, nicht aber jedem, der eigener Eitelkeit schmeicheln wolle. Es gab aber Astronomen, welche nach Hevelius neue Sternbilder einführten, denen man bleibende Verdienste nicht absprechen kann. Bode führte bekanntlich die schöne Idee aus, zu Ehren Friedrichs II. ein neues Sternbild einzuführen, zu welchem Kauler den Namen Friedrichsruhe wählte, — während Lalande in übermüthiger Laune sein Lieblingsthier an den Himmel setzte mit den Worten: „ich habe ein neues Sternbild zwischen das Schiff und den Becher an den Himmel gesetzt: eine Kage. Desherbies hat dieses in einem sehr schönen Gedicht über die Kagen schon angekündigt, und ich liebe dieses Thier sehr. Es ist ein großer leerer Platz auf den Karten, wo ich dieses Bild hingesezt habe, und wo sehr viele Sterne sind; es sind einige von der vierten und fünften Größe darunter, der 44ste Stern der Wasserschlange ist nothwendig dabei. „Der gestirnte Himmel“, fährt er fort, „hat mich in meinem Leben genug ermüdet, so daß ich nun wohl auch einen Spaß haben kann“. Wenngleich man sieht, wie der französische Astronom nur tänzelte, wo der deutsche einem erhabenen Gefühle Ausdruck geben wollte, wird doch Niemand im Ernste leugnen wollen, daß sich Lalande bleibende Verdienste um die Astronomie, sowohl durch sein noch heute unübertroffe-

nes Wert über diese Wissenschaft, als durch die Zonenbeobachtungen in Paris erworben habe, welche, wie wir vorhin gesehen haben, den Harbingschen Karten zum Grunde liegen. Bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Astronomie ist nicht anzunehmen, daß auch der ausgezeichnetste Astronom das Bedürfnis eines neuen Sternbildes fühlen sollte, und es scheint in der That, daß die neuen Sternbilder immerhin beibehalten werden können, wenigstens sieht man nicht ein, welcher Nachtheil damit verbunden gewesen wäre.

Wenden wir nun noch einen Blick auf die Sternkarten im Allgemeinen, so zeigt sich, daß für den wissenschaftlichen Gebrauch durch die Harbingschen Karten bis zur Vollenbung der akademischen vorläufig gesorgt ist, und daß nach Beendigung dieser bis zum Pole für eine nicht vorauszubestimmende lange Zeit kein neues Bedürfnis eintreten wird. Als allgemeine Himmelskarten leisten aber die Schwind'schen und Argelander'schen Alles, was irgend gefordert werden kann.

2.

Dunkle Sterne *).

Das Vorhandensein unsichtbarer Weltkörper wurde schon in früheren Zeiten vermuthet und namentlich schien der mehrfach erwähnte, von Tycho im Jahre 1572 beobachtete Stern, der plötzlich erschien und bald wieder verschwand, dieser Annahme, zu der sich auch Laplace bekannte, günstig zu sein. Bessel jedoch war es, der durch sorgfältige Beobachtungen über die Bewegungen des Sirius und Procyon geleitet, noch in den letzten Jahren seiner Thätigkeit die feste Ueberzeugung aussprach, daß ein dunkler Nebelstern den Sirius begleiten, und seine eigenthümliche Bewegung hervorrufen müsse. „Der anziehende Körper“, sagt Bessel in einem Briefe an Humboldt, „muß entweder dem Fixsterne, welcher die merkwürdige Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse, in sehr kleiner Entfernung von der Sonne, sich in den Bewegungen unseres Planeten-Systems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewiesen“. In Folge dieser Mittheilung hatte Humboldt in dem Antwortschreiben an Bessel in gewohnter liebenswürdiger Weise scherzend einige Besorgnisse über die Gespensterwelt der dunkeln Gestirne geäußert. Der Urheber jener Ansicht mochte darin einen verdeckten Zweifel erblicken, und schrieb sogleich zurück: „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß sowohl Procyon als Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, be-

*) Zur ersten Vorlesung, S. 20.

weist offenbar nichts gegen das Dasein eben so zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft stattfindet, und daß die Kräfte nach dem Newtonschen Gesetze wirken“.

Bessel erlebte nicht mehr den Sieg seiner auf die feinsten Beobachtungen gegründeten Hypothese, die, von Fuß und Struve angefochten, endlich auf das glänzendste durch die Arbeit seines Nachfolgers, des jetzigen Directors der Altonaer Sternwarte, Professor Peters, ihre Bestätigung erhielt. Diesem gelang mit gewohnter Meisterschaft, die alle seine Arbeiten erkennen lassen, unzweifelhaft zu beweisen, daß der schöne Stern Sirius in der Zeit von 49 Jahren eine kleine Ellipse an der Himmelskugel nach der Art der Doppelsterne beschreibt. Diese Bewegung muß demnach von einer Masse herrühren, welche im Vergleich mit der Masse des Sirius nicht unbedeutend, vielleicht auch größer sein kann, und in seiner Nähe befindlich ist, so daß wir denselben allerdings als einen Doppelstern betrachten dürfen, bei welchem der eine Stern nicht leuchtet. In der physischen Astronomie kann man niemals weiter kommen, als eine Hypothese durch Rechnung und Beobachtung zu prüfen, was in diesem Falle mit einer Sicherheit geschehen ist, die manchen andern Untersuchungen zur Zeit noch abgeht. Um auch einen, freilich nur äußerlichen Beweis für die Wichtigkeit der Besselschen Entdeckung zu geben, möge gestattet sein zu bemerken, daß Frankreichs größter Astronom dieselbe öffentlich für die bedeutendste unter allen erklärt hat, die in diesem Jahrhundert in der Astronomie gemacht worden sind.

Die Riesenteleskope Herschels, Cassells und des Lord Rosse*).

In den Philosophical Transactions für 1795 befindet sich eine Beschreibung des 40füßigen Telescop's von seinem berühmten Verfertiger, welcher ich Folgendes hier entnehme: „Zwar besaß ich“, so bemerkt Herschel, „als ich noch zu Bath war, bereits hinreichende Kenntnisse in Rücksicht der Theorie der optischen und mechanischen Wissenschaften, allein noch mangelte mir die zur Ausführung selbst so wesentliche Erfahrung, obgleich ich auch schon an diesem Orte einen guten Anfang gemacht hatte, indem ich zur Erholung in meinen Mußestunden zu eigenem Gebrauch verschiedene 2-, 5-, 7-, 10- und 20füßige Newton'sche Telescope außer den Gregory'schen von 2, 3, 5 und 10 Fuß Länge bearbeitete. Da mir indessen das eigentliche Verfahren noch ganz unbekannt war, so bestand die Art, wie ich dergleichen Instrumente verfertigte, darin, daß ich verschiedene Spiegel von jeder Art goß, sie dann so gut, als es mir möglich war, bearbeitete, dann durch Versuche die besten auslas und sie aufhob, die übrigen aber bei Seite legte um sie nochmals zu poliren. Auf diese Art habe ich denn nicht weniger als 200 siebenfüßige, 150 zehnfüßige und gegen 80 zwanzigfüßige Spiegel verfertigt, deren nicht zu erwähnen, denen ich die Gregory'sche Form gab. Hand in Hand gingen nun mit meinen optischen Unterhaltungen auch die mechanischen. Die Menge der Stativ'e, welche ich in Rücksicht solcher Telescope erfand und verfertigte, kann ich nicht bestimmt angeben. Im Jahre 1781 fing ich an auf einen 30füßigen Reflector zu denken, weshalb ich denn auch, nachdem das Gestell entworfen war, den Spiegel goß, dessen Durchmesser 36 Zoll betrug, allein da die Komposition des Metalls, welches ich dazu anwenden wollte, etwas zu spröde war, so zersprang er während des Abkühlens. Ich goß ihn daher zum zweiten Male um, — jedoch der Ofen, den ich zu diesem Zwecke in

*) Zur zweiten Vorlesung, S. 33.

meiner Wohnung errichtet hatte, gab nach, und das Metall ging im Feuer verloren“. Diese Zufälle konnten Herschel aber nicht muthlos machen, vielmehr setzte er nach wie vor wenigstens seine Beobachtungen fort, wenn auch die Experimente für einige Zeit ausblieben. Ungefähr gegen das Ende des Jahres 1785 fing er an, das 40füßige Telescop zu bearbeiten. Das Holzwerk des Gestelles und die Maschinen für die erforderlichen Bewegungen des Instruments wurden sogleich vorgenommen und so viel als möglich beschleunigt. Bei der ganzen Bearbeitung dieses Theiles wurden nur gewöhnliche Arbeiter gebraucht, denn er verfertigte für jeden Theil besondere Zeichnungen und führte bei allem selbst die Aufsicht; indessen belief sich die Zahl der gleichzeitig Arbeitenden bisweilen auf 40 Personen. Während dieser Zeit fing er auch an, den großen Spiegel selbst zu bearbeiten, welches nur dadurch eine Unterbrechung erlitt, daß er den ganzen Apparat von Clayrhall, wo er sich damals aufhielt, nach seiner neuen Wohnung zu Slough bringen lassen mußte. Hier fing er denn auch bald nach seiner Ankunft an, den Grund zu legen, worauf nach und nach das Werk errichtet wurde. Herschel benutzte dabei nur einen großen Spiegel, der 4 Fuß im Durchmesser hatte, ohne den kleinen Spiegel anzuwenden, der in den Newton'schen Fernröhren gewöhnlich angebracht ist. Der große Spiegel wurde etwas schief gegen die Axe gestellt, und das Bild, welches derselbe von entfernten Gegenständen gab, mit einer Ocular-Linse betrachtet. Die schiefe Stellung wurde ihm gegeben, damit der Kopf des Beobachters keinen zu großen Theil der auf diesen Spiegel fallenden Strahlen bedecken oder aufhalten sollte; auch gab Herschel dem Beobachter den Rath zur Nachtzeit irgend eine Art von warmer Kopfbedeckung einem Hute vorzuziehen, weil die Krempe desselben doch einige einfallende Strahlen leicht abhalten dürfte. Nachdem nun der große Spiegel seine vollkommene Politur erhalten und in das Rohr eingesetzt war, so sah er schon zum ersten Male am 19. Februar 1787 durch dasselbe. Indessen ist das Datum der gänzlichen Vollendung des Instruments ungleich später zu sehen, denn der erste Spiegel wurde durch Unachtsamkeit des Gießers hinterwärts schwächer als Herschel angegeben, weshalb ihm denn auch die erforderliche vollkommene Form nicht gegeben werden konnte. Es wurde daher ein zweiter Spiegel gegossen, welcher, am 27. August 1789 bei Fixsternen angewandt, ein vollkommen scharfes Bild gab. An dem darauf folgenden Tage richtete er das Telescop nach dem Saturn und entdeckte damit den sechsten Trabanten dieses Planeten. Von diesem Tage datirt Herschel die Vollendung seines

40füßigen Reflektors. Die detaillierte Beschreibung der Aufstellung dieses Apparats ist viel zu weitläufig, als daß sie hier gegeben werden könnte; ich bemerkte nur noch, daß mit diesem Apparate eine Gallerie für den Beobachter verbunden war, welche zu irgend einer beliebigen Höhe aufwärts gezogen werden konnte; daß ein kleines Zimmer mit dem Rohre in Verbindung stand, in welchem die astronomische Uhr aufgestellt war, und der Gehülfe die Beobachtungen und die Mittheilungen aufschrieb, welche ihm mittelst eines am Instrumente angebrachten Sprachrohrs vom Beobachter gemacht wurden.

Obgleich man sich von diesem Riesentelescop sehr viel versprochen durfte, so lieferte dasselbe doch nicht die erwarteten Resultate. Der große Spiegel verlor, indem er sich in der kühlen Nachtlust mit Dünsten überzog und oxydirte, sehr bald seine hohe Politar, und mußte, da eine neue Herstellung desselben denn doch gar zu große Kosten würde verursacht haben, unbenutzt bleiben.

Schon längst war jenes größte und berühmteste aller optischen Instrumente in seinem wesentlichsten Theile, nämlich dem großen 4füßigen Spiegel, der Zeit zum Opfer gefallen und diente nicht mehr zu Beobachtungen; — noch immer aber erhob sich in der Nähe von Slough das gewaltige Gerüst, welches gebient hatte, das schwere Instrument mit Leichtigkeit in jede beliebige Lage zu bringen und zu fixiren. Am Schlusse des Jahres 1839, also ein halbes Jahrhundert nach der Aufstellung, ließ John Herschel dieses Telescop ab- und auseinander nehmen, um seine Bestandtheile zu einem Monumente seines Vaters zu ordnen. Das 40füßige Rohr, welches 4 Fuß 10 Zoll im Durchmesser hat und aus gerolltem oder Blecheisen besteht, ward bei dieser Gelegenheit auf drei steinerne Pfeiler in horizontaler Richtung niedergelegt und mit einem frischen Anstriche versehen, der in der Folge, so oft es nöthig ist, wiederholt werden sollte, um es möglichst lange zu erhalten. In der Neujahrnacht versammelten sich Sir John Herschel, dessen Gattin, beider Kinder und deren Gouvernante zu einem im Innern des Rohres veranstalteten astronomischen Familienfeste, wozu jener selbst ein Gedicht verfaßt hatte. Der Chor wurde von seinen 6 ältesten Kindern (von 10 bis 3 Jahren) ausgeführt. — Miß Caroline Herschel theilte dem Fräulein Minna Witte, der jetzigen Gemahlin des Professor Wähler in Dorpat, eine Abschrift eigener Hand mit, die für 91 Lebensjahre noch eine ausgezeichnet feste und sichere genannt werden konnte; diese fertigte folgende Uebersetzung an, welche ich hier mitzutheilen mir die Freiheit nehmen werde:

„Wir sitzen im alten Tibus gereiht
Und Schatten umziehen uns vergangener Zeit.
Sein Requiem singen wir schallend und klar,
Indem uns verläßt und begrüßet ein Jahr!

Chor:

Fröhlich und lustbewegt singet, o singt,
Daß rasselnd der alte Tibus erklingt.

„Wohl fünfzig Jahr troßt er der Stürme Gewalt,
Nicht beugte der Nord seine hehre Gestalt.
Nun liegt er gefunden, wo hoch er einst stand,
Das suchende Auge zum Himmel gewandt.

Chor.

Fröhlich u.

„Die Wunder, die lebendem Blick nie gestrahlt,
Sie waren hier einst in den Spiegel gemalt,
Nicht deutet, nicht zählt sie der ird'sche Verstand,
Sie sind nur allein ihrem Schöpfer bekannt.

Chor.

Fröhlich u.

„Hier wacht' unser Vater in eisiger Nacht,
Hier hat ihm vorweltlicher Lichtstrahl gelacht,
Hier half ihm die Schwesterlieb treulich und mild,
Sie zogen vereint durch das Sternengefüß.

Chor.

Fröhlich u.

„Dann legt' er ihn nieder, so sanft er gekonnt,
Daß seine Kraft er im Sternenlicht sonnt;
Hier liegt er ein harter Bissen, geweiht
Dem eisenverzehrenden Zahne der Zeit.

Chor.

Fröhlich u.

„Sie wird ihn verzehren, ihr fällt er zum Raub,
Sein Eisen und Erz wird Rost sein und Staub,
Doch ob auch Jahrhunderte rauschend vergehn,
Sein Ruhm wird doch in den Trümmern bestehn.

Chor.

Fröhlich u.

„Das alte Jahr scheidet, neu dämmert ein Jahr,
Gott mach' es so froh als das vorige war;

Um uns're Gesundheit mag gnädig verleihn
Er weniger Regen, mehr Sonnenschein.

Chor.

Fröhlich x.

„Gott geb' wenn der Schluß dieses Jahres erscheint,
Daß all' er uns treffe in Liebe vereint.
Daß funfzig Jahr später, mit Segen bedeckt,
Noch mancher von uns hier das Echo erweckt.

Chor.

Fröhlich und lustbewegt singet, o singt,
Daß rasselnd der alte Tubus erklingt.

In neuester Zeit haben aus edeler Begeisterung für die Wissenschaft zwei Männer, nämlich der Earl of Rosse in Parsonstown, 12 Meilen westlich von Dublin, und Herr Lassell zu Sturfield bei Liverpool außerordentlich große Teleskope, und zwar Reflectoren, construirt.

Das Telescop von Lassell hat 2 Fuß Deffnung und 20 Fuß Brennweite, und es sind mit ihm bereits ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden, auch wurden zwei Uranustrabanten, welche bisher der ältere Herschel allein gesehen hatte, wieder aufgefunden.

Das Telescop des Lord Rosse übertrifft an Größe noch das große Fernrohr Herschels. Der Durchmesser seines großen Spiegels beträgt 6 engl. Fuß, seine Dicke $5\frac{1}{2}$ Zoll, sein Gewicht 8142 preussische Pfund, seine Zusammenfegung besteht aus 126 Theilen Kupfer auf $57\frac{1}{2}$ Theile Zinn; seine Brennweite ist 54 Fuß. Der Tubus ist von Lannenholtz; sein unterer Theil, in welchem der Spiegel hineingesetzt ist, ist ein Würfel, dessen Seite 8 Fuß. Der runde Theil des Tubus besitzt in seiner Mitte $7\frac{1}{2}$ Fuß, an seinem Ende $6\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser. Das Telescop liegt zwischen zwei Steinwänden, die von Norden nach Süden 71 Fuß lang, ungefähr 50 Fuß hoch und etwa um 23 Fuß von einander entfernt sind. Diese Wände sind so nahe als möglich dem Meridiane parallel. In der innern Seite der östlichen Wand ist ein sehr starker eiserner Bogen, von etwa 43 Fuß Radius fest angebracht und mit Vorrichtungen versehen, wodurch seine Oberfläche, die dem Telescop gegenüberliegt, genau in die Ebene des Meridians gelegt werden kann. Dies ist eine Sache von der größten Wichtigkeit, da durch diesen Bogen die Stellung des Instruments im Meridian gesichert ist. So kann man auch jede Abweichung leicht be-

stimmen, denn auf einem Ballen, mit welchem das Fernrohr in Verbindung steht, sind Linien gezogen, bei denen der Abstand einer jeden von der benachbarten einer Zeitminute im Aequator entspricht. Der Tubus und Spiegel nebst der Unterlage, auf welcher der letzterer ruht, wiegen etwa 32569 preussische Pfund.

Wenn der Beobachter beschäftigt ist, so steht er auf einer von vier Gallerieen. Wenn das Telescop in seiner geringsten Höhe liegt, so kann es bis zum Zenith durch 2 Personen an einer Winde in 6 Minuten erhoben werden; und so leicht beweglich ist die ungeheure Masse, daß, wenn die Dörter des Object's in Beziehung auf seine Lage am Himmel bekannt sind, dasselbe in Zeit von 8 Minuten im Felde des Telescops erscheint von dem ersten Versuche es zu heben.

Die erste Prüfung der optischen Kraft dieses Instruments geschah dadurch, daß man dasselbe auf Nebelflecke richtete. Die meisten derselben sah man in hellen Nächten zum erstenmal seit ihrer Schöpfung als Gruppen oder Haufen von Sternen; während andere eine solche Auflösung nicht zeigten. Der Vergleich mit andern ausgezeichneten achromatischen Fernröhren fiel so aus, daß, wenn man diese Nebelflecke durch jene betrachtete, die Eindrücke sich ungefähr so verhielten, wie die mit bloßem Auge gesehene Mattigkeit des Saturn zu dem Glanze der Venus. Zu den bekanntesten Nebelflecken gehört der ringförmige in den Jagdhunden oder No. 51 in Messiers Catalog, welcher mit 518maliger Vergrößerung in Sterne aufgelöst wurde; ferner No. 94 bei Messier, der in demselben Sternehaufen steht; dieser wurde in einen großen runden Sternhaufen aufgelöst, dem wohlbekannten im Hercules nicht unähnlich.

Obwohl indessen die Kraft dieses Telescops in der Auflösung solcher Nebelflecke in Sterne, die man früher für unauflöslich gehalten hatte, außerordentlich zufriedenstellend war, so war sie es im Ganzen wenig mehr, als man voraussehen durfte; denn die Erfahrung hatte seit längerer Zeit gelehrt, daß ein Telescop die Nebelflecke sehr schön und sogar aufgelöst zeigen kann, während dasselbe, mit mäßiger Vergrößerungskraft auf einen glänzenden Stern gerichtet, sogleich nicht befriedigt. Der 20-füßige Reflector des älteren Herschel, zeigte z. B. mehrere Nebelflecken des Messier'schen Catalogs, den ringförmigen Nebelflecken in der Leyer, und den großen Nebelflecken in der Andromeda so gut und in Sterne auflösend, wie wohl kein zweites derselben Dimension, doch als dasselbe auf α in der Leyer (Wega) gerichtet wurde, versagte es schon bei einer Vergrößerung von 300 Malen. Die Vollkommenheit des Bildes muß bei

einem Telescop nicht durch Nebelflecke, sondern durch seine Darstellung eines Sterns erster Größe geprüft werden. Wenn es bei starker Vergrößerung den Stern rund und frei von optischen Nebenerscheinungen zeigt, so kann man sich sicher darauf verlassen, daß es nicht allein Nebelflecke, sondern auch jeden andern Gegenstand am Himmel hinreichend gut zeigen wird. Die erste Prüfung dieser Art wurde beim Durchgange des Regulus durch den Meridian angestellt; man sah, als das Telescop auf ihn gerichtet war, mit vollständiger Oeffnung und 800maliger Vergrößerung, mit unaussprechlichem Vergnügen den Stern frei von Flügeln, Schweifen und dergleichen sonstigen optischen Erscheinungen, zwar nicht als planetarische Scheibe, wie in großen achromatischen Fernrohren, sondern als ein rundes Bild, ähnlich einem electrischen Lichte zwischen Holzkohlen, und dieses glänzende Bild hatte so geringe Aberrationen, daß man seinen scheinbaren Abstand von allen andern Sternen im Gesichtsfelde mit einem Micrometer von Spinnenfäden und einer 1000maligen Vergrößerung ohne die geringste Schwierigkeit hätte messen können; denn nicht allein war der große Stern rund, sondern das Telescop stand, obwohl in freier Luft und bei ziemlichem Winde, so fest wie ein Fels. — Spätere Beobachtungen von Nebelflecken, die sich auf einige 30 beliefen, schieben dieselben sogleich aus der Reihe der Nebelflecke, wo sie lange als solche figurirt hatten, aus, indem das Instrument sie in Sternhaufen verwandelte; während einige der letztern, besonders No. 5 des Messier'schen Catalogs, ein Sternbild im Telescop darboten, wie es noch Niemand vorher gesehen und welches durch seine Pracht alle Beschreibung unmöglich machte.

In Beziehung auf Doppelsterne leistete das Instrument nicht minder Ausgezeichnetes. Der erste, welchen man betrachtete, war der Jhnen bekannte Mizar im großen Bären, aber auch feinere wurden auf das schärfste getrennt. Die Beobachtung des Cometen von d'Arrest zeigte indessen nichts Bemerkenswerthes. Die Planeten Jupiter und Saturn erschienen im prachtvollsten Glanze. Was den Mond betrifft, so war die Wirkung etwa so: wenn man sich vorstellt, daß man mit einem achromatischen Fernrohre von 12 Zoll Oeffnung den Mond ansieht, so muß man sich nach dem Berichte des Beobachters vorstellen, daß man mit dem Riesen-Telescop des Lord Koffe in den Mond hineinsieht, und man wird sich keine sehr irrige Ansicht von der Gestalt des Ungeheuers machen. Die dunkle Seite erschien so schön, wie man sie durch die lichtstärksten Fernrohre zuvor noch nie gesehen hatte. Die erste Sternbedeckung durch den

Mond war von einem sehr merkwürdigen Umstande begleitet. Da der Mond während seiner eigenen Bewegung von Westen nach Osten allmählig in andere Gegenden des Fixsternhimmels gelangt, so muß er bei seinem Vorübergange auch Sterne unserm Anblicke entziehen. Diese Erscheinung ist ganz einer Sonnenfinsterniß analog; so wie der Mond bei einer totalen Sonnenfinsterniß die Sonne verbunkelt, so thut er dasselbe in jedem Monate mit einer nicht geringen Anzahl jener fernen Sonnen, wenn man auch nur bis zu den Sternen siebenter Größe hinabsteigt; eine solche Erscheinung nennt man eine Sternbedeckung. Die Beobachtung der Eintritte gewährt, ganz abgesehen von ihrem wissenschaftlichen Nutzen, besonders dann einen schönen Anblick, wenn der Stern an der dunkeln Seite eintritt. Er steht noch in voller Pracht da, allmählig rückt er scheinbar dem Monde immer näher, ohne im mindesten an Glanz zu verlieren, und plötzlich in einem unscheinbaren Zeitmomente ist er erloschen, bis er nach Verlauf einiger Zeit am hellen Mondrande wieder erscheint. So wie das Eintreten an der dunkeln Mondseite zwischen dem Neu- und Vollmonde, ist nach dem Vollmonde das plötzliche Hervortreten an der dunkeln Seite auch für den bloßen Anblick überraschend und schön, besonders bei hellern Sternen. Der Stern, welcher bedeckt werden und am dunkeln Mondrande eintreten sollte, war etwa siebenter Größe. Aber anstatt in dem Augenblicke zu verschwinden, als der Mondrand mit ihm in Berührung kam, ging er scheinbar über die dunkle Mondfläche, wie wenn man ihn durch einen transparenten Mond gesehen hätte, oder als wenn der Stern zwischen dem Beobachter und dem Monde gewesen wäre. Er blieb auf der Mondscheibe beinahe zwei Secunden und verschwand erst dann augenblicklich. Ähnliche Erscheinungen sind aber auch bereits früher, besonders bei Bedeckungen von Sternen erster Größe, bemerkt worden. So erinnere ich mich einer Bedeckung des Aldebaran, wo der Stern am dunkeln Mondrande, um so zu sagen, kleben blieb und wenigstens eine Secunde verweilte; welches von meinen Mitbeobachtern, die zum Theil minder lichtstarke Fernröhre benutzten, ebenfalls bemerkt wurde. Die Erklärung ist schwierig, einem Spiele der etwaigen Mondatmosphäre, die, wenn sie überhaupt vorhanden, sehr dünn ist, wird man die Erscheinung nicht zuschreiben dürfen, wohl aber mit größerer Wahrscheinlichkeit einer Beugung des Sternlichts an dem dunkeln Theile des Mondkörpers.

Fraunhofer *).

Am 21. Juli des Jahres 1801 stürzten in München im Thiererlgäßchen plötzlich zwei Häuser zusammen. Das Ereigniß regte bald die ganze Stadt auf, da sich die Nachricht verbreitete, daß Menschen im Schutte begraben seien. Man gab sich zwar Mühe die Verunglückten zu retten, allein es war unmöglich sie schleunig aus dem Schutte vorzuziehen, und schon fing man an die Hoffnung aufzugeben, als der edelmüthige Maximilian Joseph, damals noch Churfürst, erschien. Die Gegenwart des Landesherrn, welcher mitten im Gedränge die Arbeiter durch freundlichen Zuruf anfeuerte, verfehlte nicht ihre Wirkung. Das freudige Bewußtsein von einem Fürsten beherrscht zu werden, der auch die geringsten seiner Unterthanen wie seine Kinder betrachtete, ja selbst persönliche Gefahr nicht scheute, wo es galt ein Menschenleben zu retten, wirkte gleich einem electrischen Schläge und plötzlich entwickelte sich eine Thätigkeit, welche jede Besorgniß um eigenes Leben vergessen ließ. Aber bald sah man ein, daß ein bestimmter Plan verfolgt werden müsse. Man fing nun damit an im Innern des uneingestürzten Theiles des Hauses von unten durch eine Thür eine Art Schacht aufzuschließen, und mit Lochsägen durch die eingestürzten Balken und Bretter eine Oeffnung zu bilden. Einer der beiden Verschütteten war der Lehrbursche eines Glasers, welcher eines jener Häuser bewohnte. Glücklicherweise war sein Kopf im Innern des Schuttes durch Kisten, die sich stützten, soweit frei geblieben, daß er rufen konnte, und wäre er nicht zugleich so gefallen, daß man von der genannten Thüre aus zu ihm hin graben konnte, so hätte man ihn vielleicht erst nach mehreren Tagen gefunden, wie die Frau seines Lehrherrn, welche dadurch ihr Leben verlor. Nach vierstündiger rastloser und sehr

*Nur zweiten Vorlesung, S. 33.

angestrengrer Arbeit zog man den Glaserburschen nur wenig beschädigt aus dem Schutte hervor, man brachte ihn triumphirend dem Fürsten, der 23 Jahre später als König demselben Glaserburschen den Civil-Verdienstorden der Bayrischen Krone umhängen sollte. Der Knabe war Fraunhofer. Wie leicht wäre es gewesen, für diesen Knaben in dem gewöhnlichen Sinne zu sorgen und ihm eine sogenannte Carriere zu eröffnen. Ließ ihn doch Maximilian Joseph bald nach jenem Vorfalle auf das Schloß kommen, unterhielt sich freundlich mit ihm, schenkte ihm Geld, ja versprach dem seit seinem elften Jahre Verwaisten ein zweiter Vater sein zu wollen. Aber Fraunhofer wollte nichts aus sich machen lassen, in ihm schlummerte eine Welt, die er durch eigene Kraft zur Erscheinung zu bringen sich gedrungen fühlte. Nach wie vor blieb er seinem Handwerke treu und nur an Feiertagen eilte er zu seiner Glasschneidemaschine, welche er für einen Theil des ihm geschenkten Geldes hatte anfertigen lassen, und schliß optische Gläser. Allein die Schwierigkeiten und Hindernisse, welche ihm hier entgegentraten, ließen ihn bald den Mangel der Theorie empfinden, und je wahrer er diesen empfand, um so größer wurde der Eifer mit jener sich vertraut zu machen. Der Geheimrath v. Ußschneider, Besitzer einer mechanisch-optischen Werkstatt in München, der ihn zufällig kennen gelernt hatte, brachte ihm Bücher von Kästner, Klügel, Priestley u. a., jedoch Fraunhofer merkte bald, daß diese seinem Bedürfnisse noch nicht abhelfen konnten, da ihm die darin angewandte reine Mathematik gänzlich fremd war, welcher er sich nun mit allem Eifer hingab, ohne sich durch Andeutungen irren zu lassen, die ihm von einigen Personen über die Unmöglichkeit, jene Wissenschaft bloß aus Büchern kennen zu lernen, gemacht wurden. Doch es sollte nicht nur bei jenen Hindernissen, die in der Natur der Sache liegen, verbleiben; sein Lehrmeister wurde mit Unwillen die Bücher bei ihm gewahrt und untersagte ihm das Studium derselben, weil er befürchtete, Fraunhofer könne dadurch in seinem Handwerk nachlässig werden. Jetzt rieth man ihm von der ihm ausdrücklich ertheilten Erlaubniß Gebrauch zu machen und sich an den Churfürsten zu wenden; aber er war nicht zu bewegen diesen Schritt zu thun, sondern wandte nun die Nächte zum eifrigen Studium der Mathematik und Optik an. Damit er die Feiertage frei erhielt und nicht ferner verhindert werde in der Feiertagschule schreiben zu lernen, verwandte er den Rest seiner 18 Dukaten eines Theils um seinem Lehrmeister das letzte halbe Jahr der Lehrzeit abzukaufen, andern Theils um sich aus dem Nachlasse des Generals v. Salern eine optische Schleifmaschine anzu-

Waffen. Ohne jemals graviren gesehen zu haben, fing er diese Arbeit in freien Stunden an um sich durch Verfertigung von Visitenkarten einiges Geld zu verdienen. Der eben ausgebrochene Krieg verringerte aber den Absatz dieses Artikels, und nun kam er allerdings in eine Lage, die so **traurig** war, daß seine Existenz ernstlich bedroht erschien. Wie mancher wäre jetzt nicht vor den theilnehmenden Fürsten getreten und hätte ihn um die verheißene Unterstützung angesprochen! Nicht so Fraunhofer, er ging wieder in die Werkstatt eines Spiegelmakers und Glaschleifers zurück, und verwandte die Feiertage zum Studium der Mathematik. Uhschneider scheint damals bereits seit längerer Zeit auf Fraunhofer's natürliche Anlagen zur praktischen Optik aufmerksam gewesen zu sein, und ersuchte den Professor Schiegg sich mit demselben bekannt zu machen. Dieser Auftrag wurde mit großer Bereitwilligkeit ausgeführt. Schiegg beschäftigte sich mehrere Tage hindurch mit unserm Freunde und entdeckte bei ihm Kenntnisse verbunden mit practischer Anstelligkeit, welche ihn angenehm überraschten, und den jungen Mann als eine passende Acquisition für das Uhschneider'sche Institut erscheinen ließen. Auf seinen Rath ging Fraunhofer nach Benedictbeurn, wo er halb mit dem Unternehmer einig wurde, der ihn in sein Institut als Gehülfe des Optikers Riggl eintreten ließ, auch der Oberaufsicht des Professors Schiegg empfahl. Jetzt berechnete und schloß Fraunhofer die aus dem neuerbauten Glasofen zu Benedictbeurn hervorgegangenen Gläser zu den für die Sternwarte in Ofen bestellten Instrumenten, nämlich einem Passageinstrumente und einem Meridiankreise. Die Wirkung dieser Fernröhre war so außerordentlich, daß der damalige Director, Professor Pasquich, alle Astronomen auf die aus dem optischen Institut zu Benedictbeurn hervorgehenden Instrumente mit edelm Enthusiasmus aufmerksam machte. Am 7. Februar des Jahres 1809 wurde dem 22jährigen Fraunhofer die unumschränkte Aufsicht über den optischen Theil des Instituts durch Uhschneider übertragen. Daß Fraunhofer sich vorzugsweise mit dioptrischen Instrumenten, die er bis zu einer nicht übertroffenen Vollkommenheit lieferte, beschäftigte, hat seinen Grund darin, daß jenes Institut damals unter Reichenbach vorzüglich Meßinstrumente verfertigte, welche bekanntlich niemals mit Spiegeltelescopen versehen werden. Allerdings hatte er früher sich auch mit der Katoptrik beschäftigt und bereits im Jahre 1807 eine Abhandlung über die Abweichung außer der Axe bei Telescopspiegeln geschrieben, in welcher er zeigt, daß die hyperbolischen Spiegel den parabolischen vorzuziehen seien, und die Erfindung einer Maschine mittheilt, durch welche

die Flächen hyperbolischer Segmente, so wie auch andere geschliffen werden können; allein der bei allen seinen Verdiensten nicht immer nur auf fremdes Wohl bedachte Uxschneider scheint die Entwicklung der Thätigkeit unseres Fraunhofer nach dieser Seite hin nicht eben begünstigt zu haben. Hätte er länger gelebt, so würde er gewiß seinen Voratz auch die katoptrischen Instrumente auf seine Weise zu vervollkommen ausgeführt haben. Den Arbeiten für die Dfener Sternwarte folgten bald andere. Der Meridiankreis in Königsberg mit Fraunhoferschem Fernrohre lieferte Beobachtungen, die in der Geschichte der Astronomie eine neue Epoche begründeten, nicht minder der große Refractor in Dorpat von 18 Fuß Brennweite und 12 Pariser Zoll Oeffnung des Objectivs. Er selbst ist nicht als practischer Astronom aufgetreten. Die Optik allein war die Wissenschaft, der er sich mit ganzer Seele hingab. Die wichtigsten durch ihn erfundenen oder verbesserten optischen Instrumente sind: das Heliometer, das repetirende Lampen-Filar-Mikrometer, das zum Messen im absoluten Maaße bestimmte achromatische Mikroskop, das Ring-Mikrometer, das Lampen-Kreis- und Netz-Mikrometer und der parallaktische Refractor. Der Nutzen, welchen Fraunhofer, wenn auch nicht unmittelbar, der neuen Astronomie geleistet hat, ist nicht zu berechnen. Die Erweiterungen, welche die mathematische Optik ihm verdankt, machen seinen Namen unsterblich. Von der Natur war er mit einem schwächlichen Körper begabt. Sein Zustand war in den letzten Jahren durchweg leidend. Die Hitze und Dünste des Glasofens, gegen welche er oft vergebens gewarnt wurde, konnten nur nachtheilig einwirken, um so mehr, als er kleine Erkältungen stets vernachlässigte um sich in seinen Arbeiten nicht stören zu lassen. Der Geist dagegen behielt bis zu seinem letzten Augenblicke ungetrübte Klarheit. Noch bis zum Tode hoffte er, daß eine Reise in das südliche Frankreich oder nach Italien ihn wieder herstellen würde. Am 7. Juni des Jahres 1826 mußte er, erst 39 Jahre alt, den Schauplatz seiner Thätigkeit für immer verlassen. Ich war Zeuge, wie ein großer Astronom durch diese Nachricht erschüttert wurde. Der Magistrat in München veranlaßte, daß Fraunhofer neben dem Grabe des einige Tage zuvor dahingegangenen Reichenbach seine Stelle erhielt. Ein Freund schrieb damals: „Es ruhen demnach die zwei großen Künstler des bayrischen Vaterlandes neben einander, so daß sie, im Leben gleich groß in Ausbreitung von Kunst und Wissenschaft, auch in dieser Ruhestätte sich noch einander die Hand reichen können. Ihr Geist für Kunst und Wissenschaft weiche niemals von uns!“

Schon aus dem Vorhergehenden dürfte man ersehen, daß beide große Optiker, Herschel und Fraunhofer, denselben Erfolg, jeder auf seine Weise, zu erstreben suchten, nämlich die möglichst größte Vollendung astronomischer Fernröhre. Daß Herschel nur die katoptrischen Instrumente zum Gegenstande seiner Bemühungen machte, Fraunhofer dagegen ausschließlich Refractoren verfertigte, ist nicht einmal von solcher Bedeutung als der verschiedene Weg, den beide dabei einschlugen. Während jener allen Fleiß auf die gleichmäßige Politur verwandte und die wesentliche Form der Spiegel keiner selbstständigen Untersuchung mit Hilfe der Analyse unterwarf, sondern successive die Aenderungen vornahm, welche ihm die jedesmalige Prüfung eines verfertigten Instruments als wünschenswerth erscheinen ließ, indem er immer das minder Gelingene verworf, wenn er Genügenderes erreicht hatte, sich also auf dem Wege der Empirie der Vollkommenheit näherte, — lenkte dieser sein Augenmerk auf den Zustand der mathematischen Optik und, indem er erkannte, daß die Theorie noch nicht die Vollständigkeit erlangt habe, welche sie als Führerin der Praxis besitzen mußte, suchte er jene zu erweitern um dann, streng nach ihren Vorschriften verfahren, die Objective der Achromaten in immer größerer Vollendung aus seiner Hand hervorgehen zu sehen. Daß Herschel nicht auch später einen ähnlichen Weg einschlug, sondern auf dem betretenen verblieb, darf wohl nicht befremden. Einmal war es psychologisch begründet, daß er durch die bereits erhaltenen Erfolge zu seinem Verfahren das größte Vertrauen behalten mußte, dann aber durfte er auch, von einem freigebigen Könige unterstützt, die Kosten mißlungener Versuche nicht scheuen. Anders verhielt es sich mit Fraunhofer, dieser lebte in einer, wenn auch ganz ehrenvollen, so doch immer von dem Besitzer des optischen Instituts abhängigen Stellung, welcher große Opfer weder wagen wollte, noch konnte. Aus diesen einfachen Betrachtungen erklärt sich nun auch, wie die Beschäftigungen der beiden Optiker Herschel und Fraunhofer in zwei verschiedenen Zweigen wissenschaftlicher Thätigkeit ihre Blüten treiben und später so erfreuliche Früchte gewähren konnten. Bei Herschel mußte die stets am Himmel angestellte Prüfung seiner Werkzeuge auf die beobachtende Astronomie, bei Fraunhofer die stets mit der mathematischen Formel verglichene Wirkung der seinigen in das wundervolle Gebiet des Lichts die Aufmerksamkeit lenken. Die optische Kraft des großen für die Kaiserliche Sternwarte in Dorpat verfertigten Fraunhofer'schen Refractors gab, wie eine sehr ausgebehnte und genaue Vergleichung zwischen Struve's und des jüngern Herschel's Beobachtungen der feinsten Dop-

pelsterne zeigte, der Wirkung der besten und größten Spiegeltelescope nichts nach. Nichts ist wohl verwerflicher als dem Patriotismus in der Wissenschaft nach Art der Franzosen ein Stimmrecht einräumen zu wollen; ehren wir das Rationalgefühl eines jeden Volkes, aber entweihen wir nicht durch Parteilichkeit die Wissenschaft, welche allen Völkern der Erde gemeinschaftlich gehört. Aber das dürfen wir Deutsche ohne Bedenken aussprechen, daß England in Bezug auf die astronomischen Institute nach Fraunhofer's Auftreten nicht nur erreicht, sondern übertroffen ist. Die Fernröhre, welche der große deutsche Optiker verfertigte, sind nämlich nicht nur durch die optische Kraft so ausgezeichnet, sondern auch durch die zweckmäßige Aufstellung der Wissenschaft von großem Nutzen geworden. Eines der bedeutendsten Hindernisse, welche sich früher bei Anwendung großer Fernröhre auf himmlische Gegenstände fanden, ist die scheinbare tägliche Bewegung der Sterne, welche in demselben Verhältnisse größer wird, als das Fernrohr vergrößert; so daß die Sterne in der Nähe des Aequators nur sehr kurze Zeit im Felde zu sehen sind und schnell hindurch laufen. Welche sanfte Bewegung man dem Fernrohre mittelst Schrauben durch die Hand auch geben mag, immer kommt es dadurch in kleine Oscillationen, welche während des Beobachtens in demselben Verhältnisse größer sind, als das Fernrohr vergrößert. Diesem Uebelstande half Fraunhofer durch eine sinnreiche parallactische Aufstellung, verbunden mit einem das Fernrohr fortführenden Uhrwerke, vollkommen ab, so daß der Stern jetzt so lange verbleibt, als der Beobachter wünscht, wodurch also die Beobachtungen der neuern Astronomen einen früher nicht gekannten Grad von Genauigkeit erhalten haben. Zugleich gab er den Micrometern eine Vollenbung, welche die sichersten Messungen gestattet, und die Herschel'schen Apparate zur Messung der Distanzen weit übertrifft.

Dieser Mangel guter Micrometer veranlaßte aber Herschel auf solche Beobachtungen, welche eine genaue Messung erfordern, sich nicht zu beschränken, und es entstand der durch ihn geschaffene Theil der praktischen Astronomie, welchen man, wenn es nicht zu gewagt ist, der mathematischen gegenüber die philosophische nennen könnte. Erlauben Sie mir an einem Beispiele diesen Gegensatz deutlich zu machen. Allerdings müssen wir in der Astronomie von Hypothesen ausgehen. Die Kepler'schen Gesetze waren nur Hypothesen, ja spätere Untersuchungen zeigten sogar, daß eines dieser Gesetze nicht in aller Strenge richtig ist. Aber wir haben zur Prüfung dieser Gesetze Mittel in unserer Hand. Wir berechnen z. B. aus drei Beobachtungen eines Kometen seine Bahn, indem wir das zweite jener Gesetze zum Grunde legen, und gelangen zu den Bestimmungsstücken die

fer Bahn, welche wir die Elemente des Kometen nennen. Nun vergehen mehrere Tage, an welchen wir den Himmelskörper vielleicht wegen trüben Wetters nicht beobachten können. Nach einiger Zeit wird es wieder klar, und da die Elemente uns in den Stand setzen, den Ort, an welchem der Komet sich nun zeigen muß, voraus zu wissen, so richten wir unser Fernrohr genau nach diesem Orte hin. Zeigt er sich nun an der Stelle, wo er erwartet wurde, so ist kein Grund vorhanden unsere Hypothese zu verwerfen, der allerdings eintreten würde, wenn wir den Stern nicht dort erblickten, wo er der Rechnung zufolge stehen sollte. Nun geben aber die Beobachtungen aller Kometen jede wünschenswerthe Uebereinstimmung mit dem zweiten Gesetze. Dasselbe ist demnach so oft geprüft und als richtig befunden, als Kometen überhaupt beobachtet worden sind. Doch dasselbe Gesetz hat noch von einer andern Seite her eine Bestätigung erhalten, es folgt nämlich aus dem allgemeinen Gesetze der Gravitation, aus welchem es als mathematische Nothwendigkeit hervorgeht. Wir sind daher nicht zu kühn, wenn wir seine Wahrscheinlichkeit sehr hoch schätzen und für wahr annehmen, so lange als keine neuen Erfahrungen dieselben widerlegen. Von dieser Art sind die Hypothesen überhaupt und ähnlich sind sie alle unterstützt, welche man in der Astronomie zu machen sich veranlaßt sieht.

Im Gegensatze hierzu führe ich nun eine Hypothese anderer Art an. Jedem Menschen ist die Milchstraße bekannt, welchen schimmernden Gürtel Herschel durch seine Telescope in eine Menge kleiner, dem bloßen Auge nicht sichtbarer Sterne auflöste. Die Aufmerksamkeit, welche er auf die Vertheilung dieser Sterne am Himmel wandte, führte ihn auf die (in der zweiten Vorlesung) auseinandergesetzte Hypothese, daß die Milchstraße eine Anhäufung unzähliger Sterne sei, welche in einem linsenförmigen Ringe gleichmäßig vertheilt seien, in dem die Sonne sich selbst befinde. Die ungleiche Vertheilung sei eine Folge der Perspective, sie sei nur scheinbar, zumal da die Sonne nicht in dem Mittelpunkte stehe, sondern eine excentrische Lage habe. Gewiß gewährt diese Hypothese eine schöne Auffassung jenes Sternenheeres und im Allgemeinen wird man nichts gegen sie einwenden. Allein Rechnungen auf sie stützen?! Wollte man dies versuchen, so würde man doch zuvor nachsehen müssen, ob jene Hypothese auch alles erklärt, was wir an der Milchstraße bemerken. Diese ist viel zu unregelmäßig ihren Nesten und Verzweigungen nach, als daß man von einer solchen Hypothese, in welcher man auch von einer Ebene der Milchstraße spricht, ausgehen könnte; je heiterer eine Nacht ist, desto mehr zeigt sich die Milchstraße als eine Verbindung von hellen Partien, selbst hervor-

flachend helleren mit weit schwächeren, und im südlichen Klimate ist nach dem Berichte der Beobachter diese Verschiedenheit noch viel auffallender; auch ist sie noch gar zu wenig untersucht, als daß man einen immer gewagten Schluß aus dem Kleinen ins Große machen könnte.

In der That ist es beklagenswerth, daß man schon jetzt angefangen hat, auf die genannte und auf ähnliche Hypothesen Rechnungen zu stützen. Die Mathematik kann niemals eine Hypothese, gegen deren Allgemeinheit schlagende Gründe sprechen, zur Wahrheit erheben. Sie giebt in solchem Falle nur die Hypothese wieder zurück in Zahlen ausgedrückt, und man gewinnt nicht mehr, als wenn man dieselbe Hypothese in zwei verschiedenen Sprachen aussprechen wollte. Anders verhält es sich mit den Hypothesen der ersten Art, denn hier wird jede durch eine neue Beobachtung geprüft. Auf diesem Wege ist die Astronomie zu der Höhe gelangt, auf welcher sie sich gegenwärtig befindet. Doch man würde Unrecht thun, wenn man Herschel's geistreichen Betrachtungen über den Bau des Weltalls deshalb, weil sie nicht zweckmäßig angewandt werden, die ihnen gebührende Bewunderung versagen wollte. Seine Beobachtungen aber werden, wie sich auch die Wissenschaft gestalten sollte, stets ihren vollen Werth behaupten. — Die Spiegelteleskope, jetzt wenigstens auf den Sternwarten des ganzen Continents durch die Refractoren verdrängt, sind noch einer großen mathematischen Vervollkommnung fähig. Aber es werden wohl noch viele Häuser zusammenstürzen, bis ein Fraunhofer ersteht, der nach dieser Seite hin mit gleichem Erfolge die Verbesserung jener Instrumente unternimmt.

Photometrie. — Herschels Sternmichungen*).

Als Lichtenberg den in seinen vermischten Schriften abgedruckten ironischen Brief an den Ingenieur-Lieutenant Werner zu Gießen, die Newton'sche Theorie des Lichtes betreffend, schrieb, ahnte er wohl nicht im Entferntesten, daß die Emissionstheorie dereinst doch durch die Undulationstheorie sollte besiegt werden. Werner hatte nämlich eine Abhandlung herausgegeben, in welcher die von Euler angeregte, ja schon von Newton angenommene, aber bald wieder aufgegeben Hypothese eines Lichtäthers aufgestellt wird. „Als ich Ihre Schrift zu lesen anfing und Ihre Absicht bemerkte, so kann ich nicht leugnen, habe ich bedauert, daß ein Mann von Ihrem Geiste so viel Scharfsinn auf eine Sache verwendet, die im Grunde nichts werth ist. Ich dachte die Aetherzeiten in der Physik wären vorbei.“ Es ist jedenfalls merkwürdig, daß der Göttinger Physiker die Wissenschaft in diesem Falle als abgeschlossen, und nicht in einer steten Entwicklung begriffen zu betrachten schien. Die mannigfaltigen Entdeckungen in dem Gebiete des Lichts seit dem Jahre 1810 bis auf den heutigen Tag, deren mathematische Zurückführung auf die einfachste Ursache die Annahme eines dem Schalle analogen Mittels gebieterisch forderte, konnten zwar nicht in so großem Umfange vorausgesehen werden, aber die Möglichkeit solcher war doch vorhanden. Der Wellentheorie nach, welche nach der Newton'schen Emissionstheorie, die das Licht vom leuchtenden Körper ausströmen läßt, gegenwärtig zur Herrschaft gelangt ist, besteht das Licht in der Fortpflanzung schwingender Bewegungen der kleinsten Theilchen eines eigenthümlichen Mittels, des Lichtäthers, welches überall da vorhanden ist, wo sich Licht zeigt. Der leuchtende Körper leitet die Schwingungen in dem ihn zunächst umgebenden Theile des Aethers ein; die elastische Beschaffenheit dieses Stoffes bedingt ihre regel-

*) Zur dritten Vorlesung, S. 42.

mäßige Fortpflanzung nach entfernten Orten. Das sehende Auge, welches in der Richtung der Fortpflanzung liegt, nimmt jene Bewegung wahr, indem es sie in sein Inneres eindringen läßt. Eben so erregt ja auch der schallende Körper die Vibrationen der Luft, deren Elasticität jene in immer größern Entfernungen bis zum hörenden Ohre leitet, welches die Existenz dieser Schwingungen vernimmt. Die Analogie zwischen Schall und Licht läßt sich aber noch viel weiter ausdehnen. Wie Höhe und Tiefe eines Tones von der Periode der Vibrationen, seine Stärke aber von ihrer Größe abhängen, so zeigt die Brechbarkeit des Lichtes den qualitativen Charakter desselben, die Farbe, der größere oder geringere Eindruck aber, welchen Licht von gleicher Farbe und Brechbarkeit auf das Auge macht, die Stärke an. Wenn es gestattet ist den Fortschritt der Optik, den sie auf die Wellentheorie gestützt in diesem Jahrhundert gemacht hat, durch ein Beispiel zu bezeichnen, so dürfte der frühere Zustand dieser Wissenschaft etwa mit dem der Astronomie vor der Entdeckung des allgemeinen Gravitationsgesetzes zu vergleichen sein. Für den nächst liegenden Zweck ist es ganz gleichgültig, welchen von beiden Theorien der Ausdruck zu folgen scheint, und werden wir von ausströmendem Lichte eben so reden können, wie von einem Auf- und Untergehen der Sonne, obgleich wir sehr wohl wissen, daß die Sache sich anders verhält, und nur der Kürze wegen eine Benennung gestattet bleibt, deren Umgehung zu großen Weitläufigkeiten führen würde.

Wie groß auch die vorhin angedeuteten Fortschritte der Optik immerhin sind, wie bereitwillig man auch den Franzosen und Engländern in diesem Bereiche für gemachte Eroberungen danken wird, — die Photometrie wenigstens verdankt einem Gelehrten ihre erste Begründung, den Preußen zu besitzen das Glück und die Ehre hatte. Johann Heinrich Lambert, der Sohn eines Schneiders zu Mühlhausen, kam, nachdem er sich bereits durch die 1760 erschienene Photometrie und andere Arbeiten bekannt gemacht hatte, im Jahre 1764 nach Berlin, wo er, dem großen Könige durch Euler empfohlen, zum Oberbaurathe und besoldeten Mitgliede der Academie ernannt wurde, welche Aemter er bis zu seinem Tode, 13 Jahre hindurch, mit unablässiger Förderung der mathematischen Wissenschaften verwaltete. Wenn man unter den Neueren zu Lambert, dem Mathematiker — ich rede hier nicht von Astronomen oder Physikern — einen Ebenbürtigen auffuchen wollte, so würde man vielleicht nicht sehr von der Wahrheit abweichen, wenn man ihn mit Bessel vergliche. Lambert geht von folgenden Sätzen aus, die man gewiß zugeben wird:

- 1) zwei oder mehrere Lichter von gleicher Helligkeit leuchten stärker als ein einziges derselben. Tritt dem einen Lichte das zweite hinzu, so ist die Beleuchtung doppelt, bei drei Lichtern dreimal so groß u. s. w.;
- 2) ein Gegenstand wird stärker beleuchtet, wenn er bei unveränderter Helligkeit des Lichtes demselben näher gebracht wird;
- 3) ein Licht, dessen Strahlen die beleuchtete Fläche unter einem schiefen Winkel treffen, macht dieselbe weniger hell als wenn die Strahlen sie senkrecht treffen.

Aus diesen einfachen Sätzen geht nun hervor, daß die Beleuchtung einer Fläche abnimmt, wenn der leuchtende Gegenstand von der Fläche entfernt wird, und zwar geschieht dies nach dem schon früher (in der dritten Vorlesung) erörterten Gesetze, daß die Intensität in demselben Verhältnisse abnimmt, in welchem die Quadrate der Entfernungen der Lichtquelle zunehmen. Man kann die Richtigkeit dieses Satzes sich auf folgende Weise anschaulich machen. Denken wir uns im Mittelpunkte einer Hohlkugel ein Licht, so werden alle Theile derselben von Lichtstrahlen getroffen. Geben wir der Kugel eine doppelt so große Rundung, so wird Gleiches stattfinden, aber da dieselben Lichtstrahlen jetzt einen größern Raum treffen, so wird die Kugel weniger stark beleuchtet sein als vorher, und zwar genau in demselben Verhältnisse weniger, in welchem die Oberfläche der zweiten Kugel größer als die der ersten ist. Die Geometrie lehrt aber, daß im letzten Falle die Kugeloberfläche genau viermal so groß ist als vorher, mithin ist jede Stelle der zweiten Kugeloberfläche viermal schwächer beleuchtet als jede der ersten, d. h. bei doppelt so großem Abstände beträgt die Beleuchtung oder die Intensität nur den vierten Theil. Auf ähnliche Art kann man sich, wenn der Radius der zweiten Kugel dreimal größer genommen wird als der der ersten, leicht klar machen, daß einer dreifachen Entfernung der neunte Theil der anfänglichen Intensität entspricht, u. s. w.

Nach demselben Gesetze muß nun auch, wenn wir einen leuchtenden Gegenstand aus einer gewissen Entfernung erblicken, die Lichtstärke für unser Auge abnehmen, wenn die Entfernung zunimmt, und umgekehrt wird man aus dem Verhältnisse der Lichtstärke zweier Körper, die eine gleiche Größe und gleiche eigenthümliche Helligkeit haben, auf das Verhältniß ihrer Entfernungen vom Auge einen Rückschluß machen können. Dies ist denn auch, wie schon früher bemerkt, das Princip, nach welchem die tiefen Messungen am Himmel wirklich angestellt und von Herschel mit bewundernswürdiger Ausdauer durchgeführt sind. Um das Verfahren,

deffen er sich dabei bediente, noch klarer zu machen, erlaube ich mir noch folgende Betrachtung voranzuschicken. So schwer eine Vergleichung der Stärke zweier Lichtquellen hält, so leicht ist es zu erkennen, ob und wann die Gleichheit derselben eintritt. Stellen wir z. B. gegen eine weiße Wand oder ein solches Brett zwei Lichtquellen, etwa eine Kerze und eine Lampe, auf, und zwischen beide jener Fläche nahe ein lothrechtcs Stäbchen, so werden sich auf derselben zwei Schatten dieses Stäbchens zeigen. Derjenige Theil der weißen Fläche, auf welchem sich kein Schatten befindet, ist von beiden Lichtern beschienen, jeder Schatten aber durch eine Lichtquelle erleuchtet. Wenn beide Lichtquellen vollkommen gleich sind, und sich in gleicher Entfernung von der weißen Fläche befinden, so werden beide Schatten gleich dunkel erscheinen. Wenn aber eine Lichtquelle stärker leuchtet als die andere und beide gleich weit von dem den Schatten auffangenden Schirm abstehen, so wird der von der stärkeren Lichtquelle geworfene Schatten dunkler erscheinen als der von der schwächeren geworfene, denn dieser wird von der stärkeren, jener aber nur von der schwächeren beleuchtet. Um nun beide Schatten gleich dunkel zu machen, wird man die stärkere Lichtquelle allmählig von dem Schirme weiter entfernen können, bis jene Gleichheit eintritt, was mit großer Genauigkeit zu bewirken möglich ist. Wenn wir nun die Abstände jeder Lichtquelle von der Wand messen, so ergiebt sich das Verhältniß der Stärke beider zu einander, es ist nämlich nach dem vorhin angegebenen Gesetze die Stärke der einen Lichtquelle genau so viel mal größer als die andere, als das Quadrat des Abstandes der schwächeren vom Schirme in dem Quadrate des Abstandes der stärkeren von demselben enthalten ist, d. h. die Lichtstärken verhalten sich wie die Quadrate der Abstände der Lichtquellen vom Schirm oder der Wand. Fände sich z. B. daß die stärkere Lichtquelle zweimal so weit von der Wand entfernt wäre als die schwächere, so würde man schließen, daß die Lichtstärke der einen das Vierfache der andern wäre; fände sich dieselbe dreimal so weit abstehend als die schwächere, so würde die Lichtstärke jener neunmal so viel betragen u. s. w., wobei wohl nicht erwähnt werden darf, daß die ganzen Zahlen hier nur der Einfachheit wegen gewählt worden sind.

Der hier erklärte Apparat heißt jetzt das Rumford'sche Photometer, schon das erste Experiment bei Lambert ist auf dasselbe Princip gegründet. Bei dem Bunsen'schen Photometer wird die Gleichstellung der Beleuchtung dadurch bewirkt, daß ein mit Stearin oder Wachs auf einen längs einer getheilten Rinne beweglichen Papierschirm gemachter Fleck

zum Verschwinden gebracht wird. Dieser Fleck wird nämlich hell auf dunklem Grunde erscheinen, wenn der Schirm stärker von hinten, dagegen dunkel auf hellerem Grunde, wenn er von vorn stärker erleuchtet ist. Eine der beiden Lichtquellen, deren Stärke verglichen werden soll, befindet sich auf einer Seite, die andere auf der andern des Schirms, der so lange verschoben wird, bis jene Gleichheit eintritt. Das Verhältniß der Abstände führt dann nach dem angeführten Gesetze zu dem der Lichtstärke beider Quellen.

Unter manchen Versuchen, die Herschel schon seit längerer Zeit gemacht hatte, schien ihm die Gleichstellung des Sternlichts das Ausführbarste. Von zehn in hohem Grade vollendeten Spiegeln wählte er zwei von gleichem Durchmesser und gleicher Focallänge und brachte sie in zwei ganz gleich eingerichtete siebenfüßige Telescope. Nachdem beide vollständig geordnet waren, richtete er sie beide mit 118maliger Vergrößerung nach demselben Stern, Arcturus, und es fand sich nicht bloß das Licht dieses, sondern auch aller Sterne in beiden vollkommen gleich, so daß sie für ein und dasselbe Instrument gelten konnten. Die zwei Instrumente waren so gestellt, daß das eine etwas vor dem andern stand, und nur wenig über eine Secunde nöthig war, um von einem in das andere zu sehen. Diese bequeme Stellung war von größter Wichtigkeit, da die Eindrücke so schnell als möglich auf einander folgen müssen; die Betrachtung muß wechselseitig schnell auf einander folgend statt finden, schon um das Uebergewicht, welches allemal der zuletzt gesehene helle Gegenstand hat, zu vernichten. Für die Vergleichung des Lichts zweier Sterne legte er das Princip der vorhin erwähnten Gleichstellung in der Weise zum Grunde, daß er für eines jener beiden Fernröhre die Durchmesser der Oeffnungen berechnete, welche er den vorzusetzenden, das Licht schwächenden Schirmen geben mußte um dieses auf eine bestimmte geringere Stärke herabzubringen. Alsdann suchte er in dem andern stets mit seiner ganzen Oeffnung gebrauchten Telescope einen Stern auf, der ihm in diesem eben so hell erschien, wie ein an sich hellerer in dem mit beschränkter Oeffnung versehenen. Er machte z. B. im Februar des Jahres 1814 folgende Beobachtung: Der helle Stern Arcturus diente ihm als Fundamental-Stern. Er richtete das durch den vorgesezten Schirm auf ein Viertel seines Lichts herabgebrachte Telescop nach ihm; darauf das andere freie, das sogenannte gleichstellende, mit seiner ganzen Lichtstärke nach andern Sternen um einen zu finden, der eben so hell erschien als der durch jenes gesehene Arctur. Den Stern β im Pegasus fand er nicht hell genug, weshalb er zu einem andern übergieng. Bald fand sich, daß α Andromedä in dem gleichstellenden Telescope

eben so hell erschien als Arctur in dem als Maasstab dienenben; woraus sich ergab, daß Arctur wie α Andromedae, also wie ein Stern zweiter Größe erscheinen würde, wenn er doppelt so weit von uns entfernt wäre. Um noch einige andere zu erhalten, deren Licht mit dem vierten Theile des Arctur-Lichtes in Gleichstellung wäre, versuchte er in derselben Nacht mehrere andere und fand unter ihnen den Polarstern, ferner γ im großen Bären, den untern der beiden Vorderräder des großen Wagens, und δ in der Cassiopeja; so daß diese Sterne in die Klasse derjenigen zu setzen sind, deren Licht gleich ist Sternen in der doppelten Entfernung des Arctur, oder im Allgemeinen zu reden, daß jene doppelt so weit entfernt sind als dieser. Man sieht leicht wie das angegebene Princip der Gleichstellung des Lichtes auch auf die niederen Ordnungen herabgebracht werden kann. Wenn aber ein Stern der dritten Ordnung gefunden werden sollte, d. h. ein solcher, der dreimal so weit als Arctur anzunehmen ist, so trug Herschel Bedenken wegen der unächtlichen scheinbaren Durchmesser der Sterne, den hellen auf $\frac{1}{6}$ seines Lichtes durch die vorzusetzende Oeffnung herabzubringen, sondern wählte den sicherern Weg, einen Stern der zweiten Ordnung als Vergleichstern anzuwenden. Von diesem nahm er $\frac{2}{3}$ seines Lichtes, und das gleichstellende Fernrohr wurde nun angewandt um einen Stern aufzufinden, der durch dasselbe gesehen die gleiche Lichtstärke zeigte; dieser war dann einer von der dritten Ordnung der Distanzen, d. h. dreimal so weit entfernt als Arctur. Auf diese Weise ergab sich, daß Arctur, wenn er viermal so weit entfernt wäre, uns erscheinen würde als ein Stern vierter Größe, und ferner, daß, wenn er achtmal weiter entfernt wäre, als er wirklich ist, wir ihn wie einen Stern von der fünften bis sechsten Größe sehen würden. Aber Herschel begnügte sich natürlich nicht damit, nur den Arctur als Vergleichstern zu benutzen, sondern zog noch mehrere andere Sterne erster Größe, z. B. Capella und Wega in den Vergleich. Es fand sich, daß wenn Capella nach einander hinausgerückt würde auf die zwei-, vier-, acht-, zehnfache Distanz, in der sie jetzt ist, sie in der zehnfachen so aussehen würde, wie der Stern δ in den Zwillingen, welcher von der sechsten Größe ist; dasselbe folgte, wenn Wega als Vergleichstern angenommen wurde. Sirius würde zwar in die fünfzehnte Ordnung gerückt werden müssen, um nur eben so hell wie jener Stern sechster Größe zu erscheinen, dennoch wird im Allgemeinen ein Stern von der Größe und Helligkeit des Sirius, der Capella, der Wega, also von der mittleren Größe und Helligkeit eines der ersten Größe, wenn er ungefähr in die zwölfte Ordnung der Distanzen hinausgerückt wird, nur so hell erscheinen wie

irgend ein Stern sechster Größe; und da diese an der Grenze des natürlichen Sehens stehen, d. h. da man solche noch mit bloßen Augen erkennt, so ist im Wege der Beobachtung als ermittelt anzunehmen, daß das unbewaffnete Auge in den Weltraum eindringt bis zu Entfernungen, welche das Zwölfwache der Entfernung der Sterne erster Größe von uns betragen. Sehen wir im Durchschnitte voraus, daß das Licht etwa 10 Jahre braucht, um von einem Stern erster Größe in unser Auge zu kommen, so werden wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen können, daß die Sterne sechster Größe so weit entfernt sind, daß das Licht in 120 Jahren von ihnen zu uns gelangt; eine Zahl, die vermuthlich noch etwas zu klein ist. — Mit Bewunderung muß man den Scharfsinn des großen Himmelsforschers anerkennen, der für die Raum durchdringende Kraft des natürlichen Organs der Sehkraft, auf Beobachtung und Ueberlegung gegründet, einen Maßstab eroberte, dem wir die größte überhaupt zu erreichende Genauigkeit wohl nicht absprechen können!

Genau nach demselben Principe der Dichtgleichstellung wurde die Ausdehnung des telescopischen Sehens untersucht, um die Tiefe der Sterngebilde zu messen, die weit jenseits der Erreichbarkeit für das bloße Auge liegen. Das Resultat kann auch hier immer nur einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit haben, denn es liegt ihm die Voraussetzung desselben physischen Gattungs-Characters der Sterne in Beziehung auf ihre Größe und Helligkeit zum Grunde. Wenn aber zwei Hypothesen zur Erklärung einer Erscheinung möglich sind, so wird man diejenige wählen müssen, die an sich die wahrscheinlichere ist. Nun könnte zwar verschiedene Lichtstärke der Sterne dadurch entstehen, daß die helleren physisch an Größe und Glanz bedeutender als die schwächeren wären; jedoch läßt sich nicht für wahrscheinlich annehmen, daß alle Sterne von der fünften, sechsten, siebenten Größe stufenweise einen geringern Gehalt besäßen, als die von der ersten, zweiten, dritten Größe; vielmehr wird man schließen müssen, daß, in Uebereinstimmung mit allen Gesetzen des Sehens, die größere Lichtschwäche dieser Sterne meistens ihrer größern Entfernung von uns zuzuschreiben sei. Ausnahmen können allerdings stattfinden, so daß unter den schwächeren auch einige uns näher sind als hellere, wie z. B. 61 Cygni entschieden einen kleinern Abstand von der Erde hat als Sirius, aber diese einzelnen Fälle können die allgemeine Annahme nicht entkräften. Indem Herschel auf dem angegebenen Wege der Untersuchung fortfuhr, gelangte er zu immer höheren Ordnungen der Tiefe des Weltraums und erkannte, daß die ganz lichtschwachen Gebilde, welche er in dem großen Telescope

nur noch mit Mühe wahrnehmen konnte, eine Zeit von 2 Millionen Jahre brauchen um ihr Licht zu uns zu senden. Wenn diese Zahl auch schon wegen der zum Grunde gelegten Hypothese, die in einzelnen Fällen ihre Geltung verlieren kann, nicht auf vollkommen mathematische Genauigkeit Anspruch machen darf, so wird doch durch solche auf Beobachtung gegründete Ermittlungen die Erschaffung der sichtbaren Welt in eine Zeit zurückgelegt, gegen welche Jahrtausende nur unbedeutend erscheinen. Die wissenschaftliche Naturforschung geht von Voraussetzungen aus, an welche die mathematische Gedankenentwicklung sich anreihend zu Resultaten fñhrt, welche nur in so fern für Wahrheiten ausgegeben werden, als man sich bewußt ist, in den Schlussfolgen keinen Fehler begangen zu haben. Die wissenschaftliche Forschung beansprucht nicht mehr, als sie zu leisten vermag; sie erkennt an, daß, wenn die Voraussetzungen falsch sind, auch die Folgerungen es sein müssen, jedoch giebt sie jene nur dann auf, wenn innerhalb der Wissenschaft Gründe vorhanden sind, welche jenes Falllassen der Hypothese fordern, und die Wahl einer neuen rechtfertigen.

Die Photometrie gehört zu den Theilen der Optik, die noch einer großen Vervollkommnung fähig sind, und dürfen die Leistungen des ältern Herschel jeden Falles nur als Vorarbeiten betrachtet werden. Um so auffallender ist daher, daß auch aus den Beobachtungen, welche John Herschel am Cap angestellt hat, das höchst merkwürdige Resultat hervorgeht, daß in Uebereinstimmung mit den vorhin angegebenen Zahlenverhältnissen unsere gewöhnlichen Sterngrößen (1. 2. 3 . . .) allerdings so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Größe nach und nach in die Entfernung 1, 2, 3 brächte; wodurch seine Helligkeit nach photometrischem Gesetze die Werthe 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$ u. s. w. erlangen würde. Um aber die Uebereinstimmung noch größer zu machen, wären unsere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen, so daß ein Stern 2,00 Größe künftig 2,41ter Größe genannt würde, ein Stern 2,5 künftig 2,91 Größe u. s. w. John Herschel schlägt daher diese erhöhte Skala zur Annahme vor. Man kann dann die Größenbestimmung der Sterne nach dieser übrigens kaum merklichen Aenderung in vollkommene Uebereinstimmung mit dem Gesetze bringen, welchem sie schon jetzt sehr nahe folgen, indem die Definition eines Sternes zweiter Größe dann die wird, daß er den vierten Theil des Lichts eines der ersten besitzt; eines Sternes der dritten Größe, daß er den neunten Theil desselben Lichts hat u. s. w. Wenn man demnach die photometrische Größe eines Sternes quadriert, hat man das umgekehrte Verhältniß seiner Licht-

menge zu der desjenigen Sterns erster Größe, welcher als Vergleichungsstern dient und für den südlichen Himmel α Centauri ist. Zugleich giebt die photometrische Größe die Zahl an, wieviel mal weiter der betreffende Stern von uns entfernt ist als α Centauri, wenn beide als gleich große und gleich helle Körper gedacht werden. — In dem hier ange deuteten Theile der Himmelsforschung ist der Name Herschel der einzige, den wir nennen können. Die genaueren Hilfsmittel, welche dem Sohne zu Gebote standen, haben eine schöne Bestätigung der Arbeiten des Vaters herbeigeführt und zugleich den wichtigen Gegenstand auf den Theil des Himmels übertragen, welcher im Norden Europas nicht sichtbar ist.

Heber Mikrometer*).

„Dem Auge, Organ der Weltanschauung,“ sagt Humboldt im Kosmos III. pag. 60, „ist erst seit dritthalb Jahrhunderten durch künstliche telescopische Steigerung seiner Sehkraft das großartigste Hilfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestalt, physischen Beschaffenheit und Masse der Planeten, sammt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr: die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnsring als Dreigestaltung eines Planeten, telescopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda entdeckt, als sich erst 1634 dem um die Längenbeobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meß-Instrumentes zu befestigen, und den Arcturus bei Tage aufzusuchen. Picard bediente sich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Quadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit seiner Höhenmessungen bewunderte, beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen“. Wir sehen hier, wie Humboldt gleich von vorn herein auf den doppelten Nutzen aufmerksam macht, den das Fernrohr zu leisten vermag, nämlich 1., in Beziehung auf das Erkennen der himmlischen Gegenstände, und 2., auf das vervollkommnete Messen der Winkel am Himmel. Dies letztere wird man wieder eintheilen müssen in das Messen größerer und in das sehr kleiner Winkel; die Apparate sind für beide Fälle wesentlich verschieden. Die Messung größerer Winkel geschieht an einem getheilten Kreise, an

*) Zur dritten Vorlesung, S. 58.

welchem, wenn der Stern eingestellt ist, d. h. wenn die im Brennpunkte befindlichen feinen Fäden ihn decken, die Ablefung der Grade, Minuten und Secunden geschieht. Früher nahm man dazu feine Silberfäden, später die aus dem Neste der Spinne, zuletzt diejenigen, welche die lebende Spinne giebt, wenn man sie durch kleine Erschütterungen oder Schläge zum Spinnen nöthiget. Das Einziehen dieser Fäden in das Instrument erfordert eine gewisse Geschicklichkeit; da sie sehr hygrometrisch sind, werden sie zuvor über Wasserdämpfen möglichst weit ausgezogen. Das Micrometer besteht aus zwei feinen parallelen Fäden, die im Brennpunkte eines Fernrohrs senkrecht aufgespannt sind, und einem darauf rechtwinkligen Quersfaden. Die Fäden können um die Axe des Rohrs gedreht und zusammen verschoben werden; außerdem ist der eine noch für sich allein durch eine Schraube beweglich. Die Zahl der Umdrehungen dieser Schraube kann man an einer beim Ocular befindlichen messingenen Platte, die Bruchtheile derselben aber am Schraubenkopfe selbst ablesen, dessen Umfang in 100 Theile getheilt ist, wovon die Zehntel sich schätzen lassen. Man richtet nun das Fernrohr auf den zu messenden Gegenstand, und dreht die Fäden so lange aus einander, bis sie ihn genau zwischen sich fassen, worauf man die Ganzen und Theile der Umdrehung, deren Werth in Secunden zuvor bestimmt ist, abliest. Von diesem Filar-Mikrometer ist verschieden dasjenige, welches man Heliometer nennt. Bei diesem, welches seinen Namen dadurch erhalten hat, daß man mit ihm zuerst den scheinbaren Durchmesser der Sonne maß, während es später einen allgemeinen Gebrauch erhielt, liegt der Meß-Apparat am Objective, welches durch seine Axe in zwei Hälften zerschnitten ist, von denen sich eine neben der andern verschieben läßt. Denken wir uns jetzt am Himmel zwei einander scheinbar sehr nahe stehende Objecte z. B. einen Doppelstern, so ist klar, daß, wenn die Hälften des Objectivs unverschoben neben einander sind, so daß beide ein gewöhnliches Objectiv bilden, wir diese beiden Objecte so wie durch ein anderes gewöhnliches Fernrohr sehen werden. Verschiebt man aber nun die eine Hälfte, so wird jede für sich ein Bild geben und wir sehen in diesem Falle vier Sterne. Wird nun so lange verschoben, bis das Bild des ersten Sterns in der verschobenen Objectivhälfte das des zweiten in der andern deckt, und liest man an dem Meßapparate ab, um wie viel man verschoben hat, so wird sich aus diesen Zahlen der scheinbare kleine Winkel ergeben. Die Faden-Mikrometer sind gewöhnlicher als die Heliometer. Der große Berliner Refractor, diejeniger der Pulkowaer und der Dorpater Sternwarte haben Faden-Mikrometer; der große Refractor der

Königsberger Sternwarte ist ein Heliometer. So bestätigt sich, was ich schon früher andeutete, daß gerade die größten Fernröhre der neueren Zeit zur Messung der kleinsten Größen benutzt werden. Humboldt vindicirt die Erfindung der Mikrometer dem jungen talentvollen Gascoigne 1640, welcher kaum 23 Jahre alt, den Tod in der Schlacht bei Marston Moore fand, die Cromwell den Königlichen Truppen lieferte; früher schrieb man jene Erfindung den französischen Astronomen Azout und Picard zu.

Ueber die von Humboldt angedeutete Weigerung des Hevelius, sich an seinem Refracte der Fernröhre statt der Dioptern zu bedienen, erlaube ich mir Folgendes zu bemerken. Schon längst war von England aus der Versuch gemacht worden, den berühmten Beobachter zur Annahme der Fernröhre zu bestimmen, bis endlich Halley selbst in Danzig erschien, und mit einem mitgebrachten Instrumente, welches zum telescopischen Sehen eingerichtet war, in Gemeinschaft von Hevelius, der sich dabei seiner alten Dioptern bediente, während längerer Zeit Beobachtungen anstellte. Die Sache kam nun so zu stehen, daß die Vergleichung zeigte: Hevelius beobachtete eben so genau ohne, als Halley mit einem Fernrohr, wovon der Grund in der großen Übung und darin zu suchen ist, daß Halley's Instrument nicht besondere Lichtstärke besaß. Jene Thatsache durfte aber nicht, wie geschah, zu dem Schlusse verleiten, daß man überhaupt auf beide Arten mit gleicher Genauigkeit beobachten könne, denn es war bei diesem die allmähliche, wenigstens mögliche Verbesserung der optischen Hülfsmittel nicht mit in Rechnung gezogen. Schon 30 Jahre später würde Hevelius nicht mehr Schritt gehalten haben.

Ansichten der Alten über die Bewegung der Erde *).

~~~~~

Humboldt sagt im Kosmos, daß Platon und Aristoteles sich die Erde weder rotirend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Weltraume schwebend vorstellten. Diese Stelle hat unserm geistreichen Landsmann, Professor Gruppe in Berlin, Gelegenheit gegeben, im Jahre 1851 eine Schrift unter dem Titel: „über die kosmischen Systeme der Griechen“ zu veröffentlichen, in welcher Humboldt widerlegt werden soll, indem der Beweis geführt wird, daß Platon nicht nur die Axendrehung der Erde, sondern auch die Bewegung derselben um die Sonne gekannt habe. Humboldt hatte seine Angabe mit Rücksicht auf die Untersuchungen des großen Berliner Philologen Böckh gemacht; und es dauerte nicht lange, so erschien eine Abhandlung desselben in Form eines Briefes an den Verfasser des Kosmos, welche zu einem kleinen Buche, nicht viel weniger stark als das Gruppe'sche, angewachsen war. Man weiß nicht, ob man sich darüber freuen oder es beklagen soll, daß Gruppe die Stelle, auf welche es allein ankommt, und aus der Böckh in seiner Abhandlung über das Platonische System der Himmelskörper, wie Ideler bereits 1830 anerkannte, einen überzeugenden Beweis für die gänzliche Unbeweglichkeit der Erde bei Platon gegeben, nicht in Betracht gezogen hat. Böckh sagt an jener Stelle Folgendes: „aber der sicherste und schärfste aus unserm Dialoge selbst hergenommene Beweis, ist bis jetzt, worüber man sich wundern kann, von keinem entdeckt worden. Denn da Platon kurz vorher angenommen hat, daß der Kreis der Fixsterne, welche die Griechen ἀπλανῆ nennen, durch eine tägliche Bewegung von der Linken zur Rechten geführt werde, so konnte er nicht irgend eine Be-

---

\*) Zur vierten Vorlesung, S. 63.

wegung der Erde zugeben, weil, wer diese zugiebt, jene aufzugeben gezwungen ist.“ — Unbegreiflicher Weise ist unser Gruppe über diese Stelle mit gänzlichem Stillschweigen hinweggegangen, es ist dieselbe, durch welche Ideler, der im Jahre 1808 in seiner Schrift über das Verhältniß des Copernicus zum Alterthume, bereits eine der Gruppe'schen ähnliche Ansicht aufgestellt hatte, im Jahre 1830 zum Widerruf derselben bewogen wurde. Wenn wohl nicht geleugnet werden kann, daß „Platon und Aristoteles sich die Erde weder rotirend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Mittelpunkte schwebend vorstellten,“ und die von unserem Landsmanne angegriffene Stelle im Kosmos schon durch Böckh's frühere Untersuchungen gerechtfertiget ist, so enthalten doch die beiden angeführten kleinen Schriften über diesen Gegenstand so vieles Interessante, und für die Geschichte der Astronomie der Griechen Wichtiges, daß sie als schätzbare Beiträge zu derselben zu betrachten sind; ohne jenen Uebersehungsfehler Gruppe's würde das Böckh'sche Werkchen wohl niemals erschienen sein. Den Alten blieb die Bewegung der Erde zu erkennen schon vielleicht deswegen untersagt, weil sie nicht unterlassen konnten, geistige Vorstellungen in räumliche, der Körperwelt angehörige Untersuchungen hineinzubringen, ja diese als von jenen abhängig zu betrachten; eine Ansicht, welche sich noch ins Mittelalter verschleppte und selbst einen Kepler bisweilen befangen machen konnte.

---

Tycho de Brahe. \*)

---

Tycho Brahe wurde am 15. Dezember 1546 auf dem Gute seines Vaters Knudstrup in Schonen in der Nähe von Helsingborg geboren. Sein Vater war der Ritter Otto Brahe, Herr zu Knudstrup, des Reiches Dänemark Rath, dann Lehnsmann von Guddom und zuletzt Kommandant des Schlosses Helsingborg, woselbst er 1571 starb, seine Mutter Beate, eine geborene Wille, eine Tochter des Claus Wille auf Lönsgaard, Hofmeisters des Reiches Dänemark. Unter den fünf Söhnen seiner Eltern war er der älteste, seine Brüder bekleideten später hohe Ehrenstellen, von seinen fünf Schwestern war Sophie, auf welche wir später zurückkommen werden, die jüngste, die ihn auch lange überlebte und ein Alter von 90 Jahren erreichte. Tycho's Oheim väterlicher Seite, Georg Brahe, wurde der Erzieher desselben. In einer kinderlosen Ehe lebend hatte er längst den Wunsch ausgesprochen, daß sein Bruder ihm den Sohn überlassen möge, allein die Eltern widerstrebten diesem Ansuchen. Als jedoch auf Tycho noch ein Sohn, Steen, folgte, glaubte der Oheim sich berechtigt, diese ungleiche Vertheilung ausgleichen zu dürfen, und raubte heimlich, was elterliche Liebe ihm nicht gewähren wollte. Der vortreffliche Charakter Georg's und seiner Gattin beruhigte auch bald die Eltern des Entführten über sein Schicksal, denn sie durften der sorgfältigsten Pflege ihres Sohnes bei jenem Ehepaare gewiß sein. Ob aber Tycho selbst nicht später in dieser Nachgiebigkeit seiner Eltern einen Mangel an Liebe gesehen hat, steht dahin: die Verse

Ast ego Brahaeus, de quinque fratribus unus

Et genitus primo, vix reputatus eram.

(Ich Brahe, von fünf Brüdern der Erstgeborene, wurde kaum beachtet.)

---

\*) Zur fünften Vorlesung, S. 86.



scheinen dies anzudeuten. Georg Brahe war über die Erziehung seines Pflegebefohlenen nicht einerlei Ansicht mit dessen Vater, er führte ihn schon frühe auf eine Laufbahn, welche dem Plane desselben nicht entsprach, denn die Beschäftigung mit den alten Sprachen, zu welcher Tycho schon vom siebenten Jahre an veranlaßt wurde, konnte dereinst einem kriegerischen Helben keinen Nutzen gewähren. Die herrlichen Anlagen des Knaben ließen ihn bald die ersten Schwierigkeiten der lateinischen Sprache überwinden, und die Freudigkeit, mit welcher er lernte, war wohl die Ursache, weshalb der Vater sich Beschäftigungen gefallen ließ, die einem Rechtsgelehrten, zu welchem der Oheim unseren Tycho machen wollte, damit dieser einst den höchsten Aemtern des Reiches vorzustehen befähigt sei, jedenfalls nothwendig waren. Der Knabe selbst war aber fern von jedem Gedanken an eine künftige Benutzung der Kenntnisse, welche sich zu erwerben ihm Gelegenheit geboten wurde. Die Poesie war es, welche mit ihrem Zauber das jugendliche Gemüth entzückte, sie trieb in seinem Geiste die ersten Keime wissenschaftlichen Strebens. Zwölf Jahre alt bezog er im April 1559 die hohe Schule zu Kopenhagen, um daselbst Rhetorik und Philosophie zu studiren; doch die Weisheit der Scholastiker genügte solchem Wissensdrange nicht, der Mensch mit seinem dunkeln Schicksale in der Hand einer unsichtbaren Macht war das Räthsel seines Lebens geworden, und mächtig zog schon damals jene Kunst ihn an, welche, wie er glaubte, in den Sternen die Lösung finden lehre. Die Astrologie führte ihn zur Astronomie, indem er diese als Mittel zur Ergründung jener betrachtete; die Sonnenfinsterniß am 21. August 1560 beobachtete er mit Staunen und Vermunderung über das genaue Eintreffen derselben zu der vorausberechneten Zeit, und schon damals fing er an sich aus Büchern über astronomische Gegenstände Belehrung zu holen. Nachdem er drei Jahre in Kopenhagen zugebracht hatte, schickte man ihn in Begleitung eines Hofmeisters in seinem fünfzehnten Jahre nach Leipzig, woselbst er im Jahre 1562 gegen das Ende des Monats Mai eintraf. Hier sollte er sich nun ganz dem Studium der Rechtswissenschaft widmen, allein dasselbe stimmte nicht mit seiner Neigung überein, und es half nichts, daß ein pedantischer Hofmeister ihm beigegeben war, denn ja mehr dieser sich Mühe gab, den Jüngling zum Dienste der Themis anzuhalten, um so eifriger brachte er seine Huldigung der Urania dar. Im Besitze einer kleinen Himmelskugel, die sich leicht verbergen ließ, benutzte er jeden unbewachten Augenblick, um dieselbe mit dem Himmel zu vergleichen, er bereicherte seine Kenntniß des Fixsternhimmels und der Planetenwelt, wäh-

rend der Aufseher friedlich schlief, denn diese Zeit benutzte er um sich aus dem Bette zu schleichen. So wurde er ohne fremden Unterricht sein eigener Lehrer. Doch hatte er einen jugendlichen Freund, den Bartholomäus Scultetus, der damals in Leipzig unter dem berühmten Johann Homelius Mathematik studirte. Mit diesem unterhielt er sich oft über mathematische und astronomische Gegenstände, auch verfertigten sie gemeinschaftlich mathematische Instrumente. Diese ruhige Beschäftigung wurde aber durch den Tod des oben erwähnten Georg Brahe, seines Oheims, unterbrochen, da Tycho sich veranlaßt sah, in Folge dieses Sterbefalles seine Rückreise nach Dänemark früher anzutreten, als es Anfangs seine Absicht war. Im Mai des Jahres 1565 verließ er Leipzig und begab sich ohne Aufenthalt in die Heimath; dort angekommen besorgte er seine Privatangelegenheiten und ließ dann wieder den Blick in die Ferne schweifen. Denn sein Vaterland erschien ihm nicht in so freundlichem Lichte, daß ein längeres Weilen daselbst ihm hätte wünschenswerth sein können. Die Liebe zur Wissenschaft gereichte ihm bei seinen Verwandten nicht zur Empfehlung, denn der damalige dänische Adel hielt solche Beschäftigung für unpassend. Der einzige, welcher hierin eine rühmliche Ausnahme machte, war sein Oheim mütterlicher Seite, Steen Wille. Schon im folgenden Jahre begab er sich nach Wittenberg, doch wurde seine Thätigkeit an diesem Orte bald durch die sich immer mehr ausbreitende Pest gehemmt, und er sah sich veranlaßt, sich nach Rostock zu wenden. Hier begegnete ihm ein Unfall, der nicht geeignet war, ihn mit seinen Landsleuten auszuföhnen. Am 10. Dezember des Jahres 1566 gerieth er bei einer Verlobungsfeier mit einem dänischen Edelmann, Manderup Parsberg, in einen Streit, der durch eine Meinungsverschiedenheit über astronomische Gegenstände entstanden sein soll, und in Folge dessen beide zornig aus einander gingen. Leider trafen sie bald darauf bei einem Weihnachtspiel wieder zusammen, wo der Haß sich noch lebhafter kund gab, so daß er zuletzt in eine Rauferei auf offener Straße ausartete, in Folge deren Tycho einen Theil seiner Nase verlor. Ein Berichterstatter bemerkt, daß Tycho nicht geneigt, sich eine wächserne Nase ansetzen zu lassen, sich eine aus einer Mischung von Gold und Silber anfertigen ließ, die so sauber gemacht war, daß sie das Ansehen einer natürlichen Nase hatte.

Die nächsten zwei Jahre brachte er größtentheils in Rostock zu und unternahm auch eine Reise durch Deutschland. Augsburg zog ihn besonders an, weil er hier die Bekanntschaft der Gebrüder Heinzel, eifriger

Liebhhaber der Astronomie, machte. Dies veranlaßte ihn seine astronomischen Beschäftigungen mit Eifer fortzusetzen, bald wurde ihm klar, daß die Instrumente, welche man damals besaß, für die Erreichung der von ihm beabsichtigten Zwecke zu unvollkommen seien, und angelegentlich beschäftigte er sich mit ihrer Verbesserung. Der Lohn dieser Anstrengungen blieb nicht aus, das Instrument, durch welches der neueren Astronomie die reichsten Resultate zu Theil wurden und welches noch heute im Meridiankreise der Sternwarten fortbesteht, der Quadrant, wurde von Tycho erfunden und unter seiner Leitung in der Nähe jener Stadt von geschickten Künstlern ausgeführt. Gegen Ende des Jahres 1571 ging er wieder in sein Vaterland zurück, wo er in Herriswod, dem Wohnorte seines Oheims Steen Bille, ein Observatorium und zugleich ein chemisches Laboratorium errichtete, wozu ihm derselbe, der das Talent seines Neffen erkannte und eine Ahnung des glänzenden Erfolges dieser Arbeiten zu haben schien, auf das bereitwilligste die Hand bot. Die Beschäftigung mit der Alchimie war ihm nur Nebensache; während er vergebens sich abmühte, den Stein der Weisen zu finden, der ihm einst die Mittel gewähren sollte, sich ungehindert ganz der Astronomie zu weihen, sorgte der Himmel selbst dafür, daß dieser Himmelsforscher ihm erhalten blieb.

Es war am 11. November des Jahres 1572, als Tycho sein Laboratorium verließ, um zur Nacht zu speisen und dann später astronomische Beobachtungen anzustellen, wozu er sich durch den ausgezeichnet sternklaren Himmel aufgefordert fühlte; als er plötzlich durch einen hellglänzenden Stern in der Cassiopeja überrascht wurde, den er früher niemals wahrgenommen hatte. Er traute seinen Augen nicht, sondern fragte andere, ob sie nichts ungewöhnliches sähen, und erhielt die Antwort, daß ihnen allerdings ein heller Stern aufgefallen sei, den sie früher dort nicht bemerkt hätten. Ohne sich aufzuhalten, eilte er auf die Sternwarte und maß sogleich die Abstände des neu erschienenen von andern Sternen, um seinen Ort am Himmel zu bestimmen. In dieser Nacht wurde der Begründer der Astronomie geboren. Schon am folgenden Tage konnte er Abends seine Beobachtungen fortsetzen und nun verfolgte er den Stern, bis dieser im Jahre 1574 allmählig an Glanz abnahm und verschwand.

Da es darauf ankam, die scheinbaren Entfernungen dieses Sternes von andern bekannten Sternen zu bestimmen, so wurde Tycho auf den Zustand der Astronomie aufmerksam. Es ist nämlich klar, daß wenn die Dexter der Fixsterne selbst nicht mit Genauigkeit bekannt sind, auch die sich an diese Elemente anschließenden Resultate unsicher bleiben müssen.

Nun genügte Hipparch's Sternverzeichnis ihm nicht mehr, da seine Instrumente eine genauere Messung gestatteten, er faßte daher den großen Entschluß in der beobachtenden Astronomie eine Reform vorzunehmen und alles, was seine Vorgänger beobachtet hatten, nochmals so scharf zu bestimmen, als seine Hülfsmittel ihm dies gestatteten. Dieser Entschluß stand fest, und um ihn ausführen zu können, glaubte er sein Vaterland, in welchem er die ruhige Vollenbung seines Planes nicht hoffen durfte, verlassen zu müssen. In Basel wollte er sich niederlassen. Hier hoffte er einen heitern Himmel zu seinen Beobachtungen zu finden und umgeben von den Gelehrten Frankreichs, Deutschlands und Italiens, umgeben durch den Besuch müßiger Freunde, die nur den Edelmann zu schätzen wußten, im Dienste der Uranta seine Tage zu verleben. Aber das Schicksal wollte es anders, die Liebe zur Wissenschaft sollte ihn noch nicht aus Dänemark vertreiben. Durch die Beobachtungen des oben erwähnten Sterns, von dem die Gelehrten der Residenz erst Kunde erhalten hatten, als er schon seinem Verschwinden nahe war, zog er die Aufmerksamkeit des Königs auf sich, der ihn veranlaßte, vor einigen Edelenten Vorlesungen über Astronomie zu halten. Nach Beendigung derselben trat er die beabsichtigte Reise in's Ausland an, ohne jedoch seine Frau und Kinder mitzunehmen, die er später zu sich rufen wollte, wenn er einen bleibenden Aufenthalt würde gefunden haben. Möglich, daß die Unruhe Tycho's in seinem Vaterlande noch einen andern Grund als den oben angegebenen hatte, seine Verbindung mit einem ihm nicht ebenbürtigen Mädchen, über dessen Herkunft ein ungewisses Dunkel schwebt — nach einigen die Tochter eines Bauern aus Knudstrup, nach andern die eines Predigers — mit welcher er in der glücklichsten Ehe lebte, hatte er sich das Mißfallen seiner Verwandten in hohem Grade zugezogen. Diese gingen sogar so weit, diese Verbindung als eine ungesetzliche zu bezeichnen und Tycho's Kinder als Bastarde zu betrachten. Auf jeden Fall mußte ihm die Kränkung, welche seiner rechtmäßigen Gemahlin widerfuhr, höchst schmerzlich sein, und der Wunsch ist erklärlich ein Land zu verlassen, in dem das Theuerste, was er besaß, den frechsten Beleidigungen ausgesetzt war. Die anspruchslose Christine war weit entfernt, sich über ihren Stand erheben zu wollen; in stiller Zurückgezogenheit fand sie ihr Glück am Herzen ihres Gemahls und im Kreise ihrer Kinder. Man weiß von ihr nur wenig, aber dieses wenige ist viel.

Auf seiner Reise durch Deutschland kam Tycho auch nach Cassel. Schon längst stand er mit dem Landgrafen Wilhelm IV. in einem astro-

nomischen Briefwechsel, und dieser Fürst war hoch erfreut, den ihm Wohlbekanntem an seinem Hofe empfangen zu können. Man ist so sehr gewohnt, bei Fürsten einen oberflächlichen Dilettantismus in ernstlichen Wissenschaften vorzusetzen, daß ich in Beziehung auf den Landgrafen jeder vorgefaßten Meinung entgegenzutreten mich bemühen muß. Von populären Darstellungen der Astronomie wußte man damals noch nichts; wer in diese Wissenschaft, in welcher es eben so wie in der Mathematik nun einmal keinen Weg für Könige giebt, einzudringen wünschte, mußte dieselbe so erlernen, wie der Gegenstand es erheischte. Daher kommt es denn auch, daß die Astronomie nicht so verbreitet war, als sie später es wurde, allein man entsagte auch nicht der Gründlichkeit, welche wir in jetziger Zeit nur zu oft vermissen. Wilhelm IV. war ein wirklicher Astronom, der Beobachtungen und Rechnungen anstellte und, wenn er nicht auf dem Throne gesessen hätte, ein gefährlicher Nebenbuhler Tycho's hätte werden können. Auch in seinem Kopfe hatte sich die Nothwendigkeit einer Reform der genannten Wissenschaft ausgebildet, zu welcher er wesentliche Schritte that. Wenngleich der Komet von 1588 die erste Veranlassung zu einem gelehrten Briefwechsel zwischen Wilhelm, Tycho und Rothmann wurde, welcher bis zu des Fürsten Tode ununterbrochen blieb, so war doch der Hauptgegenstand dieser Briefe immer die Bestimmung des Orts der Sterne, da Wilhelms meiste Bemühungen jeder Zeit der Ausbildung dieses wichtigen Theils der Sternkunde, der allen andern vorangehen mußte, gewidmet waren. Beide Astronomen arbeiteten später zu gleicher Zeit an Sternverzeichnissen und theilten sich ihre Bestimmungen gegenseitig zugleich mit den Originalbeobachtungen mit. Wilhelm's Methode mit der einzigen Veränderung, daß die Beobachtungen nicht in einem willkürlichen Azimuthal-Kreise, sondern im Meridian angestellt werden, ist diejenige, welche wir noch heute auf den Sternwarten befolgt sehen. Tycho würde nicht gegen dieselbe so eingenommen gewesen sein, wenn man damals so vollkommene Uhren als in gegenwärtiger Zeit besessen hätte; denn dem unregelmäßigen Gange derselben, keinesweges dem Geiste der Methode sind die Ungenauigkeiten zuzuschreiben, welche sich damals noch herausstellten, und man darf sehr wohl den Anfang zur Flamsteed'schen Periode in der des Landgrafen annehmen, welchem die Ehre zuerkannt werden muß, die erste Sternwarte in Europa nicht nur gebaut, sondern auch als wirklicher Astronom länger als dreißig Jahre hindurch (1561—1592) zum Vortheile der Wissenschaft benutzt zu haben. Ein solcher Mann war wohl befähigt mit einem Tycho umzugehen und das große Talent dieses

Astronomen nach Verdienst zu würdigen. Dieser Fürst beeilte sich dem Könige von Dänemark den in der Fremde umherirrenden in den stärksten Ausdrücken zu empfehlen, und diese Empfehlung war denn auch von gutem Erfolge.

Als Tycho im Jahre 1575 nach Dänemark zurückgekommen war, traf er in aller Stille Vorkehrungen, um mit seiner ganzen Familie sein Vaterland für immer zu verlassen und nach Basel zu gehen, als plötzlich in Knudstrup ein Bode erschien, der ihm ein königliches Handschreiben überreichte; dies enthielt den Befehl, sich ohne Verzug nach Kopenhagen zu begeben. Gleich nach seiner Ankunft ließ ihn der König rufen und machte ihm die Mittheilung, daß er Willens sei, seine astronomischen Studien zu befördern. Damit er sich in Einsamkeit den Wissenschaften und der Lösung seiner großen Aufgabe weihen könne, schenkte er ihm die Insel Hven, auch sei er entschlossen alle Kosten zu den zu errichtenden Gebäuden, zur Anschaffung der Instrumente und zur Unterhaltung der nothwendigen Diener aus Staatsmitteln anzuweisen. Welche Gefühle mögen den Ueberraschten, der sich schon mit dem schmerzlichen Gedanken vertraut gemacht hatte, seinem Vaterlande auf ewig Lebewohl sagen zu müssen, bestürmt haben, als er diese Worte vernahm. Die Lage jener Insel konnte in der That nicht zweckmäßiger sein. Sie liegt bekanntlich im Sund, umgeben von 5 nicht unbedeutenden Orten, worunter die Residenz Kopenhagen. Diese ist von ihr drei Meilen und Lund vier Meilen entfernt. Es ist also eine Kommunikation mit diesen Städten nicht schwierig, und doch ist wieder für Isolation durch das dazwischen liegende Meer gesorgt. Das Land liegt hoch, geht steil auf wie ein Berg und ist oben ganz flach, doch in der Mitte etwas höher, wo sich eine vortreffliche Aussicht darbietet. Die Einwohner treiben Viehzucht und Fischerei, die Insel hatte nur ein Kirchspiel, welches aus 32 Bauerhöfen und Häusern bestand. Später kam sie zugleich mit Schonen an Schweden. Vor Tycho war sie durch den Riesen Hunnilla berühmt. Der Riese der Geister machte den Helden der Sage vergessen. Dieses kleine Eiland erhielt in der Geschichte der Wissenschaft einen höheren Rang, als manche Königreiche selbst heute behaupten. Nachdem Tycho die Localität untersucht und besonders geeignet gefunden hatte, entschloß er sich, mitten auf der Fläche das prächtige Gebäude zu errichten, dem er später den Namen Uraniburg beilegte. Der gelehrte Carolus Danzaeus, damals französischer Gesandte am Kopenhagener Hofe, legte am 8. April 1576 den Grundstein in der Frühe des Tages in dem Augenblick, da die Sonne aufging, worüber die In-

schrift eines Porphyrs berichtet. Einige Jahre später stand das Schloß nebst den andern dazu gehörigen Gebäuden fertig da. Die Grundfläche der Uranienburg war ein Viereck, dessen Ecken nach den vier Himmelsgegenden lagen, zwischen jeder Ecke bildete die Mauer einen Halbkreis und war mit einem Pavillon versehen. Gegen Norden und Süden waren zwei niedrigere, doch zwei Stagen hohe Häuser erbaut, von denen das eine die Buchdruckerei enthielt, das andere von seinen astronomischen Gehülften bewohnt wurde. Im Osten und Westen waren zwei doppelte Pforten, bewacht von englischen Doggen; von allen vier Ecken aus ging ein breiter eingegitterter Weg, so daß der schöne Lust- und Fruchtgarten in vier Theile durchschnitten wurde. Das Gebäude war 60 Fuß lang und eben so breit und bestand aus zwei schönen hohen Stagen und war mit Pyramiden, einigen Altanen und zwei Thürmen, die 75 Fuß hoch waren, geziert. Ganz oben diente ein vergoldeter Pegasus zugleich als Wetterfahne; die östliche und westliche, sowie die nördliche und südliche Seite waren vollkommen symmetrisch. Das Souterrain enthielt ein großes Laboratorium und Destilliröfen in einem geräumigen Gewölbe, in einem andern befand sich eine Glasbrennerei.

Außer dieser Uranienburg errichtete er später, nämlich 1584, noch eine andere kleine Sternwarte, die er Sternburg nannte. Diese enthielt fünf unterirdische Zimmer, in denen die vorzüglichsten Instrumente, vor Wind und Wetter geschützt, aufgestellt waren und zum Theil auch von seinen zahlreichen Gehülften benutzt wurden; die feste Aufstellung der Instrumente auf steinernen Pfeilern zeugt von der Sorgfalt, mit welcher die Beobachtungen gemacht wurden; diese Vorsicht wird bekanntlich noch heute angewendet. Jene Pfeiler sind die Symbole der Fundamente der Astronomie, welche aus den Beobachtungen hervorgingen. Nur beiläufig erwähne ich noch eines großen Wirthschaftsgebäudes und einer 200 Schritte von der Sternwarte liegenden Werkstatt, in welcher die astronomischen Instrumente unter Tycho's Leitung von geschickten Arbeitern verfertigt wurden; endlich ließ er auch in der Nähe des Meeres eine Wassermühle von eigenthümlicher Konstruktion anlegen. Hier hatte er eine Mahl-, Papier-, Stampf-, Schleif- und Polirmühle und eine Vorrichtung zu Lederarbeiten vereinigt. Mehrere Fischteiche mußten durch ihre Dämme das Wasser zu seiner Mühle ansammeln. In allen diesen Anlagen herrschte eigene neue Erfindung und Zweckmäßigkeit verbunden mit Eleganz.

Obgleich alle diese Einrichtungen die anfängliche Ueberschlagssumme der Kosten weit überstiegen, so gab doch Friedrich II. mit großer Be-

reitwilligkeit alles hin, um nur den Anforderungen Tycho's, welche die der Wissenschaft waren, vollständig genügen zu können, und sicherte ihm außerdem mit wahrhaft königlicher Freigebigkeit ein Einkommen von jährlich 2000 Thalern. Von seinen Einkünften machte er vielfach rühmlichen Gebrauch für die Wissenschaft. Er unternahm geodätische Messungen, indem er die Entfernungen der bedeutendsten Städte Dänemarks von einander bestimmte, wobei die Uranienburg als astronomisch bestimmter Punkt benützt wurde. Er entwarf eine Liste der Kirchspiele und machte Vorarbeiten zu neuen genauen Specialkarten der Provinzen. Der Gebrauch des Laboratoriums war nicht auf chemische Versuche allein beschränkt, er übte auch die Kunst der Pharmaceuten und entrichtete an Unbemittelte seine Medicamente unentgeltlich, wodurch er freilich, wie wir später sehen werden, den Unwillen und Neid der Kopenhagener Aerzte erregte, der ihm so verderblich werden sollte.

Es liegt mir jetzt ob, das astronomische Treiben unseres Tycho während einer Zeit von 21 Jahren, welche er auf Uranienburg in nicht immer ungestörter Ruhe verlebte, zu schildern; ich fühle nur zu sehr, wie unvollkommen mir dies, auch wenn ich Ihre Geduld länger in Anspruch nehmen dürfte, als mir hier gestattet ist, gelingen wird und erbitte mir daher Ihre Nachsicht.

Ohne Enthusiasmus ist nie etwas Großes, selten etwas Brauchbares geleistet worden, ich meine nicht jene vorübergehende Geistesspannung, welche auf Augenblicke sich eines Menschen bemächtigt und ihn erglühen macht für die hohe Bedeutung einer That, ohne daß sich die Kraft dazu gefellt diese That ins Leben zu rufen. Der Enthusiasmus, welchen ich meine, ist anderer Art; seine Macht ist nicht von dieser Welt, sie lebt im Menschen geheimnißvoll hervorgerufen durch Gott. Dieser Enthusiasmus nur wird nicht zerstört durch die Stürme des Lebens; wenn auch bisweilen erschüttert, stellt sich das Gleichgewicht wieder her, und die Thatkraft bleibt ungelähmt, gleichwie kein Erdbeben die Erde hindern kann, ihren Lauf um die Sonne zu vollenden. Wie sie gleich heißen mögen, jene Auserwählten, die uns Unsterbliches gaben in Wissenschaft oder Kunst, sei es Plato oder Homer, Raphael oder Mozart, ohne jenen Enthusiasmus wären ihnen nie die Silbertöne des Nachruhms erklingen. So sehen wir Tycho de Brahe die Bande der Astrologie zersprengen, welche seine Zeitgenossen gefesselt hielten, er will dem Laufe der Planeten nicht gelegentlich nachspüren, um die Schicksale der Menschen zu ergründen, er will durch Constellationen nicht überrascht werden, er will die Gesetze



ergründen, nach denen jene Bewegungen vor sich gehen, um dann später, auch wenn kein klarer Himmel leuchtet, zu wissen ohne zu sehen. Die Hypothese des Copernicus kann ihm noch nicht für Wahrheit gelten, denn sie ist noch nicht geprüft durch Beobachtungen, er will die Natur, die noch schweigt, weil sie noch nicht auf die rechte Art befragt wurde, zu einer Antwort nöthigen, und ist sich bewusst, daß keine Hypothese durch neue Voraussetzungen begründet werden kann. Darum geht er hin und richtet seine Instrumente nach dem Himmel, um dort zu messen und dann durch mathematische Schlüsse die Wahrheit zu ermitteln. Ist doch die neuere Naturforschung keine andere als diese, und darum steht Tycho so hoch da, weil er zuerst die Nothwendigkeit erkannte, jede Hypothese durch Beobachtungen zu prüfen, also den Weg einschlug, der allein zur Einsicht führen kann. Er war demnach der erste Naturphilosoph in dem edleren Sinne des Wortes, welches nur gemißbraucht wird, wenn man damit jene Leute benennt, die sich über die Natur stellen und ihr Gesetze vorschreiben wollen. Aber es ist wohl leicht ausgesprochen, wie Tycho de Brahe verfuhr, doch der Weg ist dornenvoll; eine ungeheure geistige und körperliche Anstrengung war nöthig, um mit jenen Instrumenten Beobachtungen anzustellen, die zu dem erwünschten Ziele führen konnten. Doch einmal von jener Begeisterung ergriffen, überwand er mit Geschicklichkeit alle Schwierigkeiten und Hindernisse. Mit welchem Geist er seine mühsamen Arbeiten fortsetzte, dafür spricht am besten seine Methode des Observirens. In der That finden sich hier schon unverkennbare Spuren jener Beobachtungskunst, welche von Astronomen dieses Jahrhunderts weiter ausgebildet wurde, und nur eine praktische Anwendung des Sages ist, daß alle Instrumente unvollkommen sind, und durch diese Unvollkommenheit auch in die unmittelbar beobachteten Quantitäten Fehler eingehen, von welchen die Messungen gereinigt werden müssen, wenn man aus denselben Folgerungen ziehen will. Die Ermittlung der bei den Beobachtungen anzubringenden Correctionen finden wir in der That zuerst bei ihm, ja er berechnet sogar schon Tafeln, um diese Correction mit Leichtigkeit berücksichtigen zu können, ganz in dem Sinne, wie dies noch heute geschieht.

Tycho fing seine Arbeiten auf der Uraniburg mit der Bestimmung der geographischen Breite oder, was dasselbe ist, der Polhöhe an. Bis dahin hatte man dies Element durch die größte Höhe der Sonne im Sommer und durch die kleinste im Winter bestimmt; die Höhe des Aequators, also die Ergänzung der gesuchten Polhöhe zu  $90^\circ$ , hält genau das Mittel zwischen beiden. Diese Methode hatte das Unbequeme, daß sie eine

Zwischenzeit von einem halben Jahre erforderte, und selbst nach Verlauf dieser Zeit konnte trüber Himmel die correspondirende Beobachtung unmöglich machen. Er fand das Mittel, die geographische Breite in einer einzigen Nacht durch die Beobachtung der Circumpolarsterne zu bestimmen. Diese Sterne gehen in 24 Stunden zwei Male sichtbar durch den Meridian, einmal über und einmal unter dem Pole. Beobachtet man beide Höhen eines und desselben Sterns im Meridiane, so ist die Polhöhe das Mittel aus beiden, die Höhe des Aequators ergibt sich dann aus dieser ebenfalls. Diese leichte und genaue Methode führte ihn zu einer sehr wichtigen Entdeckung. Wenn er nämlich die durch die Sonnenbeobachtung gefundene Höhe des Aequators mit der aus Beobachtungen der Circumpolarsterne hervorgehenden verglich, so fand er einen constanten Unterschied zwischen beiden Bestimmungen von 4', der viel zu groß war, als daß er seinen Instrumenten hätte zugeschrieben werden können. Es gelang ihm diese Abweichung durch die Brechung der Lichtstrahlen zu erklären, ihm gebührt daher die Ehre die astronomische Strahlenbrechung entdeckt zu haben. Es ist bekannt, daß, wenn ein Lichtstrahl aus einem dünnern Medium in ein dichteres tritt, er dem Lothe zugebrochen wird, und zwar so, daß die Sinusse der beiden Winkel, welche der auffallende und gebrochene Strahl mit dem stets in derselben Ebene liegenden Lothe bilden, in einem constanten Verhältnisse zu einander stehen, wenn die Dichtigkeiten sich nicht ändern. Nun kann man die Atmosphäre der Erde als aus concentrischen Schichten bestehend ansehen, welche um so dichter sind, je näher sie der Erdoberfläche liegen, und obgleich man hieraus leicht begreift, wie die Mathematik sich der Theorie bemächtigen konnte, so sind doch mehr als zwei Jahrhunderte vergangen, bevor es den Bemühungen von Mayer, Laplace und Bessel gelang, diese Theorie vollständig zu ergründen und auf die Praxis mit der nöthigen Genauigkeit zu übertragen. In der Nähe des Horizonts wirkt die Strahlenbrechung am stärksten, im Zenith verschwindet sie, und schon Tycho bestimmte ihr Maximum auf 34 Minuten, welches nur um zwei Minuten kleiner ist, als die neuesten Ermittlungen dafür angeben. Um die Wirkung in der Nähe des Horizonts anschaulich zu machen, bemerke ich hier beiläufig, daß die Sonne, wenn sie beim Auf- oder Untergehen mit ihrem unteren Rande den Horizont berührt, nur durch die Strahlenbrechung sichtbar ist und ohne dieselbe in beiden Fällen sich unter dem Horizonte befinden würde. Dasselbe gilt auch vom Monde.

Nachdem Tycho die Schiefe der Ecliptik, die Excentricität der Sonne

und die Länge des Jahres bestimmt hatte, berechnete er neue Tafeln für dieses Gestirn, um für jeden Augenblick den Ort der Sonne ermitteln zu können. Die Venus diente ihm als Vermittlungstern zwischen der Sonne und den größeren Fixsternen, indem er die scheinbare Entfernung dieses Planeten von der Sonne und den Fixsternen mittelst des von ihm erfundenen Sextanten maß und die nöthigen Höhenmessungen anstellte. Durch zahlreiche, sehr sorgfältige und mühsame Beobachtungen brachte er auf diese Weise ein Verzeichniß von 777 Sternen zu Stande, deren Ort nur mit einer früher nicht geahnten Sicherheit angegeben waren. Diese Arbeit war seit Hipparch die erste umfassende in Beziehung auf den Sternhimmel, denn das Sternenverzeichniß des Landgrafen enthielt nur 400 mit viel geringerer Genauigkeit. Nun ging er darauf aus, die Versrückungen der Nachtgleichen zu bestimmen, indem er seine Sternörter mit den von Ptolemaeus, Albategnius und Copernicus beobachteten verglich, und fand diese Größe ziemlich richtig gleich  $51''$  in einem Jahre, oder gleich einem Grade in 71 Jahren. Bei dieser höchst wichtigen Bestimmung ließ er sich durch die Autorität des Copernicus, der eine Ungleichheit vermuthete, nicht bestimmen, sondern schreibt sehr richtig das, was jener dafür hielt, der Unvollkommenheit der älteren Beobachtungen zu. So sehen wir ihn der sorgfältigsten Diskussion älterer Beobachtungen sich unterziehen und müssen gestehen, daß keiner der größten Astronomen der neueren Zeit hätte zweckmäßiger verfahren können. Aus diesen Arbeiten ging noch eine wichtige Entdeckung hervor. Tycho bemerkte, daß die Breite der Sterne, nämlich die Abstände derselben von der Ecliptik, sich seit der Zeit des Ptolemaeus und noch merklicher seit den Zeiten des Timochares und Hipparch geändert hatten. Mit Bewunderung sehen wir ihn auch hier die richtige Erklärung nicht nur aussprechen, sondern aus den Beobachtungen ermitteln, er findet die Abnahme der Schiefe der Ecliptik.

Auch mit der Theorie des Mondes beschäftigte er sich und machte hier ebenfalls wichtige Entdeckungen. Zu den von Hipparch und Ptolemaeus in der Bewegung dieses Trabanten entdeckten Ungleichheiten gesellte sich nach seinen Beobachtungen noch eine dritte, welche ihr Maximum in der Hälfte der Zwischenzeit zwischen einer der Syzygien und der Quadratur erreicht und sehr nahe auf  $40\frac{1}{2}$  Minuten bestimmt wurde. Doch er ging noch weiter. Schon vor ihm hatte man eine gleiche und regelmäßige Bewegung der Knoten, nämlich der Punkte, in denen die Mondbahn die Ecliptik durchschneidet, erkannt, welche an eine Periode

von ungefähr 19 Jahren geknüpft ist. Er bemerkte, daß während dieser Zeit die Bewegung der Knoten nicht immer gleichmäßig erfolgt. Man hatte vor ihm geglaubt, daß die Neigung der Mondbahn beständig  $5^\circ$  betrage, er wurde zuerst die Veränderlichkeit dieses Winkels gewahr und fand, daß die kleinste in den Soggyien  $4^\circ 58' 30''$ , die größte in den Quadraturen  $5^\circ 17' 30''$ , also die mittlere  $5^\circ 8'$  beträgt, eine Bestimmung, die einen eben so schönen wie überraschenden Beweis für die Geschicklichkeit dieses Astronomen liefert. So entsprangen aus seinen Beobachtungen die Elemente der schwierigen Theorie des Mondes, welche erst durch die Bemühungen eines Euler und Laplace ergründet werden sollte. Ziehen wir zu diesen Arbeiten die zahlreichen Beobachtungen der Planeten und Kometen, deren Ort er mit bewunderungswürdiger Schärfe stets durch Messung der Distanzen von wenigstens zwei Fixsternen festsetzte, so haben wir die wichtigsten seiner astronomischen Bestimmungen auf Uranienburg angeführt. Der Reichthum des Materials, verbunden mit der inneren Sicherheit desselben, nöthigt uns die höchste Bewunderung ab, und man darf wohl kein Bedenken tragen, diese Beobachtungen als die bedeutendsten Arbeiten des Astronomen, als den Kern seiner ganzen Thätigkeit, zu betrachten. Die Früchte solchen Wirkens blieben auch nicht aus; zwar erlebte er nicht, wie Kepler aus seinen Schätzen die Kenntniß der Bewegungen der Himmelskörper gewann, aber der Dank der Nachwelt erschien ihm stets als das Wünschenswertheste, und dieser Wunsch wurde erfüllt, noch ehe Kepler aus den Tychonischen Beobachtungen des Mars die nach ihm benannten Gesetze ermittelt hatte. Beobachtung, Rechnung und Theorie sind die Pfeiler, auf welchen sich die Kenntniß des Weltalls erhebt. Tycho, Kepler und Newton haben die Grundsteine gelegt. Wir verkennen nicht die Verdienste Tycho's um die physische Astronomie, wir haben oben Beispiele davon angeführt und fügen noch hinzu, daß er den neuen Stern von 1572 in die Region der Fixsterne versetzte, und an den Kometen bewies, daß sie sich jenseits der Mondbahn befinden, wodurch die Theorie des Aristoteles, der diese Körper in der elektrischen und sublunarischn Region entstehen ließ, zusammenstürzte, vielmehr ehren wir auch diesen Sieg der Beobachtungskunst über die Luftgebilde der Alten, allein sein eigentliches Element war eben diese Kunst, und nicht hoch genug kann ihm angerechnet werden, daß er den wahren Weg der Naturforschung richtig erkennend die Schlässe aus den meisten seiner Wahrnehmungen einer späteren Zeit überließ. Wenn Bailly in seiner Geschichte der neuern Astronomie ihn tabelt, weil er das Copernicanische System nicht angenommen hat,

so zeugt dies nur von einem Verkennen der Aufgabe, welche der große Himmelsbeobachter sich gestellt hatte. Ihm konnte das erwähnte System noch nicht für Wahrheit gelten, denn es war in der That nur eine ungeprüfte Hypothese, welche noch des Zeugnisses der Beobachtung entbehrte. Nicht einmal wahrscheinlich konnte es ihm sein, denn er hatte einen wissenschaftlichen Grund gegen dasselbe, der für jene Zeit von nicht geringer Bedeutung war; er sagte nämlich: Wenn nach Copernicus die Entfernung der Fixsterne von der Erde so groß ist, daß für einen Beobachter, den wir in einen solchen Stern versetzen, selbst der Durchmesser der Erdbahn nur als ein unmerklicher Punkt erscheint, wie kommt es, daß wir diesen Stern bemerken? Wie kann er einen für uns nicht nur sichtbaren, sondern auch meßbaren Durchmesser haben? Er nimmt also einen größeren Raum ein als die große Erdbahn und der Durchmesser ist also wenigstens 50mal größer als der Durchmesser der Sonne. Gegen das Vorhandensein so vieler Himmelskörper, die mehr als 100000mal größer als die Sonne wären, sträubt sich die Einbildungskraft mit Recht. Die Fernröhre haben später diese Schwierigkeit aufgeklärt. Je mehr diese vergrößern, um so mehr nimmt der scheinbare Durchmesser ab; die Fixsterne werden zuletzt bloße Lichtpunkte, ihre Sichtbarkeit bei fehlendem Durchmesser, die also nur von ihrem Glanze herrührt, läßt auf eigenthümliches Licht schließen, welches auch in neuerer Zeit durch die Polarisation nachgewiesen wurde.

Wenn man bedenkt, daß die Beobachtungen allein nicht ausreichend sind, sondern daß die damals vor Erfindung der Logarithmen noch sehr weitläufige Berechnung derselben hinzukommen mußte, daß der Unterricht zahlreicher Gehülfen, die Ausarbeitung seiner umfangreichen Werke und die Beförderung derselben zum Drucke bei einem sehr ausgebreiteten gelehrten Briefwechsel einen großen Theil seiner Zeit in Anspruch nahm, so muß man sich wundern, wie er noch Muße behielt, im Kreise der Seinigen die Freuden des häuslichen Lebens zu genießen. Christine hatte für den großen Hausstand vollauf zu thun und nahm ihm jede Sorge hinweg, verzichtete aber auch auf jede Theilnahme an seinen gelehrten Beschäftigungen. Für seine Schwester Sophie hatten aber auch diese einen hohen Reiz, und Tycho verschmähte nicht sie mit der Astronomie bekannt zu machen, obgleich wir wissenschaftliche Beobachtungen von ihr nicht besitzen, eine Vergleichung also mit Caroline Herschel nicht wohl Statt finden kann.

Tycho war sanft und liebevoll gegen die Seinigen, aber er machte auch noch andere Ansprüche an das Leben, als eine glückliche Häuslichkeit,

Nicht frei von Ruhmbegierde und empfänglich für äußere Anerkennungen mischte er sich unter die Großen der Erde und fühlte sich geschmeichelt, wenn sie ihn wie Jhres Gleichen behandelten. Der König und die Königin besuchten ihn auf Hven, äußerten sich wohlwollend und herablassend, und seine Einkünfte wurden durch das Kanonikat von Roeskild vermehrt, sein Name wurde immer berühmter, und wohl nur wenige durch Geist oder Geburt hochgestellte Fremde unterließen bei ihrer Anwesenheit in der Residenz einen Besuch des Gefeierten. Das Gleichgewicht der Stände war gestört, und Tycho war nicht stark genug, durch ein freundliches Benehmen gegen den Adel des Landes dasselbe wieder herzustellen, denn er war nicht gutmüthig genug, die früheren Kränkungen zu vergessen, er war nicht weise genug, den zahlreichen Gegnern die Blößen seines Handelns zu verdecken; er fiel, weil er sich sicher glaubte. Zwar so lange Friedrich II. lebte, durfte er nicht fürchten, daß die giftige Hyder ihr Haupt erheben würde, sein königlicher Beschützer hielt sie im Staube gefesselt. Der Erfolg zeigte, wie mißlich es ist, auf einen Menschen, auch wenn dieser über Millionen herrscht, sein Glück zu bauen. Der König starb, und Tycho's Sonne hatte ihren Culminationspunkt erreicht, der Kronprinz, nachmals Christian IV., war ein eilfjähriges Kind, eine vormundschaftliche Regierung verwaltete nun das Land, und obgleich man klug genug war, noch nicht offen gegen Tycho aufzutreten, weil das Andenken des hohen Verstorbenen geehrt werden mußte, so begannen doch die Widersacher ihre Machinationen, denen man nachsagen muß, daß sie wohl berechnet waren. Man fing damit an, ihm die Unterstützungen, welche zur Unterhaltung seiner astronomischen Einrichtungen bewilligt waren, zu kürzen, also seiner Thätigkeit, die ihm so unentbehrlich war wie die Luft, Fesseln anzulegen. Daß auf diese Weise sein heftiger Charakter hervortreten, daß ihm Aeußerungen entchlüpfen würden, die als unehrerbietig sich würden betrachten lassen, war vorauszusehen. Unter den vier Rätthen, welchen der Reichsrath die vormundschaftliche Regierung während der Minderjährigkeit Christian's übertrug, waren Niels Raas und Christoph Walkendorf als Staatsmänner die ausgezeichnetsten, und besonders werden die Verdienste des zuletzt genannten von den dänischen Geschichtsforschern mit großem Ruhme anerkannt. Diese beiden bemühten sich ihren Einfluß auf Tycho's Schicksal in sehr verschiedener Weise geltend zu machen; während jener die großen Verdienste des Gelehrten hervorhob und stets zur Milde gestimmt war, ließ dieser nicht ab, seinem Privathafß in heftiger Verfolgung Nahrung zu geben. Allerdings bot

Tycho's Handlungsweise manche Angriffspunkte dar, er ließ die Hoeskilder Kirche, zu deren Erhaltung er durch sein Kanonikat verpflichtet war, verfallen; er untersagte seinem Prediger auf Hven die Anwendung des Exorcismus und war gegen die Bauern der Insel bisweilen hart, vielleicht sogar ungerecht; endlich fand er bei seinen gehäuften Arbeiten leider immer noch Zeit, den Arzt zu spielen; von nah und fern strömten Leidende nach Hven, um sich hier Genesung zu holen und wir haben schon oben bemerkt, daß Tycho ganz uneigennützig seine Hülfe jedem, der sie verlangte, darbot. Der edelmüthige Raas wandte vergebens alle Mittel an, die Gegner milder zu stimmen und neuen Uebereilungen seines Freundes vorzubeugen. Da ihm dies nicht gelingen wollte, so hoffte er auf die Zeit, da der Thronfolger König sein würde, und kam mit demselben nach Hven. Der junge König sah hier mit vielem Interesse die großartigen Einrichtungen, allein dieser Besuch hatte weiter keine Folgen. Walkendorf blieb Sieger, und nachdem Christian IV. im Jahre 1596 den Thron bestiegen hatte, dauerte Tycho's Aufenthalt in seinem Vaterlande nur noch ein Jahr. Mit eiserner Consequenz entzog man ihm theils mit, theils ohne Wissen des Königs im Laufe der Zeit alle Einkünfte, welche ihm von Friedrich II. bewilligt und von der vormundschaftlichen Regierung bestätigt worden waren. Tycho verließ nun Uranienburg und begab sich nach Kopenhagen, woselbst er sein Haus in der Färberstraße bezog. Seine Meubeln, Bücher und die meisten der Instrumente nahm er mit, nur die größeren ließ er noch zurück. Die Uranienburg war verödet, doch bald hätten seine Verfolger zu früh triumphirt, es erhob sich ihnen ein Gegner, an den sie nicht gedacht hatten, dieser Gegner war die öffentliche Meinung. Laut sprach man mit Unwillen über die unwürdige Behandlung eines Mannes, der den größten Theil seines Lebens der Wissenschaft zum Opfer gebracht, der den Ruhm seines Vaterlandes erhöht hätte, und zur Ehre der Menschheit sei es gesagt, daß selbst diejenigen diesen Unwillen theilten, die früher nicht ohne Mißgunst auf den Bevorzugten geblickt hatten, da er noch im Stücke war. Walkendorf erschrak vor dem Gedanken, daß Tycho in Kopenhagen die Aufmerksamkeit des Königs auf sich ziehen, daß dieser den tiefgekränkten Mann näher kennen lernen und das Versprechen seines hochseligen Vaters erneuern könne. In dieser Besorgniß thut er einen Schritt, der ihn auf traurige Weise unsterblich macht. Nicht ungestraft verständigigt sich der Mensch an der heiligen Wissenschaft; dieser Minister bedachte nicht, daß nach dem Tode der Name fortlebt und daß auch die Wissenschaft ihre Geschichte

hat, der Schein sollte gerettet werden und so wird denn ein antikes Zeugniß erwirkt. Man schickt einen ganz obskuren Mann, Thomas Finde, der aber als Professor der Mathematik an der Universität in Kopenhagen im Staatsdienste stand, nach Hven, um sich die dortigen Einrichtungen anzusehen, und über ihren Werth zu berichten. Dieser kommt zurück und bescheinigt, daß er nur kostspielige, ganz nutzlose Schmutz- pfeifereien gesehen habe.

Im Sommer des Jahres 1597 verließ Tycho sein Vaterland mit seiner ganzen Familie. Zunächst begab er sich nach Rostock, von wo er noch einen Brief an den König von Dänemark schrieb, der aber ungnädig beantwortet wurde; die letzte Hoffnung, jemals wiederzukehren, war nun verloren. Bailly sagt darüber folgende denkwürdige Worte: „Dänemark hat sich selbst Schaden gethan, einem Tycho konnte es an keinem Vaterlande fehlen, er gehört der ganzen Welt. Wenn das Menschengeschlecht allein das Vorrecht hat, unter allen Klimaten zu leben, so gehört dies vorzüglich doch dem rechtschaffenen Manne und dem Manne von Talenten, jener erwirbt sich überall Freunde, dieser wird überall als Wohlthäter aufgenommen. Wehe dem Lande, welches die Gaben des Himmels verkennt, und den Mann aller Zeiten und aller Länder verfolgt.“ Allein Tycho liebte sein Vaterland unaussprechlich und wir glauben die Unruhe, welche ihn später befiel, dem Heimweh zuschreiben zu müssen. Dieser Schmerz ist aufbewahrt in den Gedichten, welche der tiefühlende Mann über sein Schicksal hinterlassen hat, man wird durch dieselben an Cron- negt's Worte erinnert:

Ich weiß nicht, welche Macht uns an dem Ort entzückt,  
Wo wir das Licht der Welt zum ersten Mal erblickt,  
Die Luft muß süßer sein, die Sonne heitrer scheinen,  
Es lacht ein heller Grün aus den bekannten Hainen.

Aus Rostock durch die sich immer weiter ausbreitende Pest vertrieben, fand er in dem eine halbe Meile von Hamburg entfernten Wandtsbeck bei seinem Freunde, dem gelehrten Wilhelm Rangow, einen Zufluchtsort, wo er über ein Jahr verweilte und so wie in Rostock astronomische Arbeiten unternahm, auch mit dem ausgezeichnetsten seiner Gehülfen, dem bekannten Longomontanus, und andern einen wissenschaftlichen Briefwechsel unterhielt. Rangow erkannte aber wohl, daß Tycho, an eine großartige Thätigkeit gewöhnt, auf jenem Landsitze sich nicht lange zufrieden fühlen würde, und bemühte sich mit vielem Eifer ihn für die ver-



lorene Stellung in Hoen durch eine ähnliche zu entschädigen. Kaiser Rudolph II. war es, auf den er seine Hoffnungen stützte; diesem Fürsten, der die Astronomie hochachtete, wurde das neu erschienene Werk: *Astronomiae instauratae mechanica*, in welchem Tycho alle Instrumente der Uranienburg und diese selbst ausführlich beschrieben hat, zugeschickt, und der kaiserliche Kanzler Jacob Curtius von Senftenau betrieb die Berufung des verbannten Astronomen mit der edelsten Freimüthigkeit. Rudolph ließ ihm auch sogleich, nachdem er von dem Stande der Dinge unterrichtet war, eine Einladung nach Prag zukommen. In Folge dieser reiste Tycho mit seiner Familie und seinem Gehülfen zunächst nach Wittenberg und begab sich alsdann allein nach Prag. Hier wurde er unmittelbar nach seiner Ankunft von dem ersten Staatssekretair Parricius bewillkommet und in das Curtius'sche Haus, welches später der Kaiser für 20,000 Thaler kaufte und zu einer Sternwarte einrichten ließ, begleitet. Das erste Wort, welches ihm derselbe sagen ließ, war ein Verbot, er solle nicht sogleich an den Hof kommen, sondern sich zuvor ausruhen. Der Empfang war so gnädig, daß er selbst die kühnsten Erwartungen überstieg. Schon in der ersten Audienz bewilligte ihm Rudolph ein Jahresgehalt von 3000 Dukaten, versprach ihm zugleich ein adeliges Gut für ihn und seine Erben und ein Haus in Prag, welches er für sich und seine Familie als Absteigequartier benutzen möchte, denn er hoffe ihn recht oft zu sehen. Noch einmal stand er vor einem Fürsten, der wie einst Friedrich II. ein ausgezeichnetes geistiges Leben in ihm erweckte; sein Gefühl strömte aus in folgende Worte des Dankes: „Ich will meinen Fleiß so anwenden, daß der ganze Himmel für mich reden soll. Alle Nachkommen sollen erfahren, welche Zuflucht und Schutz ein mächtiger und frommer Herr der Göttin der Künste zu Theil werden ließ“. Und Rudolph hielt nicht nur Wort, nein er that mehr. Mit zarter Bereitwilligkeit fügte er sich in die Launen seines Schützlings und erfüllte jeden Wunsch, sobald er nur angedeutet war. Die Macht der Erde wollte dem Genie gegenüber nur im Gewähren ihre Größe zeigen. Tycho fühlte sich in Prag durch die Zerstreungen des Hofes und durch viele Besuche belästigt und äußerte den Wunsch auf dem Lande seine Beobachtungen anstellen zu können. Sogleich stellte ihm Rudolph drei seiner Schlösser zur Auswahl unter denen Tycho sich für Benatef entschied, welches in eine zweite Uranienburg durch kaiserliche Freigebigkeit verwandelt wurde, der auch ein chemisches Laboratorium nicht fehlte. Aber auch hier fühlte er sich nicht heimlich und zog schon nach einem Jahre mit Erlaubniß des in Pilsen

wohnenden Kaisers in dessen Garten. Nach Rudolphs Rückkehr wurde das oben erwähnte Curtius'sche Haus angekauft und am 25. Januar 1601, nachdem es zur Sternwarte eingerichtet war, von ihm und seiner Familie bezogen. Hier schien Tycho endlich mit gewohntem Eifer seine Arbeiten fortzusetzen, er ließ keine heitere Nacht unbenuzt und erfreute sich der Hülfe Kepler's, den der Kaiser auf seinen Wunsch ihm zugesellt hatte. Aber seine Sendung war erfüllt; kein König, kein Kaiser, aber ein Höherer rief, und noch war kein Jahr verflossen, als er mit Ergebung diesem Rufe gehorchte. Eils Tage vor seinem Tode befand er sich anscheinend noch vollkommen wohl bei einem Gastmahle des Grafen Rosenberg. Hier überfiel ihn während der Tafel ein Unwohlsein, welchem abzuweichen ihm nicht passend erschien, welches jedoch im Verlaufe der Zeit höchst schmerzhaft wurde. Nach Hause geeilt verfiel er in ein hitziges Fieber und vermehrte noch die Qual dadurch, daß er sich zu keiner vorgeschriebenen Diät bequemen wollte. Am 11. Tage verließ ihn das Fieber und er erhielt seine Besinnung wieder, doch nur um von Kepler und den Seinigen Abschied zu nehmen. Es war am 24. October des Jahres 1601, als er unter dem Gebet und dem Zuspruche der Umstehenden ganz sanft einschlief, um hier nicht wieder zu erwachen. Am 14. November wurde seine sterbliche Hülle auf Befehl des tief erschütterten Kaisers ohne Rücksicht auf Verschiedenheit der Religion in der Haupt-Kirche der Altstadt unter dem Gefolge der Großen des Reichs und einer unabsehbaren Menschenmenge aus allen Ständen in ritterlicher Kleidung feierlich begraben. Seine Gattin, sein jüngster Sohn und die Tochter folgten der Leiche, sein ältester Sohn war mit dem persischen Gesandten in Italien, auch sein Schwiegersohn Tegniagel war nicht anwesend. Christine überlebte ihren Verlust nur noch drei Jahre, sie ruht mit ihm in einer Gruft. Tycho war von starkem Körperbau, eher groß als klein, sein Gesicht voll und roth, die Haare spielten in's Gelbe; wir besitzen hier in Danzig ein Portrait von ihm, welches die Gesellschaft der Wissenschaften in Kopenhagen der hiesigen naturforschenden Gesellschaft im Austausch gegen ein Bildniß des Hevelius zustellte.

Tycho's Instrumente kaufte der Kaiser für 22,000 Kronenthaler, sie wurden in den Gewölben des Curtius'schen Hauses aufbewahrt. Als im Jahre 1619 Prag von den Pfälzern erobert worden war, wurden diese Werkzeuge theils zerstört, theils zerstreut, nur noch zwei große eiserne Sextanten sind übrig geblieben und werden gegenwärtig noch auf der Prager Sternwarte gezeigt. Durch die genaue Beschreibung, welche Tycho uns

hinterlassen hat, wurden die neuen Astronomen in den Stand gesetzt, diese Instrumente mit einer zu wiederholter Berechnung der Beobachtungen vollkommen ausreichenden Genauigkeit kennen zu lernen. Auch das Schloß Uranienburg sank bald in Trümmer. Als Huet im Jahre 1652 nach Schweden ging, besuchte er Hven, allein er fand nur den Boden, von den Mauern keine Spur, die Einwohner und der Pfarrer wußten weder von Tycho noch von der Himmelsburg, diese Namen waren ihnen gänzlich fremd. Aber doch wandte ein Greis herbei, der Tycho und sein Observatorium gekannt hatte und sich rühmte an dem Bau mitgeholfen zu haben. Der berühmte Picard, welcher später von der Akademie nach Hven geschickt wurde, um die Polhöhe neu zu bestimmen, mußte Nachgrabungen veranlassen um die Fundamente aufzufinden, was ihm auch gelang.

Tycho's Beobachtungen bleiben für alle Zeiten von hohem Werthe für die Wissenschaft. Noch in der neuesten Zeit hat man die des Kometen von 1585, dessen Elemente mit dem des Kometen von 1844 Aehnlichkeit haben, einer neuen Berechnung unterworfen. Auf Befehl des vorigen Königs von Dänemark wurden die Original-Beobachtungen, welche auf der königlichen Bibliothek in Kopenhagen aufbewahrt werden, durch einen vollkommen genauen Abdruck den Astronomen zugänglich gemacht.

So scheiden wir denn von diesem Heros einer Wissenschaft, dem wir in keiner Hinsicht unsere Theilnahme versagen können. Zum Reformator der Beobachtungskunst berufen, hat er seine Aufgabe vollständig gelöst. Die Fehler des Menschen wollen wir nicht verkennen. Die Festigkeit seines Charakters, die ihn zu Uebereilungen hinriß, die Ruhmbegierbe, welche sich bis zur Eitelkeit steigerte, kann und wird Niemand vertheidigen wollen, aber wer ist vollkommen? Hat er seine Schwächen nicht gesühnt durch Verbannung aus seinem Vaterlande, die ihm, wir dürfen es aussprechen, den Todesstoß gab? Denn sein Herz war gebrochen, als er den Fuß für immer auf fremde Erde zu setzen sich genöthigt sah. Christian IV., vielleicht der größte dänische König, der noch heute fortlebt in dem Nationalliede:

„König Christian stand am hohen Mast“

setzte den Ruhm seiner Regierung darin, den Bauernstand frei zu machen, aber er gab zu, daß man die freie Wissenschaft in seinem Lande in Fesseln schlug. Der Lorbeerkranz ist ihm zu Theil geworden, aber die Edelsten seines Volkes haben ihn mit Cypressen durchflochten.

### Die Pendelversuche\*).

Die genau ermittelte Abplattung der Erde an den Polen hat ergeben, daß die Erdare noch nicht voll um 6 Meilen kleiner ist als ein Durchmesser des Aequators. Dieser an sich nur geringe Unterschied hat dennoch einen Einfluß sowohl auf die geodätischen als astronomischen Bestimmungen, der viel bedeutender ist, als man bei jener kleinen Abplattung vermuthen sollte. Die wahre von der Kugel abweichende Form bringt in Hinsicht auf die Richtung und Größe der Schwere nicht zu vernachlässigende Abweichungen hervor. So geht z. B. für Danzig die Richtung der Schwere nicht nach dem Mittelpunkt der Erde, sondern bildet mit dem entsprechenden Radius einen Winkel von ungefähr 11 Bogenminuten, dessen Nichtberücksichtigung bei dem jetzigen Stande der Beobachtungskunst zu den größten Fehlern führen würde. Der Abnahme der Schwingkraft vom Aequator bis zu den Polen, wo diese verschwindet, gesellt sich die Anziehungskraft der Erde für nördlicher gelegene Orte vergrößern hinzu. Was nun die wichtige Bestimmung selbst betrifft, so geschieht dieselbe auf folgende Weise. Denken wir uns einen Körper an dem freien Ende eines Fadens befestigt, dessen anderer Endpunkt an einer unveränderlichen Stelle verbleibt. Wenn wir den Faden aus seiner vertikalen Richtung entfernen, etwa indem wir längs demselben eine vertikale Ebene anbringen, und diese mit dem Faden zugleich um einen kleinen Winkel nach einer Seite hin neigen, alsdann die Ebene behutsam wegnehmen und den Faden der Einwirkung der Schwerkraft überlassen, so wird sich derselbe hin und her bewegen, nämlich der untere Endpunkt wird von der einen Seite heruntersteigend durch die Vertikallinie hindurchgehen und auf der anderen Seite ungefähr eben so rasch aufsteigen, alsdann wieder in gleicher Weise zurück-

\*) Zur sechsten Vorlesung, S. 120.

lehren und so fernere Schwingungen vollenden. Diese werden, wenn Anfangs recht merklich, allmählig immer kleiner werden, bis der Faden nach einiger Zeit von selbst in der vertikalen Richtung ruhig hängen bleibt. Die Abnahme der Schwingungsbogen findet sowohl im Widerstande der Luft, als in der Reibung am Aufhängungspunkte ihren Grund. Die Dauer einer Schwingung des Fadens wird offenbar von der Länge des Pendels und von der Weite des Schwingungsbogens abhängig sein. Der Einfluß, den letzterer äußert, ist, wenn die Schwingungen überhaupt klein sind, wie es bei Pendelversuchen der Fall ist, nur unbedeutend und kann stets als kleine Correction in Rechnung gebracht werden. Man wird nun ein Mittel haben die Schwingungsbauer zu messen, indem man die Schwingungen zählt und an einer in der Nähe befindlichen Uhr die Sekunden anmerkt, welche auf eine gewisse Anzahl der Schwingungen gehen. Diese Anzahl der Sekunden durch die beobachtete Anzahl der Schwingungen dividirt giebt den Werth einer Schwingung in Zeitsekunden und deren Theilen. Hätte z. B. das Pendel in einer Zeit von 90 Sekunden der Uhr 100 Schwingungen gemacht, so wäre seine Schwingungsbauer  $\frac{9}{10}$  einer Sekunde. Später werde ich mir anzugeben erlauben, auf welche Weise man in der Praxis wirklich verfährt und die Schwingungsbauer ungleich genauer erhält, hier kam es nur darauf an, die Möglichkeit einer solchen Bestimmung anzudeuten. Was ferner die Länge des Pendels betrifft, mit welchem die Versuche angestellt werden, so wird ein genauer Maassstab auch diese ergeben; endlich ist auch zur Messung der Schwingungsbogen nahe am untern Ende des Pendels ein getheilter Gradbogen angebracht. Die Theorie giebt nun den Zusammenhang an, welcher zwischen der Länge des Pendels, der Dauer einer Schwingung und der zu bestimmenden Größe, nämlich dem Fallraum in der ersten Sekunde, an dem Orte, wo experimentirt wird, stattfindet. Die Beobachtung der Zeit einer Schwingung, der Länge des Versuchspendels und der Schwingungsbogen sind demnach hinreichend, jene Größe zu berechnen. Die Aufgabe läßt sich aber auch noch auf eine andere Art fassen. Aus den angestellten Beobachtungen läßt sich die Länge eines Pendels berechnen, welches genau Sekunden schwingt, und diese hängt wieder mit dem Fallraume in der ersten Sekunde auf sehr einfache Weise zusammen. Die Bestimmung der gesuchten Größe ist daher nur der Form der Aufgabe nach verschieden von der Bestimmung der Länge eines Pendels, welches genau Sekunden schwingt, im Wesentlichen beruhen beide auf denselben Prinzipien und können durch dieselben Beobachtungen erhalten werden. Das Pendel, welches wir bisher betrachtet

haben, kann aber in der Wirklichkeit nicht hergestellt werden, denn mathematische Linien können wir uns zwar denken, aber wir können nicht mit ihnen experimentiren. Der Faden, welcher die Schwingungen macht, hat immer, er sei auch noch so fein, eine merkliche Dicke. Da also die Versuche mit physischen, nicht aber mit mathematischen Pendeln angestellt werden, so wird bei der Berechnung der Beobachtungen darauf Rücksicht zu nehmen sein, welches nur, wenn die Masse des Pendels in allen seinen Theilen genau untersucht worden, geschehen kann. Man bestimmt nämlich die Länge eines mathematischen Pendels, welches mit dem Versuchspendel gleichzeitig schwingt, und aus dieser Länge leitet man dann die eines mathematischen Pendels ab, welches genau Sekunden schwingt, d. h. man bestimmt die Länge des sogenannten einfachen Sekunden-Pendels. — Diese Länge ist nur für diejenigen Orte dieselbe, welche gleiche geographische Breite haben und gleich hoch über der Meeresfläche liegen. Auf hohen Bergen nimmt wegen der größeren Entfernung vom Erdmittelpunkte die Schwerkraft, also auch die Länge des Sekunden-Pendels ab, und wenn man von einer mittleren geographischen Breite sich südlicher begiebt, so findet ebenfalls eine Abnahme bis zum Aequator statt, eine Zunahme dagegen, wenn man sich den Polen nähert. Weit entfernt hier genaue Zahlenangaben machen zu wollen, will ich nur bemerken, daß nach den neuesten Untersuchungen das einfache Sekunden-Pendel an den Polen um 2,504 Par. Linien länger ist als am Aequator, und daß daher eine Pendeluhr, die an einem im Aequator liegenden Orte nach mittlerer Zeit geht, wenn man sie ohne am Pendel etwas zu ändern an die Erbpole brächte, täglich um 3' 43" voreilen müßte. Wenn die Figur der Erde als bekannt vorausgesetzt wird, und für irgend einen Ort die Länge des einfachen Sekundenpendels beobachtet ist, so läßt sich aus den Dimensionen des Erdkörpers jene Länge für irgend einen andern Ort berechnen; umgekehrt wird man also aus vielen an Orten von verschiedener geographischer Breite angestellten Beobachtungen die Figur der Erde bestimmen können; ja es ist dazu nicht einmal nöthig, die Länge selbst zu ermitteln, sondern nur ein und dasselbe Pendel an den verschiedenen Orten schwingen zu lassen. Es sind solche Beobachtungen mit einem unveränderlichen Pendel an einer sehr großen Anzahl von Orten der Erde seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts wirklich angestellt, und haben dieselben zu einer Kenntniß der Figur der Erde geführt, welche mit den aus größeren geodätischen Vermessungen erlangten Resultaten befriedigend übereinstimmt. Man erhält durch solche Pendelversuche das Verhältniß der Schwerkraft zu ein-

ander für die Orte, an welchen experimentirt wird; ist die Schwerkraft selbst für einen Ort bestimmt, so folgt durch Rechnung auch dieselbe für die andern Orte.

Die ersten Pendelversuche machte Galilei mit einer an einem dünnen Faden befestigten Kugel von Messing. Diese Einrichtung war nur noch unvollkommen, obgleich Huyghens mit einem solchen den Fallraum in der ersten Sekunde sehr nahe richtig mit 15 Pariser Fuß und 1 Zoll fand. Die Beobachtungen von de Mairan, Bouguer und Condamine, Darquier und andern mögen, da die Apparate und die Beobachtungs-Methoden noch keine absolute Schärfe gewähren konnten, nur genannt werden. Borla war der erste, welcher im Jahre 1792 zu Paris die Länge des einfachen Sekundenpendels bestimmte, und statt der vorhin angedeuteten unvollkommenen Zählung der Schwingungen eine viel genauere Methode zur Bestimmung der Schwingungszeit erdachte. Diese bestand darin, daß eine Pendeluhr hinter das Pendel gestellt und der Augenblick des Zusammentreffens beider Pendel, die Coincidenz, auf einander folgend beobachtet wurde. Aus diesen Coincidenzen läßt sich dann die Dauer einer Schwingung auf das genaueste ermitteln. Auch in England blieb man in Beziehung auf die Bestimmung der Schwerkraft der Erde nicht unthätig, besonders erwarb sich um diesen Zweig der mathematischen Physik der Engländer Kater bleibende Verdienste. Doch in der Geschichte der Wissenschaft begann eine neue Epoche, als auf der Königsberger Sternwarte die Bestimmung der Länge des einfachen Sekundenpendels mit einem eigenthümlichen Apparate, den Bessel erdacht hatte und Repsold in Hamburg verfertigte, unternommen wurde. Die Ausführung des bei dem berühmten Mechaniker bestellten Apparats machte aber einen Aufwand an Geldmitteln nothwendig, der nur auf außerordentlichem Wege beschafft werden konnte, da die disponibeln Fonds der Sternwarte nicht ausreichten. Friedrich Wilhelm III., durch Humboldt in Kenntniß gesetzt, warum es sich handle, verschwenkte sogleich mit königlicher Freigebigkeit alle Besorgnisse, und schon im Jahre 1826 kam der Apparat in Königsberg an, wo nun in drei auf einander folgenden Jahren die Benutzung desselben statt fand. Das Werk, welches die Resultate aus den angestellten Beobachtungen enthält, ist in den Abhandlungen der Berliner Akademie im Jahre 1828 erschienen. Außer den Früchten, welche die Wissenschaft von diesen Beobachtungen erwarten durfte, kamen noch ungeahnte Entdeckungen hinzu. — Es ist vorhin des Satzes erwähnt worden, daß im luftleeren Raume alle Körper aus der-

selben Höhe mit gleicher Geschwindigkeit fallen. Bereits Newton hatte durch Pendelversuche diese Annahme geprüft, allein seine Apparate waren nur unvollkommen. Bessel wiederholte diese Beobachtungen, indem er mit 12 verschiedenen Substanzen, nämlich Gold, Silber, Blei, Eisen, Zinn, Messing, Marmor, Thon, Quarz, Wasser, Meteor-Eisen und Meteorstein experimentirte. Als Endresultat ergab sich aus jedem dieser Versuche eine vollkommene Bestätigung des Satzes, daß die Länge des einfachen Sekundenpendels allein von der anziehenden Kraft der Erde abhängig, von der Beschaffenheit des gravitirenden Körpers aber unabhängig ist, woraus der oben angeführte Satz unmittelbar folgt.

Die genaue Kenntniß von der anziehenden Kraft unseres Planeten ist für die ganze physische Astronomie von sehr hoher Bedeutung, da auch die Schwerkraft der andern Planeten, bei bekannter Masse und gegebenem Durchmesser, aus dem für die Erde ermittelten Fallraume in der ersten Sekunde gefunden werden kann. So ergiebt sich z. B., daß auf dem Jupiter dieser Fallraum 40,7 Par. Fuß beträgt und für die Sonne selbst 428 Par. Fuß. Ferner ist eine sinnreiche Methode ausführbar, um durch Pendelbeobachtungen die Dichtigkeit des Erdkörpers zu ermitteln. Denken wir uns einen isolirt stehenden Berg, dessen Gestalt, Größe und Dichtigkeit genau untersucht ist, und auf seiner Spitze einen Pendelapparat, mittelst dessen die Länge des einfachen Sekundenpendels daselbst vollkommen genau bestimmbar ist. Hat man für einen Ort der Erde von gleicher geographischer Breite mit dem Berge die Länge des Sekundenpendels bestimmt, welche für den Meereshorizont gilt, so läßt sich aus dieser berechnen, wie groß dasselbe Element für die Spitze des Berges sein muß, wenn auf die Abnahme der Schwere in größerer Entfernung vom Mittelpunkte allein Rücksicht genommen und der Berg als nicht vorhanden gedacht wird. Diese berechnete Länge mit der beobachteten verglichen, wird das Verhältniß der Masse des Berges zu der Masse der Erde ergeben, und da das Volumen des Berges sowohl als das der Erde bekannt ist, so wird das Verhältniß der Dichtigkeit des Berges zu der Dichtigkeit der Erde bestimmbar sein, also, da die Dichtigkeit des Berges als ermittelt vorausgesetzt wird, auch die Dichtigkeit der Erde selbst. Von dieser Bestimmungsart ist diejenige ganz verschieden, welche Maskelyne und Hutton am Berge Schhallion befolgten, und die später in den Alpen wiederholt wurde, indem hier nicht ein schwingendes Pendel zur Anwendung kam, sondern die beobachteten Abweichungen eines frei hängenden Lothes zu beiden Seiten des dieselben anziehenden Berges von der Lothlinie aus der Vergleichung



eines geodätisch und astronomisch gemessenen Bogens der Erdoberfläche hervorgingen. Diese Beobachtungen, welche keine absolute Genauigkeit besitzen konnten, schon weil es sich hier um die kleine Größe eines Winkels von 11 Sekunden handelt, haben dennoch für die Dichtigkeit der Erde die Zahl 4,7, die des Wassers gleich 1 gesetzt, ergeben, ein Resultat, welches von den Versuchen mit der Drehwage, aus denen 5,44 folgte, nicht bedeutend abweicht. Die ganze Erde wiegt nach diesen Bestimmungen 13 Quadrillionen Pfund.

---

## Hebelius\*).

In den letzten Tagen des Mai im Jahre 1639 stand am Sterbette eines geliebten Lehrers ein junger Bürger der Stadt Danzig, der in früherer Zeit sich mit großem Eifer dem Studium der mathematischen Wissenschaften hingegeben, aber durch äußere Rücksicht verhindert worden war, sich demselben für immer zu widmen. Nach mehrjährigen weiteren Reisen in's Ausland war er vor wenigen Jahren nach Danzig zurückgekehrt, wo er sich dem Studium der Verfassung seiner Vaterstadt zuwandte und zugleich die Kenntnisse sich aneignete, welche zur vereinstigen Uebernahme des Geschäftes seines Vaters, eines wohlhabenden Brauereibesizers, nothwendig schienen. Aber ganz entfagt hatte er der früheren Neigung noch nicht, hatte er doch nicht unterlassen in England den Umgang eines Wallis und Hartlieben, in Frankreich den eines Mersenne und Gassendi zu suchen, und trieb es ihn doch hin zu seinem ersten Lehrer Krüger, der eine rühmliche Laufbahn nun beschließen sollte und in einer Weise beschloß, wie er vielleicht selbst kaum zu hoffen wagte, denn der junge Adler war bestimmt, auch seinen Namen mit zu der Sonne empor zu tragen. Die einfachen Worte des Abschiedes — der dankbare Zögling hat sie uns aufbewahrt — waren folgende: Da ich weiß, daß in kurzer Zeit in Danzig eine Sonnenfinsterniß sichtbar sein wird, so sollte meine größte Sorge sein, sie zum Nutzen der Astronomie gehörig zu beobachten, wenn ich nicht fühlte, daß dem göttlichen Willen gemäß mir dies nicht wie früher gelingen wird. Deshalb ermahne ich dich dringend, da ich selbst von diesem Leben scheiden muß, und bitte dich bei der großen Liebe, mit welcher ich stets Dich und deine Studien geleitet habe, daß du sowohl diese Beobachtung anstellst, als auch überhaupt in der Folge dich thätiger und sorgfältiger der Astronomie widmen mögest, der du ja früher so große Aufmerksamkeit geschenkt hast. Ich bin

\*) Zur achten Vorlesung, S. 152.

Masse zu bestimmen, für die uns unerreichbaren giebt die Anziehung, welche sie auf andere ausüben vermögen, den Maassstab; unter Anziehung aber versteht man die Größe des Raumes, durch welchen der eine den andern in einer bestimmten Zeit z. B. in einer Sekunde zu sich heranzieht, also nicht die Aktion, sondern das Resultat derselben in Längenmaass ausgedrückt.

Denken wir uns nun einen Körper, welcher vermögend ist einen andern in einer Sekunde durch einen Raum von 20 Fuß zu sich heranzuziehen, so wird, wenn wir diesem Körper eine doppelt so große Masse beilegen, und die anfängliche Entfernung dieselbe bleibt, der Raum in derselben Zeit 40 Fuß betragen, verdreifachen wir die Masse, 60 Fuß u. s. w., d. h. die Anziehung, also auch die Anziehungskraft, ist der Masse des anziehenden Körpers proportional. — Wenn wir nun die anfängliche Entfernung beider Körper verändern, so ist klar, daß, wenn wir dieselbe größer werden lassen, die Anziehung nicht so groß sein kann als vorher, dagegen bei kleinerer Entfernung größer. Denken wir uns alles wie vorher, nur verdoppeln wir die anfängliche Entfernung beider Körper, so wird der eine den andern nicht in einer Sekunde durch einen Raum von 20 Fuß zu sich heranziehen, sondern durch einen kleineren, nämlich durch den Raum von 5 Fuß. Verdreifachen wir die Entfernung, so wird der Raum  $\frac{20}{9}$ , oder  $2\frac{2}{9}$  Fuß, vervierfachen wir ihn: nur  $\frac{20}{16}$ , oder  $1\frac{1}{4}$ , verfünffachen wir ihn: nur  $\frac{20}{25}$ , oder  $\frac{4}{5}$  Fuß betragen u. s. w. Und ebenso umgekehrt: Halbiren wir den anfänglichen Raum, so wird die Anziehung  $4 \times 20$  Fuß, also 80, setzen wir sie =  $\frac{1}{3}$ , so wird die Anziehung  $9 \times 20$  Fuß, also 180, setzen wir sie =  $\frac{1}{4}$ , so wird die Anziehung  $16 \times 20$ , d. h. 320 Fuß betragen u. s. w., d. h. die Anziehung ist bei gleicher Masse dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional, und wir haben uns einen Begriff von dem zu machen gesucht, was man das allgemeine Gesetz der Gravitation nennt, und welches von Newton aufgestellt wurde.

Bei dieser Gelegenheit will ich nicht versäumen, an den bekannten Begriff der Dichtigkeit der Körper zu erinnern. Bekanntlich verhalten sich, wenn zwei Körper gleiche Größe haben, ihre Dichtigkeiten wie ihre Massen. Sind zwei Körper gleich groß und wiegen gleich, so werden wir sagen, ihre Dichtigkeiten seien auch gleich; wiegt der eine zweimal so viel als der andere, so ist seine Dichtigkeit zweimal so groß u. s. w. Sind zwei Körper aber von verschiedener Größe und haben gleiche Masse, so müssen die Poren des größeren auch größer sein als die des andern, die größeren

Poren führen aber eine geringere Dichtigkeit mit sich und wir erhalten den Satz: Bei gleicher Masse verhalten sich die Dichtigkeiten zweier Körper umgekehrt wie ihre Volumina. Schon hier stellt sich heraus, wie es möglich geworden ist, die Dichtigkeit der Planeten zu bestimmen. Die Beobachtungen ergaben die Entfernungen, der scheinbare Durchmesser hiernach den wahren, also der körperliche Inhalt konnte berechnet werden. Die Beobachtungen führten aber auch durch die wahrgenommene Ortsveränderung, welche ein solcher Körper bei dem anderen verursacht, zur Kenntniß der Masse; und das Verhältniß dieser zum Volumen gab die Dichtigkeit. Es ist leicht einzusehen, wie diese Bestimmung besonders bei solchen Planeten gelingen mußte, die von Trabanten umgeben sind. So hat sich z. B. gezeigt, daß die Annahme, welche von Naturphilosophen, zu denen selbst noch Kepler gehörte, über die Dichtigkeit der Sonne gemacht wurde, irrig ist. Es hat scheinbar etwas für sich, der Sonne, als dem Hauptkörper des Systems, auch die größte Dichtigkeit von allen zuzuschreiben, und dennoch ist die Dichtigkeit der Erde mehr als 4 mal größer als die der Sonne, welche ungefähr nur die Dichtigkeit des Wassers besitzt. Dies Beispiel zeigt, wie unbegründet die Ansichten der Vorgänger Newton's über den uranologischen Theil des Kosmos waren. Aber sehen wir genauer zu, so zeigt sich bald, daß sie nur zufällig richtig hätten sein können, denn sie entbehrten in der That der einzigen Stütze, welche in diesen Gegenständen eine Hypothese haben kann, der Beobachtung. Das Newton'sche Gravitations-Gesetz ist zwar auch eine Hypothese, aber ich kann nicht genug darauf aufmerksam machen, daß es sich von allen früheren über denselben Gegenstand, z. B. den Wirbeln des Descartes, erheblich unterscheidet. Die Beobachtungen der Alten waren in Beziehung auf die Planeten zu ungenau, als daß eine ihrer Hypothesen selbst über die Anordnung der nächsten Welt hätte geprüft werden können. Ihr vortrefflicher und bewunderungswürdiger Gesichtssinn hatte sie nur zur Kenntniß der Umlaufzeiten geführt, welche sie überraschend genau dadurch ermittelten, daß sie den Lauf des Wandelsterns, wenn er in der Nähe eines kenntlichen Fixsternes stand, sorgfältig verfolgten, bis er wieder bei demselben Sterne anlangte; aber dieses eine Element reichte nicht aus; dazu kam die Ungenauigkeit ihrer Fixstern-Kataloge. Tycho de Brahe war es vorbehalten jenen Schatz von Beobachtungen zu sammeln, welche von Kepler berechnet die nach ihm benannten Gesetze offenbar machten, und Newton's allgemeines Prinzip der Gravitation erhielt durch die Kepler'schen Gesetze, welche aus diesem Prinzip mathematisch als nothwendige Folgen

hervorgingen, seine Begründung. Nicht in dem Kopfe auch des größten Denkers kann die Anordnung der Außenwelt anders als zufällig sich so gestalten, wie sie wirklich ist, wenn die Brücke, welche Beobachtungen und Rechnungen geben, die einzige von der Idee zur Wirklichkeit führende, nicht geschlagen und überschritten wird.

Isaac Newton wurde am 25. Dezember 1642 zu Woolsthorpe in Lincolnshire geboren. In früher Jugend als Schüler nicht viel versprechend zeigte er doch bald Anlagen und Neigung zu den Wissenschaften, in welchen er später der Welt ein Lehrer werden sollte, so daß Pope von ihm sagen konnte: Himmel und Erde war Nacht, Gott sprach, Newton werde! und es ward Licht. Nachdem er 1660 nach Cambridge gegangen war, erfand er vier Jahre darauf seine Fluxionsrechnung, welche mit der von Leibniz erfundenen Differenzialrechnung identisch ist, worauf er die berühmte Spaltung des Sonnenlichtes durch das Prisma erkannte und so der Schöpfer der Optik wurde. Im Jahre 1666, als die Pest in Cambridge wüthete, zog er sich in die ländliche Ruhe nach Woolsthorpe zurück. Hier entstand die erste Grundlage seiner allgemeinen Theorie der Anziehung, auf welche er nach einer bekannten Erzählung durch den Fall eines Apfels gekommen sein soll. Es wird wohl kein Verbrechen sein, die Apfel-Mythe zu bezweifeln, zumal da keiner der Zeitgenossen derselben erwähnt. Die Lehre von der allgemeinen Attraction fand anfangs nicht die Aufmerksamkeit der größten Mathematiker, indem Huyghens und selbst Leibniz in der Wirbeltheorie des Descartes befangen blieben. Merkwürdiger Weise war Voltaire der erste, welcher der Newton'schen Lehre diesseits des Kanals Eingang verschaffte, besonders durch sein geistreiches Werk „Elements de la philosophie de Newton.“ Nachdem Newton vor zurückgelegtem 24. Jahre die drei größten Entdeckungen: Analysis des Unendlichen, Attractionsgesetz und Theorie des Lichts gemacht hatte, wurde er 1669 Professor der Mathematik in Cambridge, auch später Parlamentsmitglied. Im Jahre 1692 traf ihn ein harter Fall. Ein brennendes Licht fiel in seiner Abwesenheit von seinem Schreibpulte und die Flamme verzehrte neben andern Papieren ein vollständig ausgearbeitetes Werk über das Licht, die Frucht vieljähriger Anstrengung. Bis zu seinem 53sten Jahre hatte Newton sich keiner Auszeichnung von Seiten der Regierung zu erfreuen. Er blieb immer auf seine bescheidene Besoldung angewiesen, die so kärglich war, daß er im Jahre 1675 sich genöthigt sah, die Gesellschaft der Wissenschaften um Erlaß seines Beitrages anzugehen, welcher wöchentlich einen Schilling betrug. Endlich trat

eine Wendung seines Schicksals ein, indem im Jahre 1696 der Schatzkanzler ihm die Stelle eines Münzmeisters übertrug. Im Jahre 1703 wurde er zum Präsidenten der Londoner Gesellschaft der Wissenschaften ernannt, welche Stelle er bis zum Ende seines Lebens behielt; sie ist das höchste Ehrenamt, welches Großbritannien einem Gelehrten zu verleihen vermag. Bis zu seinem 80sten Jahre erfreute er sich einer festen Gesundheit; nur in den letzten 5 Jahren litt er an Beschwerden, von welchen alte Leute nur selten frei sind, am meisten während der letzten 20 Tage, doch ohne, auch bei den heftigsten Schmerzen, einen Laut der Klage auszusprechen. Den 18. März las er noch die Zeitung, erst am Abende verlor er das Bewußtsein und erhielt es hier nicht wieder. Zwei Tage darauf, den 20. März 1727, verließ die große Seele ihren Kerker.

Seine Leiche wurde auf einem Paradebette im Jerusalemssaale ausgestellt. Sechs Pairs von England trugen ihn in die Westminster-Abtei, wo ein prächtiges Denkmal seine Grabstätte bezeichnet.

---

## Hebelius\*).

In den letzten Tagen des Mai im Jahre 1639 stand am Sterbette eines geliebten Lehrers ein junger Bürger der Stadt Danzig, der in früherer Zeit sich mit großem Eifer dem Studium der mathematischen Wissenschaften hingegeben, aber durch äußere Rücksicht verhindert worden war, sich demselben für immer zu widmen. Nach mehrjährigen weiteren Reisen in's Ausland war er vor wenigen Jahren nach Danzig zurückgekehrt, wo er sich dem Studium der Verfassung seiner Vaterstadt zuwandte und zugleich die Kenntnisse sich aneignete, welche zur bereinstigen Uebernahme des Geschäftes seines Vaters, eines wohlhabenden Brauereibesizers, nothwendig schienen. Aber ganz entsagt hatte er der früheren Neigung noch nicht, hatte er doch nicht unterlassen in England den Umgang eines Wallis und Hartlieben, in Frankreich den eines Mersenne und Gassendi zu suchen, und trieb es ihn doch hin zu seinem ersten Lehrer Krüger, der eine rühmliche Laufbahn nun beschließen sollte und in einer Weise beschloß, wie er vielleicht selbst kaum zu hoffen wagte, denn der junge Adler war bestimmt, auch seinen Namen mit zu der Sonne empor zu tragen. Die einfachen Worte des Abschiedes — der dankbare Zögling hat sie uns aufbewahrt — waren folgende: Da ich weiß, daß in kurzer Zeit in Danzig eine Sonnenfinsterniß sichtbar sein wird, so sollte meine größte Sorge sein, sie zum Nutzen der Astronomie gehörig zu beobachten, wenn ich nicht fühlte, daß dem göttlichen Willen gemäß mir dies nicht wie früher gelingen wird. Deshalb ermahne ich dich dringend, da ich selbst von diesem Leben scheiden muß, und bitte dich bei der großen Liebe, mit welcher ich stets Dich und deine Studien geleitet habe, daß du sowohl diese Beobachtung anstellen, als auch überhaupt in der Folge dich thätiger und sorgfältiger der Astronomie widmen mögest, der du ja früher so große Aufmerksamkeit geschenkt hast. Ich bin

\*) Zur achten Vorlesung, S. 152.

Berliner Akademie berichtet, findet hiernach ihre Erklärung; er sah nämlich das aschfarbene Mondlicht sich verändern, dasselbe ging allmählig in eine olivengrüne, etwas ins Gelbe spielende Farbe über. „Der Mond, der damals senkrecht über dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner Nachtseite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden von Südamerika zusendeten“. Unstreitig ist die verschiedene Reflexions-Fähigkeit verschiedener, von der Sonne beleuchteter Erdtheile anzuerkennen, und die aus jener in sinnreicher Weise gezogenen Schlüsse verlieren der Wirklichkeit gegenüber ihre Richtigkeit nicht — dennoch wird zumal bei der geringen Anzahl von Beobachtungen dieser Art, des eigenthümlichen oft in kurzer Zeit wechselnden Zustandes der Atmosphäre und des Umstandes zu gedenken sein, daß wenn der helle Theil des Mondes sich zugleich mit dem dunkeln im Fernrohre befindet, das orangenfarbige Licht des tiefstehenden Himmelskörpers auch leicht die Complementair-Farbe zu fordern vermag.

---



## Erdenschein auf dem Monde.\*)

Beinahe 80 Jahre nach Leonards da Vinci vertheidigte erst Kepler's Lehrer Mästlin zu Tübingen in seinen Thesen die von jenem berühmten Maler aufgestellte Lehre, daß das aschgraue Licht, in dem der nicht beleuchtete Theil der Mondscheibe zuweilen erscheint, der Reflex des Erdenlichtes sei, und diese Erklärung wurde ihm später von seinem dankbaren Schüler vindicirt. Das bewaffnete Auge unterscheidet bei dieser schwachen Beleuchtung größere Flecken und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondlandschaften, ja selbst dann noch, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte erleuchtet ist. Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico sind nach Humboldt's Wahrnehmung diese Erscheinungen besonders auffallend. Lambert, dessen Name bereits bei einer andern Gelegenheit genannt wurde, sucht, und die späteren sind ihm darin gefolgt, den Grund der so verschiedenen Intensität des aschgrauen Mondes in den verschiedenen Stellungen, welche der dunkle Theil gerade gegen stark oder minder stark das Licht reflektirende Partien des Erdkörpers einnimmt. Dasselbe muß anders zurückgeworfen werden von zusammenhängenden Continental-Massen voll Sandwüsten und öden Felsbodens, als von großen oceanischen Flächen. Wenn in Mitteleuropa der abnehmende Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenstunden am Osthimmel steht, so erhält er das Erdenlicht hauptsächlich von den großen Flächen Asiens und Afrikas. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends im Westen, so kann er nur den Reflex von dem schmälern amerikanischen Continent und hauptsächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen. Die merkwürdige Beobachtung Lamberts am 14. Februar 1774, die er in den Schriften der

\*) Zur achten Vorlesung, S. 152.

überzeugt, daß dich dies niemals gereuen werde, denn das Studium der Astronomie ist nicht nur ehrenvoll für dich, sondern kann auch zum Nutzen der Wissenschaft und zum Ruhme Deiner Vaterstadt gereichen.“ Und nicht vergeblich waren diese Worte, der geheimnißvolle Funke der Begeisterung war nicht erloschen, der Hauch eines Sterbenden sollte ihn beleben; die erste Beobachtung des Hevelius war die jener Sonnenfinsterniß am 1. Juni 1639. Ihr folgten viele andere verdienstliche Arbeiten; aber mit keiner ist die über den Mond zu vergleichen, ein Riesenwerk, welches anderthalb Jahrhunderte hindurch die Wißbegierde der Sternkundigen zu stillen vermochte, und erst in der neuesten Zeit durch die auf feine mikrometrische Messungen gegründeten Mondkarten von Lohrmann in Dresden und Mädler in Dorpat dem jetzigen Standpunkte der beobachtenden Astronomie entsprechend erweitert wurde.

Wenn man die Aufgabe der heutigen Beobachter in's Auge faßt, so gestaltet sich dieselbe ungleich bequemer als in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts. Zuverlässige Mechaniker und Optiker liefern aus ihren Werkstätten die erforderlichen Instrumente und Fernröhre auf Bestellung, in allen civilisirten Staaten Europa's sind Sternwarten auf öffentliche Kosten errichtet, dem Astronomen brauchbare Gehülfen zugesellt, die ebenfalls der Staat oder die Kommune besoldet — jenseit des Meeres treten Privatpersonen zusammen und bringen oft in kurzer Zeit, ohne Verbrauch von riesigen Papierstöcken, die Mittel auf; der eine giebt, wie es jetzt in Albany der Fall ist, den Platz, der andere das Bau-Material zur Sternwarte, der dritte verbindet sich mit mehreren zur Anschaffung des Meridiankreises und der Uhr, und um die Angelegenheit gut und sicher zu Ende zu führen, schickt man einen erfahrenen Astronomen nach Europa, damit er an Ort und Stelle mit den Künstlern unterhandle. Das Kapital, dessen Zinsen zur Besoldung des anzustellenden Astronomen gebraucht werden, ist in nicht langer Zeit gezeichnet, und unbehindert darf er, die Erden Sorgen vergessend, den Blick zum Himmel richten. Anders war es damals, als Hevelius seine Laufbahn begann. Das schöne Beispiel, welches einst ein König von Dänemark und ein deutscher Kaiser gegeben hatte, blieb ohne Nachahmung — der Danziger Bürger mußte seinem hohen Vorbilde nachstreben, ohne wie Tycho durch Fürstengunst gehoben zu werden, wobei er nur den Vortheil hatte, die kleinliche Kabale, durch welche jener fiel, nicht fürchten zu dürfen.

Jene glänzende Erfindung des 17ten Jahrhunderts, durch welche der Himmel der Erde näher gerückt wurde, war gemacht, aber vergeblich

bemühte sich Hevelius selbst mit großen Kosten in den Besitz eines Fernrohrs zu gelangen und so blieb ihm nichts übrig, als sich selbst solche Instrumente zu verfertigen, wozu seine Geschicklichkeit im Glaschleifen ihm treffliche Dienste leistete. So entstanden seine 6- und 12füßigen Fernröhre, welche er zuerst nach dem Monde richtete, um die physische Beschaffenheit dieses beinahe noch ganz ungekannten Weltkörpers zu untersuchen. Doch bald wäre er durch einen Zufall von dieser eifrigen Strebens so werthen Aufgabe abgelenkt worden, indem er erfuhr, daß Cassendi sich dieselbe gestellt und bereits mit Hülfe eines geschickten Zeichners und Kupferstechers zur Lösung derselben die ersten Schritte gethan habe. Auf seine Anfrage und die derselben beigelegten ersten Proben von Mondzeichnungen erwiderte aber der Pariser Mathematiker und Astronom, daß er nach solchem Vorgange seine Absicht Gleiches zu leisten aufgeben müsse, und forderte ihn dringend auf in jener Arbeit, von der sich nur das Beste erwarten ließe, fortzufahren. Und in der That war Hevelius wohl vor Andern berufen sich derselben zu unterziehen. Das scharfe Auge, die im Zeichnen und Kupferstechen geübte Hand, endlich die ihm verliehene unermüdlche Ausdauer waren Erfordernisse, welche kein anderer Astronom mit ihm theilte. Die Frucht ununterbrochener fünfjähriger Anstrengung war das große Werk, die Selenographie, welches im Jahre 1647 erschien. Der laute Beifall, welcher in Frankreich, England und Italien das Erscheinen desselben begleitete, war kein vorübergehender; die folgenden Generationen haben ihn für gerecht erklärt, und darin liegt seine Weihe. Ein so glücklicher Erfolg konnte auf einen Mann von edler Gesinnung nur aufmunternd wirken, und weder Kosten noch Kräfte scheuend ging er nun zu andern astronomischen Arbeiten über, wobei nicht unerwähnt bleiben darf, daß er als Schöppe, später Rathsherr der Altstadt und als Besitzer einer großen Brauerei keine derjenigen Obliegenheiten und Beschäftigungen gering achtete oder wohl gar vernachlässigte, welche der Wissenschaft fern standen. Waren doch jene schon deswegen nicht gering anzuschlagen, da sie die Mittel lieferten eine der bedeutendsten Sternwarten des Continents einzurichten und mit Instrumenten auszurüsten. Von dem Thürmchen, welches sich auf einem der auf der Pfefferstadt gelegenen Hevelius'schen Häuser erhebt, überblickte ich, die Abbildungen der *machina coelestis* in der Hand, in stiller Abgeschlossenheit die nächste Gegend der Stadt und die sich weithin erstreckende Landschaft. Diese, mit den 200 Jahre alten Zeichnungen verglichen, ist in jener langen Zeit reicher angebaut worden, als sie damals war — die Gebäude, beson-

ders die ehrwürdigen Tempel sind bis auf die am 6. Dezember 1815 zerstörte Jakobs-Kirche unverändert geblieben; der St. Bartholomäus-Thurm, von welchem die machina coelestis eine mathematisch richtige, streng nach den Regeln der Perspective entworfene Abbildung enthält, gab mir in kaum gehoffter Weise den gewünschten Aufschluß über die Stelle, an welcher der berühmte Altan sich befand, wo theils im Freien mit beweglichen, theils in den auf ihm errichteten Pavillons mit den fest aufgestellten Instrumenten der Danziger Astronom und seine Gehälfen die astronomischen Beobachtungen gemacht haben. Nach einigen Versuchen konnte diese Stelle mit Anwendung der Perspective so genau ermittelt werden, daß die noch übrig bleibende Unsicherheit nur wenige Fuße betragen kann. Die Mitte des Altans lag senkrecht unter dem nord-nord-östlichen Fenster jenes Thürmchens, auf welchem die Orientirung vorzunehmen mir freundlich gestattet wurde. Die französischen Astronomen Mauvais und Soujon waren bei ihrer Anwesenheit in Danzig im Jahre 1851 hocherfreut über die genauen Antworten, welche ihnen an Ort und Stelle auf die verschiedenen, jene berühmte Lokalität betreffenden Fragen ertheilt werden konnten, besonders aber über die Pietät späterer Besizer, welche das Andenken an dort Geleistetes in einfacher und würdiger Weise bis auf den heutigen Tag den folgenden Generationen zu bewahren nicht versäumt haben.

Eine richtige Würdigung der Verdienste des Hevelius ist nicht ohne Schwierigkeit, wie schon daraus hervorgeht, daß man ihn zu verschiedener Zeit bald überschätzt, bald zu tief gestellt hat. Der Grund so widersprechender Ansichten liegt, wenn man wie billig von subjectiven Vorurtheilen, die in der Geschichte der Wissenschaft nicht mitzählen dürfen, ganz absieht, wohl hauptsächlich darin, daß ein tiefes Studium der Astronomie nicht nur des 17ten, sondern auch des 16ten Jahrhunderts und ein Hinblick auf die neuere erforderlich ist, um die organische Entwicklung dieser Wissenschaft mit den Leistungen Einzelner in naturgemäße Verbindung zu bringen.

Ich erlaube mir hier nur so viel zu bemerken: Es ist wahr, Hevelius würde, wenn er sich zur Annahme der telescopischen Dioptern, so nannte man damals die Fernröhre an Meß-Instrumenten, hätte entschließen können, mit seinem Fixstern-Katalog den englischen Astronomen vielleicht die Palme entrisfen haben; aber nutzlos, wie viele glauben, wenigstens einander nachschreiben, waren die mit vortrefflichem, wenn auch unbewaffnetem Auge angestellten Beobachtungen dennoch nicht, auch sie

haben, wie eine Untersuchung der Bradleyschen Sternpositionen zeigt, in nicht seltenen Fällen die eigene Bewegung gewisser Sterne erkennen und bestätigen lassen. Gleiches gilt in Bezug auf die zahlreichen Kometenbeobachtungen, deren Benutzung bis heute noch nicht erschöpft ist. Aber der Schwerpunkt seiner astronomischen Thätigkeit liegt in den Mondbeobachtungen, und hier wieder nicht allein in denen, welche sich auf die physische Beschaffenheit des Himmelskörpers beziehen, so erfolgreich dieselben auch waren, sondern auch in der Entdeckung gewisser eigenthümlicher Schwankungen desselben im Weltraume, welche, die ersten Glanzpunkte im Gebiete der physischen Astronomie, die dornenvolle Wege späterer Forschung, wenn nicht zu erleuchten, doch anzudeuten vermochten. Hier kam die ganze Ursprünglichkeit seiner geistigen Natur, ungetrübt durch Seitenblicke auf die Arbeiten älterer Vorbilder, die ihm, man möchte sagen, glücklicherweise fehlen, da jene Wege noch nicht betreten waren, zur lebendigen Erscheinung; — während er in Beziehung auf die Beobachtungen des Fixsternhimmels minder selbstständig den großen dänischen Astronomen zu erreichen bemüht blieb, ohne den Forderungen einer vorgeschrittenen Zeit Rechnung zu tragen. So ist es denn auch nicht die *machina coelestis*, nicht die Cometographie, wohl aber das genannte große Werk, die Selenographie, welches dem Namen seines Urhebers Unsterblichkeit sichert, welcher Ansicht auch in neuester Zeit die Astronomen Frankreichs, namentlich Arago, ihre Zustimmung nicht versagt haben.

Schwankender wird stets das Urtheil über den Character eines Gelehrten bleiben, als über seine Leistungen, da solches der Grundlagen entbehrt, welche die vorliegenden Beweise wissenschaftlicher Thätigkeit späteren Generationen darbieten. Aber die Historiker auf dem betreffenden Gebiete haben sich nicht nehmen lassen, ihn auch in dieser Hinsicht zu beurtheilen, und obgleich sie die Ehrenhaftigkeit unseres berühmten Landsmannes nicht in Zweifel zu ziehen wagten, so fehlten dennoch nicht einzelne Ausstellungen, die sich bis zu Anklagen erweiterten. Besonders hat man ihm Eitelkeit und Bigotterie, die freilich oft mit einander verwandt sind, zum Vorwurf gemacht. Weit entfernt dieses eigentlich außerhalb der Wissenschaft liegende Thema hier abhandeln zu wollen, werde ich mir nur erlauben, einige wesentliche Gesichtspunkte ihrer Prüfung anheimzugeben. Es ist mir immer unbillig erschienen, bei der Beurtheilung bedeutender Persönlichkeiten der uns Deutschen so eigenthümlichen Sucht nach Classificationen freien Lauf zu lassen, und den Gelehrten oder Künstler vom Menschen zu trennen; auf diese Weise wird, bei allem Streben nach

sicherer Erkenntniß immer nur Halbwahres zu Tage kommen, die Schulweisheit entfremdet uns der Wirklichkeit und giebt statt lebenskräftiger Gestalten nur hohle und marklose, die niemals zu existiren vermochten. Wenn man dagegen die geheimnißvollen Bande, welche den geistigen Organismus in seiner nach den verschiedensten Richtungen möglichen Thätigkeit im Ganzen zusammenhalten, nicht zu trennen wagt, so wird eine scharfe Beobachtung zeigen, wie Großes und Schönes mit minder Vollkommenem in naturgemäßer Verbindung steht, ja dieses gerade durch jenes bedingt wird. Man hat Hevelius den Vorwurf gemacht, sich um die Aufmerksamkeit der Großen der Erde bemüht zu haben. Dies verrieth allerdings, wenn es wahr wäre, eine Schwäche des Charakters; allein die Gunst, welche ihm zu Theil wurde, war keine erbetene. Der berühmte Minister Ludwigs XIV. hatte den König veranlaßt, dem Manne, dessen Name über Europa verbreitet war, eine Pension anzubieten, die er mit mehreren Gelehrten jener Zeit theilte; der Besuch der Könige Johann Casimir und Johann III. galt, wie Hevelius sich wohl selbst sagen konnte, weniger dem Gelehrten, als seiner sehenswürdigen Sternwarte; wenn es getadelt werden darf, daß ihn diese Aufmerksamkeit erfreute, so sind seine Gegner allerdings im Recht, doch muß bemerkt werden, daß sie sich selbst niemals in ähnlichen Lagen befanden. Endlich was den zweiten Vorwurf betrifft, so kann nicht geleugnet werden, daß Hevelius seine eigene Kraft für nichts ansah und alles, was er leistete, der Gnade einer höheren Macht zuschrieb. Ich habe die Stellen nicht gezählt, an welchen er dies unumwunden ausspricht, will aber zugeben, daß es für Einige zu oft geschehen mag; aber selbst die Gegner werden einräumen, daß in dem langen Leben dieses Mannes keine Handlung bekannt geworden, die auf seinen Character auch nur den schwächsten Schatten werfen und die Voraussetzung unwahrer Gefühle rechtfertigen könnte. Wer wie Hevelius den schrecklichen Verlust, der ihn am 20. September 1679 traf, da er durch eine Feuersbrunst die ganze astronomische Anstalt zugleich mit seinem übrigen Besizthum ein Raub der Flammen werden sah, nicht nur mit einer Seelengröße, die an die erhabensten Vorbilder des Alterthums erinnert, zu tragen vermochte, sondern auch ein 68jähriger Greis den Muth entwickelte, ein neues Leben der Wissenschaft zu beginnen und auf den Trümmern der alten eine neue Sternwarte zu errichten, hat auch eine Feuerprobe des Charakters bestanden.

## Sach-Register.

- Aberration der Fixsterne: 197.  
 Aberrationsconstante: 200.  
 Abweichung: 3.  
 Achromatismus: 25.  
 Adler, Sternbild: 46; neuer Stern darin: 11.  
 Aequator s. Himmelsäquator.  
 Algone, Stern in den Plejaden: 52.  
 Aldebaran, Stern  $\alpha$  im Stier: 4.  
 Algol, Stern  $\beta$  im Perseus: 10.  
 Altar, Sternbild: 46.  
 Andromeda, Stern  $\alpha$  in der —: 280.  
 Antares, Stern  $\alpha$  im Skorpion: 4.  
 Anziehung: 317.  
 Apollo = Merkur: 99.  
 Arcturus, Stern  $\alpha$  im Bootes: 4, 15, 280.  
 Argo, Sternbild: 46, Nebelfleck darin: 38.  
 Asteroiden, s. kleine Planeten.  
 Asträa: 420.  
 Astronomie — beobachtende und messende: 56, mathematische und philosophische: 273; Perioden der praktischen A.: 167.  
 Atair, Stern  $\alpha$  im Adler: 4.  
 Attractionsgesetz: 125, 317.  
 Aufsteigung, gerade: 3, 250.  
 Bär, der große — Stern  $\alpha$ : 8; Stern  $\gamma$ : 281; Nebelflecken darin: 38.  
 Beteigeuze, Stern  $\alpha$  im Orion: 4.  
 Brandenburgische Sterne: 189.  
 Brechung der Lichtstrahlen, s. Licht.  
 Breite der Gestirne: 3, 250.  
 Callisto, Trabant Jupiters: 189.  
 Capella, Stern  $\alpha$  im Fuhrmann: 4, 281.  
 Capwollen: 47.  
 Cassiopeja, Sternbild: 46; Stern  $\delta$ : 281; Stern  $\mu$ : 15; neuer Stern darin: 11, 13, 293.  
 Catharina, Trabant Jupiters: 189.  
 Centaur, Sternbild: 46; Stern  $\alpha$  des C.: 284.  
 Centralsonne: 48 ff.  
 Cepheus, Sternbild: 46.  
 Ceres, Planet: 166, 179.  
 Circumpolarsterne: 300.  
 Conjunction der Planeten: 196.  
 Copernicanisches System: 63, 199, 303.  
 Cosmos, Trabant Jupiters: 189.  
 Declination: 250.  
 Denebola, Stern  $\beta$  im Löwen: 8.  
 Dichtigkeit: 317.  
 Doppelsterne: 17 ff.  
 Durchgänge des Merkur: 78, der Venus: 79.  
 Ebbe s. Fluth.  
 Ecliptik: 3; Abnahme der Schiefe der E.: 224, 301.  
 Einhorn, Sternbild: 46; Stern 11 im C.: 20.  
 Electricität, Geschwindigkeit der —: 201.  
 Endgeschwindigkeit beim Falle: 117.  
 Erde — Achsendrehung: 120 ff. — Bewegung um die Sonne: 63, 288; — Dichtigkeit: 314. — Form: 106, 123. — Größe: 106.  
 Erdschein auf dem Monde: 152, 320.  
 Erdschatten: 133.  
 Eridanus, Stern  $\delta$  im C.: 15.  
 Europa, Trabant Jupiters: 189.  
 Faden-Mikrometer: 286.  
 Fall — Gesetze des freien F.: 116.

- Fallraum:** 117, 311.  
**Fallversuche:** 121.  
**Ferdinandus, Trabant Jupiters:** 189.  
**Fernrohre** — achromatische: 25; — astro-  
 nomische: 25; — dioptrische: 23; — Er-  
 findung derselben: 22. — Galileische:  
 25; — Gregorysche: 26. — katoptri-  
 sche: 24. — Newtonsche: 27. — terre-  
 strische: 25; — vierzigfüßiges s. Riesen-  
 telescop.  
**Fixsterne** — Abstand derselben: 2; — drei-  
 fache und vierfache: 20; — dunkle: 20,  
 258; — Durchmesser: 5; — eigene Be-  
 wegung: 15; — Entfernung: 43, 58 ff.;  
 Erscheinungen neuer: 10 ff., 293; Farbe:  
 18; — Größe: 5, 283; — Helligkeit:  
 4; — Schwankungen: 54; — veränder-  
 liche: 9; — Verschwinden einiger: 9; —  
 Verzeichnisse: 15, 250, 301; — Zahl: 4.  
**Fluth und Ebbe:** 139.  
**Foucault's Versuch:** 122.  
**Franziskus, Trabant Jupiters:** 189.  
**Fuchs, Sternbild** — neuer Stern darin: 14.  
**Fuhrmann, Sternbild:** 46.  
**Ganymed, Trabant Jupiters:** 189.  
**Gradmessungen:** 106.  
**Gravitationsgesetz:** 124, 317.  
**Halbschatten der Erde:** 133; des Mondes:  
 136.  
**Hebe, Planet:** 180.  
**Heliometer:** 193, 286.  
**Hercules, Sternbild:** 51.  
**Hesperus, Planet:** 100.  
**Himmelsäquator:** 7, 250.  
**Himmelsgloben:** 219.  
**Horizont:** 2.  
**Hyaden, Sternhaufen:** 35.  
**Jagdhunde** — Nebelfleck darin: 38, 265.  
**Io, Trabant Jupiters:** 189.  
**Jungfrau** — Nebelfleck darin: 38.  
**Juno, Planet:** 180.  
**Jupiter** — Bahnelemente: 188 ff. — Tra-  
 banten: 183, 188 ff.  
**Karlseiche, Sternbild:** 46.  
**Kepler'sche Gesetze:** 93 ff., 130.  
**Kohlenrad:** 46.  
**Kometen:** 228 ff., 197. — Bahn derselben:  
 235, 242. — mit kurzer Umlaufzeit: 239.  
 — mit langer Umlaufzeit: 237.  
**Komet vom Jahre 134 und 146 v. Chr.:**  
 230. — v. J. 52 u. 61 n. Chr.: 231. —  
 v. J. 1106: 231. — v. J. 1264: 238. —  
 v. J. 1378 u. 1456: 237. — v. J. 1556:  
 238. — v. J. 1577: 232. — v. J. 1607:  
 172. — v. J. 1668: 236. — v. J. 1680:  
 243. — v. J. 1744: 232. — v. J. 1769:  
 238. — v. J. 1770: 242. — v. J. 1805:  
 173. — v. J. 1807: 175, 238. — v. J.  
 1811 der erste u. der zweite: 238, 243. —  
 v. J. 1812 von Pons: 238. — v. J.  
 1815 von Olbers: 238. — v. J. 1818  
 der Enke'sche: 239. — v. J. 1819: 243.  
 v. J. 1825: 238. — v. J. 1830: 235.  
 v. J. 1832 v. Biela: 244, 240. — v. J.  
 1835 von Halley: 236. — v. J. 1840  
 von Bremker: 238. — v. J. 1843 von  
 Faye: 232, 236, 241. — v. J. 1844 von  
 Mauvais: 238. — v. J. 1844 von de  
 Vico: 241. — v. J. 1846 von Brorsen:  
 238, 241. — v. J. 1846 von de Vico:  
 238. — v. J. 1847 von Brorsen: 238.  
 — v. J. 1851 von d'Arrest: 241. —  
 v. J. 1852: 238. — v. J. 1855 von  
 Goldschmidt: 241. — v. J. 1857 von  
 Bruhns: 241.  
**Krebs** — Sternhaufen im  $\alpha$ : 35.  
**Kreismitrometer:** 233.  
**Kreuz, Sternbild:** 46.  
**Länge, geographische:** 137 ff. — der Ge-  
 stirne: 3, 250.  
**Leyer** — Stern  $\alpha$ , Vega: 4, 61, 281. —  
 Stern  $\epsilon$ : 20. — Stern  $\gamma$ : 37. — Nebel-  
 fleck: 37.  
**Vibration:** 151.  
**Licht** — Abnahme in der Ferne: 41, 278. —  
 Aether: 276. — Brechung: 23. — Ge-  
 schwindigkeit: 4, 195, 200. — polarisirt:  
 70. — Spiegelung: 24.  
**Luchs, Sternbild:** 46.  
**Luxfer = Venus:** 100.





- Egypten: 128.  
 Telescop f. Fernrohr.  
 Triangel, Sternbild: 46.  
 Undulations-theorie f. Wellentheorie.  
 Uranus, Planet: 31, 209 ff.  
 Venus, Planet: 100 ff. — Durchgänge: 79.  
 Vesta: 180.  
 Verrückung der Nachtgleichen f. Nachtgleichen.  
 Wage, Stern  $\beta$ : 9.  
 Walfisch — Stern  $\alpha$ : 10.  
 Wega, f. Vega.  
 Wellentheorie des Lichts: 276.  
 Widder, veränderlicher Stern im —: 8.  
 Wurfgesetze: 118.  
 Zenith: 3.  
 Zonenbeobachtungen: 178, 182.  
 Zwillinge, Sternbild: 46. — Stern  $\beta$  in demselben: 9. — Stern  $\delta$ : 281.

## Namen-Register.

- Adalbert, Prinz von Preußen: 55.  
 Albategnius: 5, 301.  
 Arago: 39, 71, 72, 86, 114, 155, 164, 214.  
 Argelander: 50, 238, 253, 255.  
 Aristarch: 76.  
 Aristoteles: 63, 108, 288, 302.  
 d'Arrest: 36, 241.  
 Argout: 287.  
 Bailly: 86, 302, 306.  
 Bartels: 217.  
 Bayer: 107, 251.  
 Beer, W. v.: 156, 165.  
 Belon: 151.  
 Benzenberg: 122.  
 Bernoulli, Dan.: 142.  
 Bessel's Leben: 169 ff.; f. ferner: 60, 107, 119, 168, 193, 205, 214, 235, 238, 253, 258, 300, 313.  
 Bianchini: 77, 101.  
 Biela: 240.  
 Bille, Steen: 292.  
 Birb: 57.  
 Bishop: 180.  
 Bödh: 288.  
 Bode: 145, 252, 256.  
 v. Boguslawski: 190.  
 Borba: 313.  
 Bouguer: 107, 313.  
 Bouillaud: 154.  
 Bouvard: 213.  
 Bradley: 15, 56, 60, 66, 77, 167, 174, 197.  
 v. Brahe, Christine: 294, 303. — Georg: 290, 292. — Otto: 290. — Sophie: 290, 303. — Tycho's Leben: 250 ff.; f. ferner: 5, 8, 11, 15, 66, 86, 91, 99, 167, 232, 233.  
 Bremker: 179, 238.  
 Brotjen: 238, 241.  
 Bruhns: 241.  
 Brunowski: 14.  
 v. Buch, Leopold: 142.  
 Burkhart: 132.  
 Busch: 253.  
 Büttner: 216.  
 Cassini, Dominic.: 101, 103, 185, 196, 204.  
 Cassini, Jacques: 232.  
 Cassius, Dio: 135.  
 Chacornac: 180.  
 Christian IV. von Dänemark: 86, 305.  
 Clairaut: 130, 237.  
 Condamine: 107, 313.  
 Copernicus, Nikolaus Leben: 64 ff.; f. auch 99, 100, 291, 301.  
 Dalberg: 90.  
 Danzäus: 296.  
 Demokrit: 39.

- Darquier: 313.  
 Delambre: 8, 114, 222.  
 Descartes: 187, 318.  
 Dollond: 25.  
 Ende: 82, 204, 239.  
 Eratosthenes: 106.  
 Euler: 130, 132, 142, 219, 276, 277, 302.  
 Faye: 241.  
 Ferguson: 180.  
 Finde: 306.  
 Fizeau: 200.  
 Flamsteed: 15, 34, 167, 210, 251.  
 Flemming: 214.  
 Fontenelle: 145.  
 Foucault: 122.  
 Fraunhofer's Leben: 268 ff. —  
 Friedrich II. von Dänemark: 86, 296.  
 Friedrich Wilhelm III von Preußen: 175, 313.  
 Fuß: 259.  
 Galilei, Gal. Leben: 109 ff.; ferner: 22,  
 39, 67, 100, 152, 187, 189, 313.  
 Galle: 179, 214.  
 Gascoigne: 287.  
 Gasparris: 180.  
 Gassendi: 154, 325.  
 Gauß, C. Fr., Leben: 215 ff.; ferner: 91,  
 96, 107, 122, 130, 180, 242.  
 Goldschmidt: 180, 241.  
 Gottscheb: 145.  
 Goujon: 326.  
 Gregory: 26.  
 Griesbach: 191.  
 Gruithuisen: 148.  
 Gruppe: 288.  
 Guglielmi: 121.  
 Halley, Edm.: 78, 102, 203, 236, 242,  
 287.  
 Hansen: 123, 130, 132.  
 Harding: 166, 180, 252.  
 Heinsius: 232.  
 Heintel: 292.  
 Hende: 180.  
 Herschel, William, Leben: 28 ff.; fern: 9, 16,  
 17, 18, 35, 38, 40, 42, 56, 72, 101, 161,  
 164, 165, 177, 181, 186, 191, 204, 295,  
 206, 209, 211, 242, 261, 280 ff. —  
 S. und Fraunhofer: 272.  
 Herschel, Caroline: 32, 34, 239.  
 Herschel, Johr: 32, 36, 88, 46, 47, 148,  
 212, 262, 272, 283.  
 Hevelius, Johann, Leben: 151 ff., 323 ff.;  
 ferner: 10, 15, 135, 141, 160, 161, 208,  
 251, 287.  
 Hind: 14, 180.  
 Hipparch: 8, 223, 294, 301.  
 Homelius, Joh.: 292.  
 Hoof: 120.  
 v. Humboldt, Alexander: 46, 55, 141, 258,  
 285, 288, 313, 320.  
 v. Humboldt, Wilhelm: 163, 175.  
 Huet: 309.  
 Hutten: 314.  
 Huyghens: 204, 207, 313, 319.  
 Ideler: 288.  
 Kaas, Niels: 304.  
 Kant: 50.  
 Kästner: 90.  
 Kater: 204, 313.  
 Kepler's Leben: 85 ff.; ferner: 5, 8, 14, 40,  
 66, 134, 135, 187, 230, 302.  
 Keune: 54.  
 Koppernigt, Niklas, s. Copernicus.  
 Krüger: 323.  
 La Caille: 48, 164.  
 Lactantius: 64.  
 Lagrange: 130.  
 de Lahire: 77, 106.  
 Lalande: 32, 164, 178, 253, 256.  
 Lambert: 45, 102, 277, 320.  
 Lami: 115.  
 Laplace: 98, 122, 130, 132, 142, 192,  
 206, 220, 225, 229, 258, 300.  
 Laffell: 212, 264.  
 Le Francois: 253.  
 Le Gentil: 80.  
 Leibniz: 225, 319.  
 Leverrier: 98, 214.  
 Lichtenberg: 276.  
 Lippershey: 22.  
 Lohmann: 155, 324.

- Longomontanus:** 306.  
**Luther:** 180.  
**Maclaurin:** 142.  
**Möbler:** 51, 101, 156, 165, 211, 224.  
**de Mairan:** 313.  
**Mahus:** 76.  
**Marth:** 180.  
**Maskefyme:** 56, 314.  
**Maria, Dominil:** 65.  
**Mäfflin:** 321.  
**Maupertuis:** 107.  
**Mauvais:** 238, 226.  
**Mayer, Tobias:** 154, 210, 300.  
**Mersenne:** 154.  
**Meyer, Simon:** 180.  
**Molinaur:** 191.  
**Montaigne:** 103.  
**Montbarron:** 163.  
**Montucla:** 222.  
**Morin:** 285.  
**Nelli:** 115.  
**Newton, Jhaac:** 319; ferner: 24, 27, 85, 106, 120, 124, 130, 142, 225, 276, 302, 316.  
**Übers:** 166, 172, 175, 180, 181, 220, 225, 234, 238, 242, 244.  
**Pasquich:** 270.  
**Peters:** 259.  
**Piaggi:** 15, 166, 179.  
**Picard:** 106, 285, 287, 302.  
**Plato:** 63, 288.  
**Plinius:** 76.  
**Plutarch:** 151.  
**Pogson:** 180.  
**Boiffon:** 226.  
**Pons:** 238, 239.  
**Prowe, L.:** 67.  
**Ptolemäus:** 8, 301.  
**Pythagoras:** 76.  
**Ranbow:** 306.  
**Reich:** 122.  
**Reichenbach:** 270.  
**Repsalb:** 110, 213.  
**Rhäticus:** 67.  
**Röbker:** 103.  
**Römer, Claus:** 196.  
**Rosenberger:** 253.  
**Roffe:** 264.  
**Rothmann:** 225.  
**Rudolph II.** 88, 307.  
**Schiegg:** 270.  
**Schön:** 190.  
**Schröter:** 99, 101, 154, 160, 173.  
**Schwabe:** 205.  
**Schwind:** 254.  
**Schumacher:** 107.  
**Scultetus:** 292.  
**Shelton:** 57.  
**Short:** 103.  
**Struve:** 51, 60, 107, 200, 206, 259, 272.  
**Thugutt:** 54.  
**Timocharis:** 223, 301.  
**Urschneider:** 269 ff.  
**de Vico:** 101, 238, 241.  
**Vinci, Leon. da:** 151.  
**Voltaire:** 319.  
**Wallendorf:** 86, 304.  
**Wagerode, Lucas:** 65.  
**Werner:** 276.  
**Wilhelm IV., Landgraf von Hessen:** 204.  
**Wollaston:** 8.  
**Young:** 7.